



Estructuras singulares en el eje de alta velocidad Vitoria-Bilbao

- El aeropuerto de Gran Canaria gana capacidad
- El ferrocarril europeo en el horizonte de 2050
- Eficiencia energética en Madrid-Barajas

Soluciones de desbroce EMSA para conservación vial y forestal





Estructuras singulares en el eje de alta velocidad Vitoria-Bilbao
 ● El aeropuerto de Gran Canaria gana capacidad ● El ferrocarril europeo en el horizonte de 2050 ● Eficiencia energética en Madrid-Barajas



FERROCARRIL

4. La hora de la ingeniería.

Estructuras singulares en el eje Vitoria-Bilbao de la Y vasca de alta velocidad.

AEROPUERTOS

16. Nueva capacidad. Concluida la primera fase de la ampliación del aeropuerto de Gran Canaria.

INGENIERÍA

24. Un paso sobre el Danubio. Finaliza la construcción del puente Vidin-Calafat..

AEROPUERTOS

30. Un ahorro que vale por dos. Plan de Eficiencia Energética del aeropuerto de Madrid-Barajas.



Y además...

34. Más lugares, más asequibles. Nuevos itinerarios y ofertas de los trenes turísticos de Renfe.

38. Una alternativa al queroseno. Programa Itaka para el desarrollo de biocombustibles para aviación.

42. El inicio de una red. 150 años del ferrocarril en Bizkaia.

48. El futuro pasa por el ferrocarril. Estrategias para convertir el ferrocarril en el eje del espacio único europeo del transporte en el año 2050.

54. Singularidades de un récord. Presa romana de Consuegra.

60. Breves.

Director de la Revista: Antonio Recuero

Edición: Javier R. Ventosa. Maquetación: J. A. Laiz/Aurelio García. Secretaría de redacción: Ana Herráiz. Fotografía: José Caballero. Archivo fotográfico: Vera Nosti. Portada: Obras Subterráneas (OSSA).
 Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
 Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo Mateos)

Colaboran en este número: Jesús Ávila Granados, Jaime Arruz, Pepa Martín, Begoña Olabarrieta y Julia Sola Landero.

Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín (Subsecretario de Fomento). Vicepresidencia: Eugenio López Álvarez (Secretario General Técnico). Vocales: María García Capa (Directora del Gabinete de Prensa), Pilar Garrido Sánchez (Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda), Eloisa Contín Trillo-Figueroa (Jefa del Gabinete del Subsecretario), Juan Antonio López Aragón (Director del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras), M^o José Rallo del Olmo (Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes), Pedro Guillén Marina (Director del Centro de Publicaciones) y Antonio Recuero (Director de la Revista).

Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. Teléf.: 915 978 084. Fax: 915 978 470. Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65. E-mail: cpublic@fomento.es
 Impresión y publicidad: Comunicación y Diseño. C/ O'Donnell, 18, 5º H. 28009 Madrid. Teléf.: 91 432 43 18. Fax 91 432 43 19. E-mail: revista@fomento.com www.cydiseno.com
 Dep. Legal: M-666-1958. ISSN: 1577-4589. NIP0: 161-13-005-1

Edita:
 Centro de Publicaciones.
 Secretaría General Técnica
 MINISTERIO DE FOMENTO



Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas
 Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

2013

Mapa Oficial de Carreteras[®] ESPAÑA

Incluye:

Cartografía (E. 1:300.000 y 1:1.000.000)

DVD interactivo
(Windows XP, Vista y 7)

Caminos de Santiago en España

Alojamientos rurales 

Guía de playas de España



También en el DVD:

974 Espacios Naturales Protegidos

152 Rutas Turísticas

97 Vías Verdes



**actualizable
vía web**

Edición 48

PVP: 22,40 €



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

SECRETARÍA
GENERAL TÉCNICA

CENTRO
DE PUBLICACIONES



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

Centro virtual de publicaciones

Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales



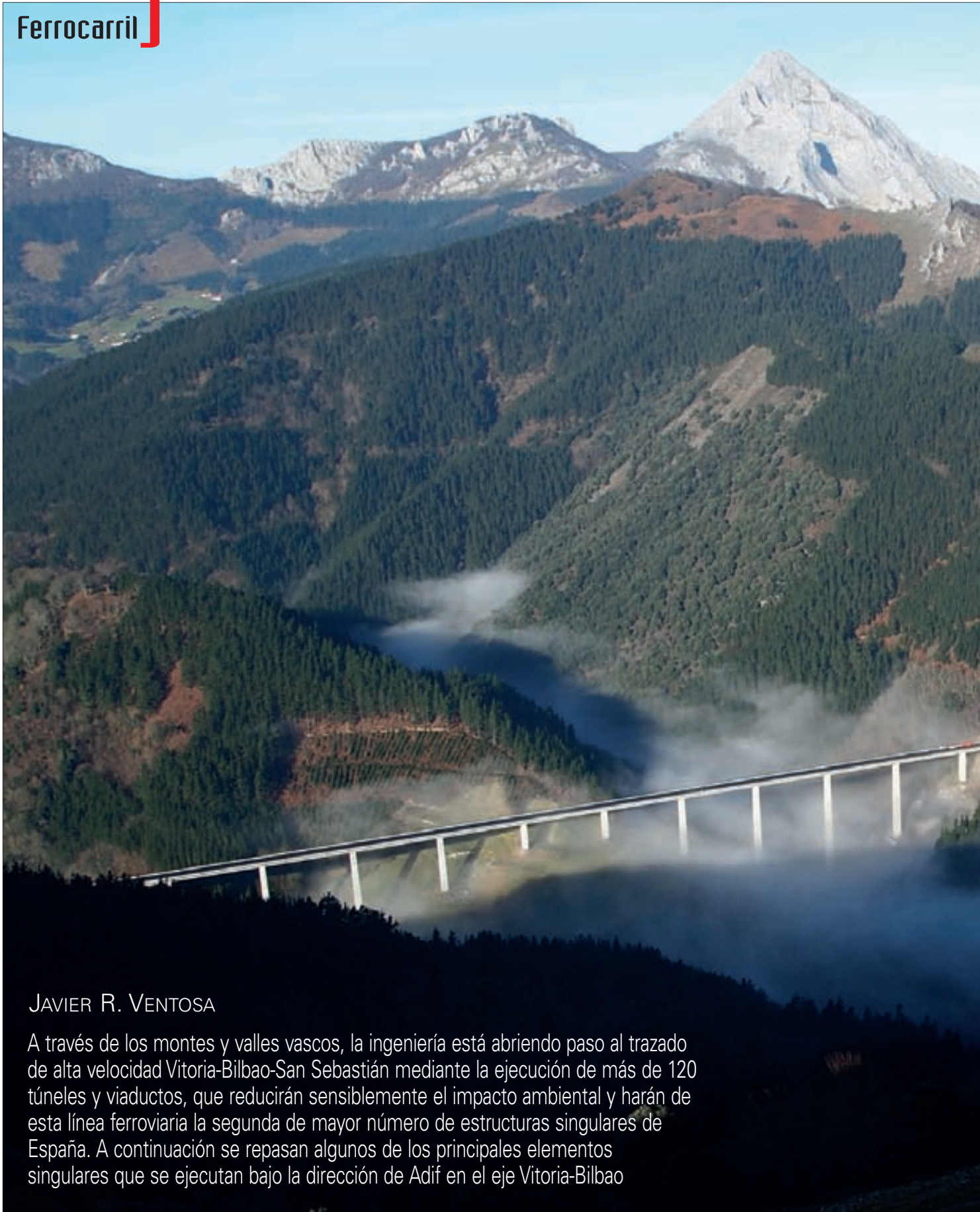
SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91

Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)

Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

www.fomento.gob.es





JAVIER R. VENTOSA

A través de los montes y valles vascos, la ingeniería está abriendo paso al trazado de alta velocidad Vitoria-Bilbao-San Sebastián mediante la ejecución de más de 120 túneles y viaductos, que reducirán sensiblemente el impacto ambiental y harán de esta línea ferroviaria la segunda de mayor número de estructuras singulares de España. A continuación se repasan algunos de los principales elementos singulares que se ejecutan bajo la dirección de Adif en el eje Vitoria-Bilbao

▮ *Viaductos sobre la A-2620 y de Echeverri, a ambos lados del túnel de Achetarri, en el tramo Aramaio-Mondragón.*

ESTRUCTURAS SINGULARES
EN EL EJE DE ALTA VELOCIDAD
VITORIA-BILBAO



La hora de la ingeniería



► Ejecución del viaducto de Gabandi, con tres tableros, en el tramo Mondragón-Elorrio.

Por su magnitud, su extensión territorial y su volumen de inversión, la línea de alta velocidad Vitoria-Bilbao-San Sebastián-frontera francesa, la denominada Y vasca, es la mayor obra de ingeniería civil construida en el País Vasco. Esta infraestructura conectará las tres capitales vascas entre sí y propiciará el segundo enlace en alta velocidad con Francia mediante un nuevo trazado en forma de Y a través de las tres provincias vascas, que actualmente ejecutan Adif en Álava y Bizkaia y el gestor de infraestructuras vasco (con cargo al Cupo vasco) en Gipuzkoa.

En la construcción de este nuevo trazado ferroviario, que atraviesa la difícil orografía vasca y discurre por parajes de gran valor natural, el respeto por el medio ambiente es un factor de primer orden. Prueba de ello es que más del 60%

del recorrido será invisible al proyectarse en túnel, la solución que menos afección causa al entorno. Otro 10% discurrirá sobre viaductos y el resto lo hará en superficie. Los más de 120 túneles y viaductos que incluye harán de la Y vasca la segunda línea de alta velocidad española con mayor número de estructuras singulares, tras la línea Madrid-Galicia.

Eje Vitoria-Bilbao

El eje Vitoria-Bilbao, encomendado por el Ministerio de Fomento a Adif, fue el primero de los dos ramales en arrancar. Sus 90,3 kilómetros se dividieron para la obra de plataforma en 20 tramos. Cinco de ellos están ya finalizados (Arrazua/Ubarrundia-Legutiano I y II, Aramaio-Mon-

dragón, Mondragón-Elorrio y Abadiño-Durango), nueve se encuentran en ejecución (Legutiano-Escoriatza I y II, Escoriatza-Aramaio, Elorrio-Atxondo, Durango-Amorebieta/Etxano, Amorebieta/Etxano, Amorebieta/Etxano-Lemoa, Lemoa-Galdakao y Galdakao-Basauri), uno se iniciará en breve (Atxondo-Abadiño) y dos más están en fase de estudio (accesos a Vitoria y Bilbao). Este año, además, se licitarán los tres tramos del nudo de Bergara, que no son necesarios para activar la relación Vitoria-Bilbao. En total, dos tercios del eje tienen la plataforma acabada (19,1 km) o en obras (39,3 km) y el resto en estudio (31,9 km)

En este recorrido, que atraviesa en su parte inicial los Montes Vascos, se han proyectado un total de 23 túneles y 51 túneles artificiales, que suman 32.359 metros, lo que hará que el 52% del trazado



► Inicio de la excavación del túnel de Aduna.



► *Revestimiento del túnel de Udalaiz, segundo más largo del eje Vitoria-Bilbao, en el tramo Mondragón-Elorrio.*

en obras discurra bajo tierra. Este porcentaje de soterramiento, no obstante, es inferior al proyectado en el ramal guipuzcoano. También se están construyendo 43 viaductos y puentes, con una longitud total conjunta de 10.848 metros, lo que supone el 17% del trazado en obras entre Vitoria y Bilbao. Casi el 70% del trazado en ejecución, por tanto, discurre por estructuras singulares.

Los túneles

El trazado entre Vitoria y Bilbao (excluidos los accesos a ambas ciudades) contempla la ejecución de 32,3 kilómetros de línea soterrada (sin incluir las galerías de evacuación), repartidos entre túneles –que suman 29.212 metros– y falsos túneles –3.146 metros–. De los 23 túneles proyectados solo uno tiene una longitud cercana a 5.000 metros (Albertia), seis miden más de

El ramal Vitoria-Bilbao discurre en un 52% del trazado por túneles y en un 17% sobre viaductos y puentes

Trazado bajo tierra en Gipuzkoa

Si el eje que ejecuta Adif en Álava y Bizkaia es pródigo en trazado soterrado, aún lo es más el que el gestor de infraestructuras vasco ETS construye en Gipuzkoa: el 66% discurrirá en túnel, un 10% sobre viaductos y el 24% restante en superficie. De momento, en la parte del eje en fase de plataforma, comprendida entre Bergara y Astigarraga (59,1 kilómetros, todos en ejecución), se construyen 25 túneles y 11 falsos túneles, que totalizan una longitud conjunta de 48,1

kilómetros (79% del trazado). Los más destacados son el bitubo de Zumárraga (5.308 y 5.291 metros) y los de doble vía de Aduna (4.719 metros) y Kortatxo Sakon (3.706 metros). Por otro lado, en este eje se ejecutan 31 viaductos y puentes, que suman 8.856 metros (15% del trazado). Los más relevantes por su longitud son el de Hernani (1.025 metros, con el vano central atirantado) y los que salvan los ríos Deva (900 metros) y Urumea (801 metros).

1.000 metros y los 19 restantes son menores de 1.000 metros. Actualmente están en distintos grados de avance, con una decena ya finalizados.

El diseño y ejecución de los túneles se lleva a cabo de acuerdo a criterios de Adif, que responden tanto al estado de la técnica como a la experiencia acumulada. Así, en cuanto al diseño, los túneles se ejecutan con una sección libre de 85 m² para los 22 monotubo (apta para dos vías de ancho UIC) y de 52 m² para el único bitubo (con capacidad para una sola vía en cada uno). La pendiente mínima aceptable es del 0,5% y la máxima para viajeros, del 2,5%, mientras que los radios deben ser lo más amplios posible. Los subterráneos, además, deben evitar puntos bajos de acumulación de agua.

En el apartado de seguridad, en los túneles se ejecutan salidas o galerías de evacuación al exterior si la longitud



► Todos los túneles de la Y vasca se ejecutan según el nuevo método austriaco. En la imagen, excavación en avance del túnel de Udalaiz.

del subterráneo es mayor de 1.000 metros y galerías transversales de conexión al otro tubo en el caso del único bitubo (Albertia). En el capítulo de protección frente al fuego, se debe garantizar la estructura de hormigón interior y la estabilidad de los materiales durante un tiempo determinado. Asimismo, se contemplan distintas medidas para el suministro de agua al interior en función de la longitud del subterráneo. La ventilación, por último, es objeto de estudio en cada caso.

El proceso constructivo, condicionado por los terrenos a excavar y por la longitud de la estructura, también es análogo en los 23 túneles. Todos ellos se construyen en mina y con medios convencionales (voladuras controladas y medios mecánicos), siguiendo el sistema del nuevo método austriaco en tres fases: avance (excavación de la zona superior de la sección), destroza (excavación de la zona inferior hasta completar la sección) –aplicando los sostenimientos necesarios según cada caso– y

ejecución de la contrabóveda de hormigón. Luego se procede a la impermeabilización (una lámina de geotextil, otra de PVC y un tubo para el drenaje principal) y al revestimiento (un anillo de hormigón encofrado en todo el perímetro) que generará la sección definitiva, como paso previo para otros trabajos de obra civil.

El túnel de Albertia

Este subterráneo que discurre bajo el macizo de Albertia y el cerro Maroto, con una cobertera máxima de 350 metros, es el más singular del ramal por varias razones. Por un lado, su longitud (4.875 metros en la vía izquierda y 4.865 metros en la derecha) lo convierte en el túnel más lar-

go entre Vitoria y Bilbao y en el segundo de la Y vasca tras el de Zumárraga (5.308 y 5.291 metros). Por otro, se trata del único bitubo del ramal, con dos tubos paralelos de 57 m² de sección libre separados 25-30 metros entre sí. Además, su construcción abarca dos tramos consecutivos, Legutiano-Escorialza I y II, en cada uno de los cuales se ha ejecutado la mitad de los dos tubos (2.769 metros en la vía izquierda y 2.768 en la derecha para el tramo I, y 2.106 metros en la vía izquierda y 2.097 metros en la derecha para el tramo II).

La excavación se inició desde ambos frentes en abril de 2009 por medios convencionales. El avance de la perforación se realizó en condiciones geotécnicas desfavorables, debido a la presencia de facies sulfatadas (anhidritas y yesos que al hidratarse producen el hinchamiento de las paredes, lo que incrementa la presión sobre el sostenimiento del túnel) y a procesos de fluencia, dos problemas solventados mediante una solución rígida



Añif



Añif

► Vertedero del túnel de Zarimutz, durante la obra y después de la misma, un ejemplo de integración ambiental.

Minimizar el impacto de los túneles

La elección de un trazado en gran parte subterráneo para la Y vasca supone una mejora medioambiental, ya que se minimiza la afección paisajística y la fragmentación de hábitats faunísticos, además de evitar la visión del tren desde los núcleos urbanos junto a los que discurrirá. La ejecución del medio centenar de túneles proyectados está sometida a una Declaración de Impacto Medioambiental que fija medidas de protección muy exigentes para reducir el impacto de la obra. Así, cada túnel dispone en su boca de dispositivos de tratamiento y depuración para aguas residuales procedentes del interior, potencialmente contaminadas (balsas de decantación, corrector de pH, sistema de floculación-espesador). Para proteger las aguas subterráneas se clasifican como zona excluida las áreas de alta permeabilidad hidrogeológica (el trazado Vitoria-Bilbao intercepta el sistema hidrogeológico protegido de Udalaiz, para el que se establecen medidas para evitar la entrada de sólidos arrastrados por la escorrentía y reponer los caudales) y se impermeabilizan las zonas destinadas a las instalaciones auxiliares. Una vez terminada la construcción del túnel se limpian los terrenos ocupados por las balsas de decantación. Por último, dentro del programa de integración ambiental de las obras (cuyo coste ronda el 10% del presupuesto del proyecto), buena parte de los túneles incluyen en sus bocas túneles artificiales de longitudes variables (de 12 a 180 metros) con los que, una vez revegetados con árboles y arbustos autóctonos, se logra una mejor inserción de la infraestructura en el entorno.



Comsa Emte

▶ Bocas del túnel de Albertia, único bitubo y más largo del eje, en el tramo Legutiano-Eskoriatza I.



Adif

▶ Boca del túnel de Luko, en el tramo Arrazua/Ubarrundia-Legutiano I, tras su integración ambiental.



Obras Subterráneas (OSSA)

▶ Sección definitiva de 85 m² del túnel de Udalaiz.

y actuaciones de refuerzo, respectivamente. Durante la excavación se han construido galerías de comunicación (de 2,5x2,5 metros) entre ambos túneles cada 400 metros, hasta un total de 11, así como otra específica para instalar un centro de transformación. La excavación finalizó en julio de 2011, procediéndose desde entonces a la impermeabilización, revestimiento y demás obra civil. En las bocas se han construido túneles artificiales



Grupo Azvi

▶ Ejecución con cimbra autoportante del viaducto sobre el río Ibaizabal, en el tramo Amorebieta-Amorebieta.



Obras Subterráneas (OSSA)

▶ Viaducto de Gabaundi, con una inusual disposición de tres tableros, en el tramo Mondragón-Elorrio.

de 180 metros de longitud en el tramo I y de 17 metros en el tramo II, destinados a mejorar la integración ambiental.

Tras el de Albertia, los principales túneles del ramal Vitoria-Bilbao son, por su longitud, los monotubo de Udalaiz (3.185 metros), Induspe (2.224 metros), Galdakao (1.826 metros), Ganzelai (1.379 metros), Olabarrie (1.102 metros) y Mendigain (1.050 metros), construidos según el mismo patrón. El de Udalaiz, en el tramo Mondragón-Elorrio, se topó durante el avance con abundancia de fallas y presencia de manantiales al atravesar

El túnel de Albertia es el más largo y el único bitubo del eje Vitoria-Bilbao, abarcando dos tramos consecutivos para su construcción

una zona kárstica, lo que dificultó los trabajos, ya concluidos. En el de Mendigain, en el tramo Abadiño-Durango, se puso de manifiesto el compromiso de los túneles de la Y vasca con el medio ambiente al alterar el proyecto inicial para evitar afecciones a un rodal de roble que bordea unas

plantaciones de pino en la boca este y a una repoblación de robles en la boca oeste.

Los viaductos

El trazado entre Vitoria y Bilbao incluye 43 viaductos y puentes (se excluyen los pasos inferiores y superiores), que

suman conjuntamente 10.848 metros. De ellos solo cuatro son mayores de 500 metros (A-2620, Kinatol, San Antonio-Malaespera y Mañaría), 17 tienen entre 200 y 500 metros y otros 22 son de menos de 200 metros. Respecto a la cota sobre el terreno, la altura de los viaductos no es muy elevada, aunque dos de ellos (A-2620 y Kinatol) tienen alguna pila de más de 80 metros de altura. Son frecuentes las estructuras situadas entre dos túneles. Al menos una veintena de los viaductos proyectados ya están finalizados.

Al igual que los túneles, los



▮ Viaducto sobre la carretera A-2620, en el tramo Aramaio-Mondragón, de 1.392 metros de longitud y altura máxima de pilas de 83 metros.

viaductos del eje Vitoria-Bilbao siguen criterios prácticamente uniformes de Adif sobre diseño, seguridad y procedimientos constructivos. En cuanto al diseño, la tipología más utilizada es el tablero hiperestático de hormigón (con mejor comportamiento en el frenado), de 14 metros de ancho, apto para dos vías de ancho UIC. Para vanos inferiores a 30 metros se opta por secciones transversales del tablero con losa aligerada de hormigón pretensado, mientras que para vanos de más de 30 metros la solución elegida es el tablero de hormigón pre-

tensado con secciones transversales en cajón con voladizos (canto fijo o variable). Para luces pequeñas se utilizan vigas artesas prefabricadas. Ocasionalmente se instalan pantallas de reducción de colisión de aves. Respecto a la cimentación de pilas, las soluciones adoptadas (superficial o profunda) están condicionadas por el terreno sobre el que se ejecuta.

El proceso constructivo de los viaductos de la Y vasca depende generalmente de los obstáculos que deben salvar. La mayoría se construye mediante cimbra convencional

o porticada, encofrando el tablero por fases. Para los de gran longitud e importante altura de pilas se recurre a la autocimbra autolanzable, consistente en el hormigonado del tablero por tramos sucesivos sin apoyo en el suelo (viaductos sobre la A-2620, Kinatol, Zarimutz, Uriarte, Mañaría). También se recurre al empuje de dovelas de hormigón mediante gatos (San Antonio-Malaespera, Marín). Para los viaductos con luces que exceden el rango de utilización de las autocimbras y no permiten proceder al empuje del tablero se

emplea el avance en voladizo, consistente en la construcción del tablero avanzando de manera simétrica por dovelas desde las pilas con la ayuda de carros de avance (río Nervión).

Viaductos singulares

De entre todos los viaductos del eje Vitoria-Bilbao sobresale por su longitud el construido sobre la carretera A-2620 en el término municipal alavés de Aramaio, en el tramo Aramaio-Mondragón. Con 1.392 metros distribuidos en 26 vanos



▶ Ejecución del viaducto (438 metros) sobre el río Nervión, la línea férrea Castejón-Bilbao y la carretera BI-625, en el tramo Galdakao-Basauri.

(45+2x56+2x45+19x56+45+36) es el más largo de la Y vasca. Esta estructura insertada en un entorno montañoso salva la carretera que le da nombre, el arroyo Aramaiona y el río Aramaio mediante un tablero de 14 metros de anchura que se apoya sobre 25 pilas de alturas entre 13 y 83 metros, incluida la pila 9 en forma de A. El tablero está formado por un cajón monocelular pretensado con canto de 3,50 metros, los estribos son cerrados con muro vuelta y la cimentación de pilas y estribos se ha realizado mediante zapatas. La ejecución concluyó en septiembre de 2012 y ya se ha realizado la prueba de carga.

También por su longitud destacan los viaductos de Kinatol (880 metros y altura máxima de pilas de 80 metros, en ejecución), en el tramo Elorrio-Atxondo; San Antonio-Malaespera (840 metros, con 23 pilas –una central en forma de delta– y vanos de hasta 39 metros, en fase de ejecución del tablero), en el

tramo Amorebieta/Etxano-Amorebieta-Etxano, recorrido que discurre hasta en un 35% por estructuras elevadas; Mañaría (572 metros, con 12 vanos de 34 a 52 metros, altura máxima de pilas de 32 metros, ya terminado) en el tramo Abadiño-Durango; y de Marín sobre la GI-3343 (482 metros, con luces máximas de 50 metros y altura de pilas máxima de 60 metros, finalizado) en el tramo Escorialza-Aramaio.

Por la amplitud de luces

(distancia entre vanos) sobresale especialmente el viaducto sobre el río Nervión, en el tramo Galdakao-Basauri, ya cerca del final del eje. Esta estructura recién terminada, formada por un cajón monocelular de hormigón postesado de canto variable, se desarrolla a lo largo de 438 metros sobre la carretera provincial BI-625, la línea Castejón-Bilbao, el cauce fluvial y el ramal de accesos a Zarátamo y Arrigorriaga, mediante seis vanos con luces

68+92+115+64+58+41, a una altura máxima de 13 metros. Dada la magnitud de luces sobre el río y la dificultad técnica y medioambiental de apoyarse en el cauce, se ha ejecutado mediante dos métodos: carros de avance para los vanos largos y cimbra convencional para los cortos.

Otros viaductos con luces importantes son el que salva la carretera A-3002, la N-1 y el río Zadorra en el tramo alavés Arranzua/Ubarrundia-Legutiano I, de 466 metros

En pleno desarrollo

La línea Vitoria-Bilbao-San Sebastián (Y vasca) es una infraestructura de alta velocidad que forma parte de la rama atlántica del Proyecto Prioritario nº 3 de la UE, dando continuidad en territorio español a la conexión Madrid-Valladolid-Vitoria. Esta línea unirá por alta velocidad las tres capitales vascas entre sí y acercará el País Vasco al resto de la Península y a Francia. Cuando esté en servicio, los tiempos de viaje entre las capitales vascas se reducirán entre el 60 y el 80%, mientras que entre Euskadi y Madrid disminuirán entre un 40 y un 50%.

Para el Ministerio de Fomento, esta infraestructura, con un coste superior a 4.100 €, es clave para la vertebración territorial autonómica, nacional y europea. Este carácter prioritario, contemplado en el Plan de Infraestructuras y Vivienda (PITVI), se ha traducido en los últimos ejercicios en importantes dotaciones presupuestarias. En 2013 el Gobierno invertirá 540 M€ en la línea, de los cuales 190 M€ proceden del presupuesto estatal y 350,7 M€ serán aportados por el Estado con cargo al cupo regulado en el Concerto Económico con la Comunidad



▶ Viaducto de San Antonio-Malaespera, en el tramo Amorebieta-Amorebieta. Debajo, ejecución por empuje del tablero del viaducto de Marín.

(65+86x2+78+86+65), con un perfil ondulante que trata de minimizar el impacto medioambiental en la zona, cuya ejecución también se ha realizado mediante dos procedimientos constructivos diferentes; el viaducto sobre el río Ibaizábal en el tramo Le-moa-Galdakao, de 458 metros, con luces de 55 a 83 metros para salvar, entre otros, el área de peaje de la A-8; su homólogo del tramo Amorebieta-Etxano, de 394 metros, con luz máxima de 75 metros



Adif

para salvar el valle, la carretera BI-365 y la línea de Euskotren (se trata de uno de los vanos de mayor dimensión de España para tableros ejecutados con autocimbra); o los de Zarimutz y Uriarte en el tramo Eskoriatza-Aramaio, de 262 y 282 metros respectivamente, con luces máximas de 60 metros.

Especialmente singular por la tipología es el viaducto de Gabaundi sobre el río del mismo nombre, ya finalizado, en el tramo vizcaíno Mondragón-Elorrio. Se trata de una estructura que destaca por una inusual disposición de tres tableros: el central, de 14 metros de ancho, corresponde a la doble vía hacia Bilbao, y los dos laterales, de 8,5 metros, incluirán una vía única para los ramales de bifurcación a San Sebastián. Cada tablero se apoya sobre cuatro pilas con una altura máxima de 41 metros. El viaducto está terminado y con la prueba de carga superada. ■

Autónoma del País Vasco. «Esto supone que la Y vasca va a recibir cerca de un 15% de las inversiones de alta velocidad que se van a ejecutar en 2013», declaró recientemente en el Congreso la ministra de Fomento, Ana Pastor.

La línea, de 176 kilómetros de longitud, se ha dividido en dos ramales, ambos en pleno desarrollo: Vitoria-Bilbao (90,3 kilómetros), que ejecuta Adif, y Bergara-Río Bidasoa (85,4 kilómetros), que construye el gestor de infraestructuras vasco ETS con cargo al Cupo vasco. La rama Adif, dividida en 20 tramos, tiene cerca del 65% del trazado en obras o

finalizado (cinco tramos acabados y nueve en ejecución), mientras que en el resto (seis tramos) próximamente arrancarán las obras del tramo Atxondo-Abadiño y se iniciará el proceso de licitación del nudo de Bergara, según anunció la ministra, quedando para más adelante los accesos a Bilbao y Vitoria. En la rama guipuzcoana, también dividida en 20 tramos, han finalizado dos y otros 15 se encuentran en fase de obra. Los accesos a San Sebastián e Irún y la conexión Astigarraga-frontera francesa se encuentran en fase de estudio informativo.



TRENES HISTÓRICOS Y TURÍSTICOS EN ESPAÑA

Monográfico
julio-agosto
2012



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

RESERVE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 6478 / 6449

Por fax: 91 597 61 86 (24 horas).

Por correo electrónico: cpublic@fomento.es



Tramo Abadiño-Durango
3.520 m
2 viaductos
779 m
3 túneles
1.815 m

Tramo Amorebieta/Etxano-
Amorebieta/Etxano
5.030 m
5 viaductos
1.770 m
5 túneles
1.750 m



AMPLIACIÓN DEL AEROPUERTO DE GRAN CANARIA

Nueva capacidad



PEPA MARTÍN Fotos: AG AENA

El aeropuerto de Gran Canaria crece con la ampliación de su edificio terminal, un proyecto en el que el Ministerio de Fomento va a invertir 170 de los 200 M€ destinados a la mejora de la infraestructura aérea insular, y del que ya se ha ejecutado la primera de sus tres fases.

▶ *El edificio terminal del aeropuerto se ha ampliado en 11.200 nuevos metros cuadrados de superficie.*



Prestar un servicio a los usuarios de mayor calidad, incrementar la oferta comercial y ofrecer una imagen más moderna del edificio terminal son los objetivos de las obras de ampliación del aeropuerto de

Gran Canaria, la actuación más relevante que acomete actualmente Aena Aeropuertos y una de las prioridades del Plan Canarias de Infraestructuras Aeroportuarias.

El proyecto se desarrolla en tres fases: la primera, ya operativa, consiste en la am-

pliación de las áreas de llegadas y salidas hacia el sur; la segunda prevé la prolongación hacia el norte para dar acceso a una nueva zona de embarque, y la tercera contempla la expansión hacia el oeste de la terminal actual, cuya fachada se ade-

lantará aprovechando el hueco existente entre este edificio y el aparcamiento para lograr un vestíbulo de facturación más grande y mayor luminosidad natural en los espacios interiores, así como para construir un nuevo vial de salidas.



▶ *Aerogenerador para el autoabastecimiento de energía eléctrica.*

Primera fase

De momento, la parte ya ejecutada del proyecto ha supuesto una ampliación de la superficie total construida de la terminal de 11.200 m² en tres plantas, actuación en la que se han invertido 26,7 M€. Además, se ha remodelado el edificio, así como la central eléctrica y las subestaciones de distribución.

En la primera planta del edificio terminal se ha ubicado una amplia sala de embarque con dos nuevas entradas, mientras que las tres que ya existían se han reformado. Las cinco puertas conforman un conjunto destinado principalmente al tratamiento de vuelos a terceros países, pero con la flexibilidad suficiente para tratar vuelos de la Unión Europea, a los que se suman tres puestos dobles de control de pasaportes. En esta planta está prevista la instalación de 132 mostradores de facturación, 36 de ellos nuevos.

La planta baja se ha destinado a la zona de llegadas, que da prioridad a vuelos internacionales, con tres nuevos hipódromos y tres cintas de recogida de equipajes internacionales, más una para equipajes especiales. También acoge las instalaciones de aduana y control de pasaportes, además de nuevas dependencias para sanidad exterior y policía. En este sentido, se ha doblado el número de puestos de control de seguridad, que llegará hasta 20, y aumentan también los de control de pasaportes, tanto en salidas como llegadas, pasando de 18 a 24.

En cuanto a la central eléctrica y las subestaciones de distribución en media tensión, se han remodelado y se han segregado, por un lado, la central eléctrica del lado tierra, que distribuye la energía a los diferentes centros de transformación del aeropuerto, y por otro, la central eléctrica del lado aire, que controla el suministro ininterrumpido de los



sistemas de ayudas visuales de aproximación e iluminación de las pistas de aterrizaje. Estos sistemas se han ubicado en edificios diferentes aunque contiguos e intercomunicados.

En esta primera fase también se ha sustituido la tensión de distribución interna de energía en el aeropuerto de 6

a 20 kW, y se ha reforzado la línea eléctrica que alimenta a esta infraestructura, así como la capacidad de suministro mediante grupos de emergencia propios. De esta forma se garantiza una distribución energética eficiente, segura y adaptada a las necesidades de la infraestructura ampliada.



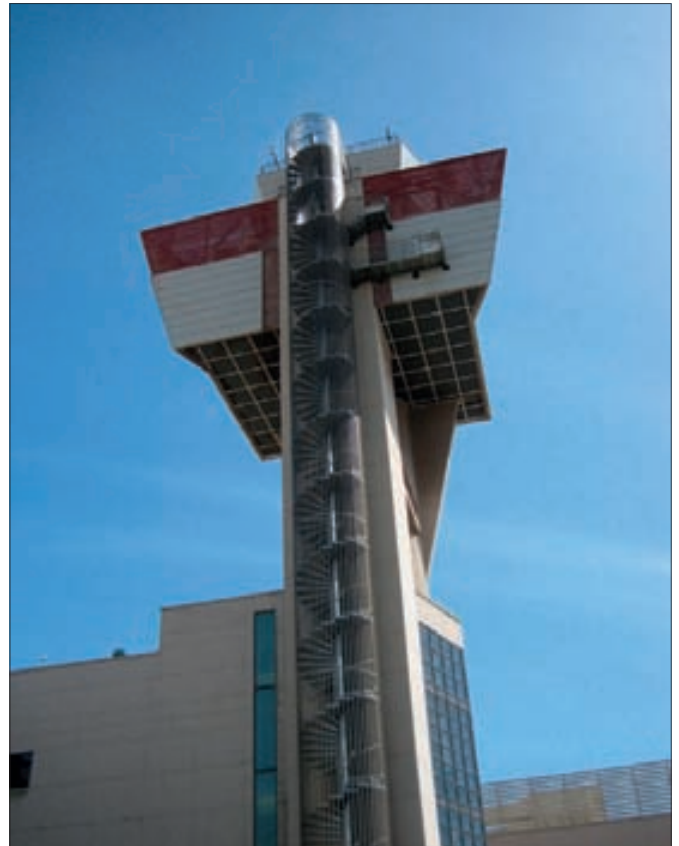
► Nueva sala de llegadas en el dique Sur. Debajo, hall de facturación.



Una vez ejecutadas la totalidad de las actuaciones, el aeropuerto grancanario habrá crecido en 58.000 m², pasando de los 105.000 m² actuales a 163.000 m², con lo que se calcula que podrán transitar por las instalaciones hasta 16,5 millones de pasajeros al año, frente a los 12,5 millones actuales.

Segunda fase

Con la segunda fase, que contempla la ampliación hacia el oeste, el objetivo es disponer de mayor espacio en las zonas de facturación de la primera planta de la terminal, y en la de llegadas de la planta baja, mientras que en la zona



► Torre de control del aeropuerto grancanario.

Quinto aeropuerto de España

Situado a 18 kilómetros de la capital, Las Palmas de Gran Canaria, en la costa este de la isla, y a 25 de los centros turísticos, el aeropuerto de Gran Canaria es la quinta infraestructura aeroportuaria más importante de España por número de pasajeros –9,9 millones en 2012–, después de los de Madrid, Barcelona, Palma de Mallorca y Málaga. Sin embargo, su importancia relativa es mayor si comparamos la población de las ciudades que albergan los dos aeropuertos más importantes, Madrid y Barcelona, que es diez veces mayor que la de la capital grancanaria. A esto se añade que el flujo de pasajeros a lo largo del año es constante en el aeropuerto de Gran Canaria, con picos de incremento en los meses de verano y de invierno, mientras que el de Palma de Mallorca concentra su tráfico en los meses estivales y el de

Málaga es el aeropuerto de referencia en el sur del país.

Su ubicación, a 23 metros de altura sobre el nivel del mar, unido a las óptimas condiciones meteorológicas de la isla, contribuye a que tenga una consideración de aeropuerto muy seguro. Esto permite operar aquí las 24 horas del día durante los 365 días del año, una garantía para que las aerolíneas realicen sus operaciones sin la desventaja de una meteorología adversa.

Entre sus infraestructuras cuenta con dos pistas paralelas de 3.100 metros de longitud y 45 de anchura, que permiten 53 operaciones por hora. Se trata de la 03L/21R, con sistemas ILS CAT I en ambas cabeceras, que se suele utilizar para despegues y aterrizajes, y la 03R/21L, sin ILS. Ambas son empleadas de forma simultánea para aterrizajes y despegues, tanto de aviones civiles como militares.



▶ El aeropuerto de Gran Canaria tiene un flujo de pasajeros constante a lo largo del año, con picos en los meses de verano y de invierno.

central del edificio se ejecutará un nuevo filtro de seguridad y se remodelarán las zonas comerciales, convirtiendo la actual multitienda en una tienda pasante.

También se está construyendo un nuevo aparcamiento

to frente a la terminal de carga de Iberia, con una superficie de 26.760 m², distribuidos en cinco plantas, dos de ellas soterradas, con capacidad de 934 plazas, incluidas 19 reservadas para personas con movilidad reducida.

El proyecto cuenta con dos rampas para el tránsito de los vehículos, una de subida en la fachada norte y otra de bajada en la sur. Para el acceso a pie a los vehículos estacionados los usuarios dispondrán de dos núcleos de

ascensores, dos con capacidad para 26 personas en la fachada oeste y otro para 13 en la este.

Al quedar la planta primera del parking a nivel del viario exterior y la planta baja enterrada, el edificio no se muestra como volumen sino como una plataforma de estacionamiento en el que ciertos elementos, como las marquesinas de protección de los vehículos estacionados, las cajas de ascensores o los cuartos técnicos son los únicos elementos arquitectónicos que se manifiestan en el entorno exterior. Las cubiertas metálicas propuestas son de fácil desmontaje en previsión de una posible ampliación en altura del edificio.

Por otro lado, se están mejorando los accesos y se construirá un nuevo vial elevado en la zona de salidas, cuya cubierta y fachada será la prolongación de la del nuevo hall de salidas, y reformando parte del aparcamiento actual para convertirlo en un nuevo vial y aparcamiento de autobuses, además de



▶ Pasillo comercial del aeropuerto en la sala de embarque.



► Nueva sala de llegadas en el dique Sur, en la planta baja, con cintas para la recogida de equipajes.

remodelarse todos los viales de entrada y salida del edificio terminal y de entrada norte a la plataforma y urbanización de la zona.

Tercera fase

La conexión del edificio terminal con la ampliación hacia el norte, que se ejecutará en una tercera fase, afecta de forma temporal mientras se realizan las obras a la actual zona de embarques interinsulares. Con el fin de no penalizar la operativa del aeropuerto se

En la primera fase de ampliación se han remodelado el edificio terminal y las instalaciones eléctricas

han habilitado para el tráfico interinsular las antiguas zonas de embarque y recogida internacional, que desde la entrada en funcionamiento del nuevo dique Sur se encuentran ubicadas en esta zona del edificio terminal.

En esta tercera fase está previsto también construir un nuevo dique retranqueado respecto a la fachada actual. Esta mejora permitirá a los usuarios disponer de nuevas salas de facturación, embarque, llegadas y recogida de equipajes, y se podrá embarcar por pasarela en aeronaves

tipo E, que son los aviones de gran tamaño (Boeing 747, Airbus 330 o 340). De esta forma, con las dos nuevas pasarelas el aeropuerto sumará un total de 13.

También está previsto ampliar la plataforma de estacionamiento de aeronaves, que permitirá aumentar el número de posiciones de estacionamiento para este tipo de aviones, así como adecuar las calles de rodaje, ya que estos aviones necesitan más espacio. Se adecuarán las distancias mínimas con respecto a la pista y se adaptará el espacio restante al estacionamiento de aeronaves de categoría similar a las que actualmente lo hacen; también se homogeneizará el sistema de iluminación para adaptar la señalización a la nueva configuración de puestos de estacionamiento.

El proyecto se completa con una nueva planta para oficinas y la construcción de un nuevo edificio de seguridad para la Guardia Civil, que consta de un solo nivel de 1.100 m² y actualmente es-

LAS CIFRAS DE LA AMPLIACIÓN

	Actual	Ampliación	Final
Superficie terminal	105.000 m ²	58.000 m ² nuevos 55.000 m ² remodelación 7.200 m ² nuevos viales	163.000 m ²
Mostradores de facturación	96	36	132
Hipódromos equipajes salidas	10	4	14
Hipódromos equipajes llegadas	16	8	24
Controles de seguridad salidas/llegadas	10	10	20
Controles pasaportes llegadas	18	6	24
Pasarelas de embarque	11 simples	2 simples	13
Terminal pasajeros/hora	5.172	—	7.759
Terminal pasajeros/año	12.500.000	—	16.500.000



► El aeropuerto grancanario registró en 2012 un movimiento de 9,9 millones de pasajeros y más de 100.000 operaciones aéreas.

tá en servicio en la zona del aeropuerto junto a los accesos a la base aérea.

Diseño

La terminal ha sido diseñada pensando en el pasajero, con una arquitectura representativa y singular, contemporánea, caracterizada por el uso de tecnologías avanzadas, configurando los espacios teniendo en cuenta su funcionalidad y flexibilidad para adaptarse a las demandas futuras y utilizando nuevos materiales elegidos con el fin de preservar el medio ambiente.

También se ha tenido en cuenta en el diseño facilitar la orientación al pasajero, que encontrará espacios tanto desde el punto de vista de la iluminación como de la climatización muy cómodos, además de superficies reservadas para tiendas y servicios de restauración que hagan sentir al visitante

que se encuentra en un lugar de ocio y encuentro. Esa búsqueda del máximo confort para los usuarios también se dirige al personal que trabaja en las instalaciones, y se ha cuidado que el edificio sea accesible para personas con mi-

nusvalías, suprimiendo todo tipo de barreras arquitectónicas.

Se trata de un diseño sostenible en el que se han tenido en cuenta los objetivos de ahorro energético y conservación del medio ambiente para conseguir una gestión eficaz de los

recursos energéticos. En este sentido, los materiales propuestos para la construcción son naturales y reciclables, con una calidad acorde con la durabilidad, garantía y fiabilidad que se exige a un edificio público de esta envergadura. ■



► La terminal se diseñó pensando en el pasajero, con espacios flexibles para adaptarse a la demandas futuras.



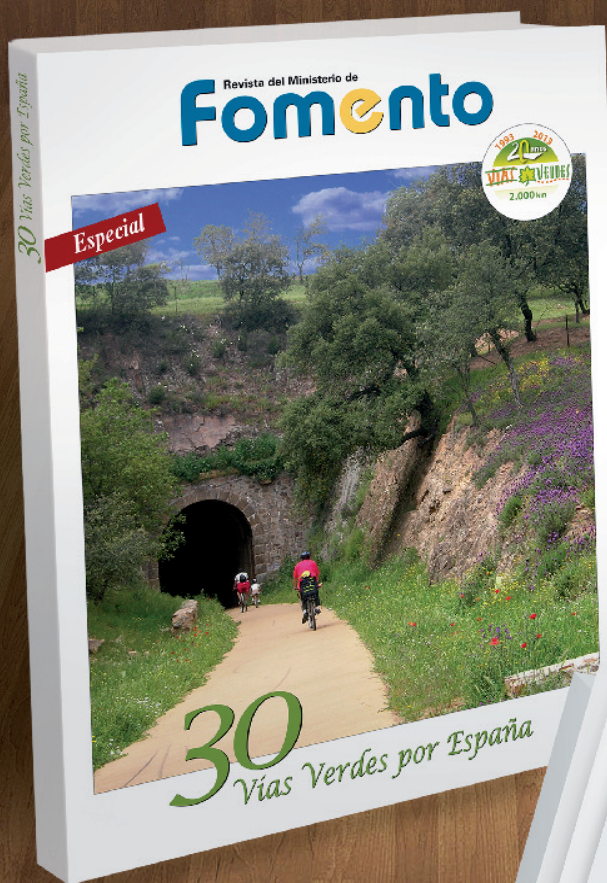
GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

Centro virtual de publicaciones

Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales

PROMOCIÓN ESPECIAL DEL 25% DE DESCUENTO PARA SUSCRIPTORES DE LA REVISTA DEL MINISTERIO DE FOMENTO



RECOPIACIÓN ESPECIAL DE REPORTAJES PUBLICADOS EN LA REVISTA ENTRE 2009 Y 2012 Y OTROS DE NUEVA EDICIÓN



Una selección de antiguos trazados ferroviarios, hoy acondicionados por el Programa de Vías Verdes, para descubrir la naturaleza y el patrimonio histórico a través de 30 rutas accesibles para todos.



PVP: 10 €

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91

Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)

Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

www.fomento.gob.es



FINALIZA LA CONSTRUCCIÓN DEL
PUENTE DE VIDIN-CALAFAT

Un paso doble sobre el Danubio



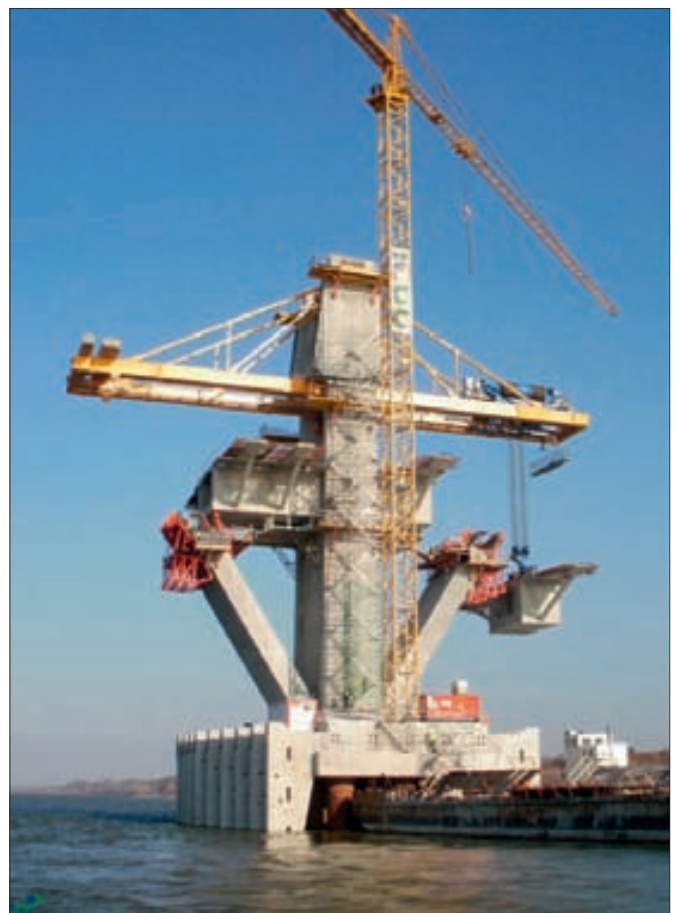
R. F. FOTOS: FCC CONSTRUCCIÓN

A mediados del mes de junio está prevista la apertura oficial al paso de vehículos y trenes del puente de Vidin-Calafat, una colosal obra de ingeniería que desde el proyecto a la ejecución lleva sello español.

El nuevo puente sobre el Danubio que une las localidades de Vidin, en el lado búlgaro, y Calafat, en el rumano, es una de las piezas estratégicas esenciales del corredor IV paneuropeo, fundamental para la mejora de

las comunicaciones entre el centro y el este de Europa, con prolongaciones más allá de los Balcanes, hasta Grecia y Turquía.

La construcción de un puente sobre el Danubio responde a una vieja necesidad histórica que se remonta a las



legendarias desapariciones de los puentes de Trajano y Constantino, de los que se cree que fueron destruidos en los primeros siglos de nuestra era para detener las invasiones bárbaras. El único puente operativo en la zona se sitúa a unos 300 kilómetros co-

rriente abajo del Danubio, en la localidad rumana de Rouse. Terminado en 1954 con ayuda de la Unión Soviética, es una estructura cuyo deficiente estado de conservación, junto a las de las carreteras en la zona, la hacen muy poco utilizada por el tráfico.

► *Tres imágenes de la ejecución del tablero y las pilas del puente.*



▶ Avance del tablero, traslado de dovela y montaje de tirantes.

La unión de los tráficos de ferrocarril y carretera en un único puente evita la ejecución de una segunda estructura sobre el río

Las obras de construcción del puente Vidin-Calafat fueron adjudicadas a comienzos de 2007 a la empresa española FCC, tras un proceso de licitación internacional. Y unos pocos meses después lo fueron también las infraestructuras de acceso, tanto por carretera como por ferrocarril.

Financiado en su mayor parte con fondos ISPA de la Unión Europea (unas ayudas previas a la adhesión para los países del Este), préstamos del Banco Europeo de Inversiones y el Ministerio de Transportes de la República de Bulgaria, las obras del puente han sido de una gran complejidad y han supuesto un gran reto por la superación de enormes dificultades en todos los órdenes: político, técnico, climático (heladas en la temporada invernal, inundaciones y fuertes crecidas del río), suministro de materiales, coordinación de los equipos de trabajo, etc.

Diseño integrador

El diseño del puente es obra de los ingenieros Javier Manterola, Juan A. Navarro y Antonio Martínez Casado, de la empresa Carlos Fernández Casado S.L., junto a José L. Álvarez Poyatos de FCC, que



optaron por un único puente mixto de carretera y ferrocarril. A juicio de los proyectistas esta solución ofrece múltiples ventajas, entre otras: la unión de los dos tráficos en una sola estructura evita la construcción de otro puente; la distribución de la carga del ferrocarril a lo largo del eje del puente evita desequilibrios transversales de carga, y se origina menos impacto ambiental y una mejor integración de la obra en el entorno.

El puente sobre el Danubio tiene una longitud total próxima a los 1.731 metros, distribuida entre el paso principal sobre el río y las zonas de aproximación. La obra se articula en tres zonas bien diferenciadas: el cruce del brazo principal del río, el cruce sobre el ramal secundario, con



uno de los apoyos en la isleta central, y el puente ferroviario.

El brazo principal del río es también su zona navegable, por lo que una de las condicionantes del proyecto era permitir el paso de embarcaciones al menos por tres canales de anchura media estimada en torno a los 150 metros. Partiendo de ello, los proyectistas españoles barajaron las distintas posibilidades de salvar el cauce, decantándose finalmente por la opción de tres vanos principales con una luz libre de 180 metros que, además de permitir la navegación con la capacidad requerida, refuerzan la estética y plasticidad de la estructura.

Respecto al tablero se diseñó un canto constante de 4 metros, integrado por una viga cajón de 7,2 metros de anchura,



▶ Últimos retoques en el puente y grúa para el traslado de bloques.

sobre la que se instaló la plataforma ferroviaria y las dos calzadas laterales fijadas con puntales inclinados. Para poder salvar los 180 metros de luz en los tres vanos del brazo principal reservado a la navegación, el tablero se soporta también con la ayuda de un sistema de atirantamiento extradorsal de poca altura, instalado en la separación entre la carretera y el ferrocarril, sobre las pilas de apoyo del dintel. Para evitar problemas de fatiga debidos al atirantamiento y a las oscilaciones de las cargas por el tráfico ferroviario se dispuso de dos puntales inclinados en la parte inferior.

En el ramal secundario del río, en el lado búlgaro, la luz entre pilares es de 80 metros y no hace necesaria la instalación de sistema de atiranta-



Reto tecnológico

La construcción del puente de Vidin-Calafat ha supuesto un enorme desafío en todos los órdenes. De especial dificultad han sido los trabajos de cimentación, que además de satisfacer las más altas exigencias técnicas han debido superar adversidades meteorológicas de todo tipo, desde fuertes tormentas eléctricas a heladas, lluvias torrenciales y grandes crecidas del Danubio. Uno de los mayores retos lo supuso la ejecución de las cuatro pilas en la zona navegable, para la que se hizo necesario recurrir a una flota de embarcaciones y que obligó a una rigurosa planificación de los trabajos, tanto para fijar con la máxima precisión toda la maquinaria a utilizar —grúas, vibrohincadores, de perforación y extracción de lodos, etc.— como para asegurar que todo el proceso de hormigonado se efectuaba sin la más mínima interrupción una vez iniciado. Así, en algunos momentos, para asegurar la continuidad de los trabajos de cimentación, el dispositivo en obra estuvo integrado por 45 trabajadores, ocho grúas de hasta 120 toneladas, dos equipos de perforación y tres sistemas de perforación RT3, 3 vibradores de alta frecuencia y un equipo más para la hincada de pilotes.

miento. Los proyectistas se decantaron por esa luz tanto por razones estéticas y de armonía en toda la estructura, manteniendo la linealidad y congruencia de diseño, como por el abaratamiento razonable de los costes que comporta.

Para el paso del ferrocarril sobre el ramal principal, plataforma de vías y carretera utilizan el mismo tablero. Es a partir de la isla cuando la carretera desciende hacia el lado búlgaro en pendiente y el ferrocarril comienza un progresivo ascenso sobre una estructura de 8,6 metros de ancho soportada en vigas, conformando un segundo viaducto que va elevándose gradualmente desde el tablero de hormigón pretensado y sobrepasa el cruce de la carretera para volver luego a su cota.

Superando dificultades

Como sistema de construcción del puente principal se utilizó el de lanzamiento por voladizos sucesivos con doweles prefabricadas. En los accesos se optó por sistemas *in situ* de hormigonado.



▸ Vista de la plataforma mixta (arriba) y trabajos de cimentación en el río (debajo).

Los sustratos arenosos del lecho del río han requerido una meticulosa ejecución de la cimentación. Muchas y arduas han sido las dificultades a superar. A fin de asegurar los resultados más óptimos, con carácter previo a los trabajos *in situ* se efectuaron todo tipo de ensayos: de carga estática, dinámica, de control, *Cross-hole* (para detectar vibraciones en el terreno) en todos los pilotes ejecutados, etc.

De especial dificultad fueron los trabajos de cimentación en la zona navegable del Danubio. Requirieron de distintos tipos de embarcaciones, desde pontonas a remolcadores, plataformas de transporte para personal y equipos, o barcos-depósito para suministros y materiales. La larga duración de los trabajos en cada pilote, cuya ejecución no podía interrumpirse durante el armado y hormigonado, hizo necesaria la utilización de dos pontonas y de dos equipos completos de trabajo durante las 24 horas del día. En cada pontona se instalaron dos grúas totalmente intercambiables en funciones, evitando cualquier posible suspensión de los trabajos por averías u otro imprevisto.

La cimentación se realizó en un encepado único por pila, sobre 24 pilotes de 2.000 milímetros de diámetro y una profundidad máxima de 80 metros. Como sistema de ejecución se optó por el de camisa perdida hincada mediante vibrador. Las camisas, soldadas en tierra y suministradas de una pieza, permitieron asegurar el empotramiento al máximo de profundidad en el estrato de arcillas. No obstante, la extrema variabilidad en los caudales del río y de los consiguientes niveles de cota obligó en muchas ocasiones al corte de las camisas para hacer posible la utilización de las herramien-



► Vista general, montaje de vías y trabajos en el tablero del puente.

tas de perforación, así como a su posterior soldado nuevamente a fin de proseguir las fases de desarenado y hormigonado.

Asimismo, para contrarrestar la carencia de referencias fijas de la posición en las pontonas, se hizo necesaria una asistencia topográfica continua mediante sistemas GPS. Todas las coordenadas suministradas se comprobaban a posteriori por métodos tradicionales para garantizar la máxima precisión en los trabajos.

Rigurosos controles de calidad fueron también necesarios en todas las fases de armado y hormigonado debido a la gran variabilidad meteorológica y de las condiciones de humedad y temperatura, con registros en invierno inferiores a los -20° . A tal efecto se crearon hormigones especiales de la más alta resistencia y se diseñaron sistemas de protección específicos para asegurar el control de temperatura y que los trabajos de soldadura se efectuaron en todo momento con las máximas garantías. ■



EL PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PERMITE A MADRID-BARAJAS AHORRAR 2,2 M€ EN 2012

Un ahorro que vale por dos



R. F. FOTOS: AG AENA/CABALLERO

Desde la inauguración de sus nuevas terminales el aeropuerto madrileño se esfuerza en mantener los máximos niveles de excelencia en la prestación de sus servicios. Un compromiso que también alcanza a la preservación del medio ambiente y de los recursos naturales. El sistema de gestión ambiental desarrollado por el aeropuerto y su plan de eficiencia energética son dos instrumentos esenciales en el logro de esos objetivos.

El aeropuerto de Madrid-Barajas consiguió ahorrar 20.447.171 kWh en 2012 en sus consumos de energía eléctrica. Esta cifra equivale al consumo anual de unos 1.947 hogares tipo, habitados por entre 4/5 personas, de acuerdo con las estimaciones del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), o al consumo anual de una población de unas 8.000 personas, como la del municipio madrileño de Loeches, situada a escasos kilómetros del propio aeropuerto.



Las medidas han afectado tanto al interior de los terminales como a las calles de rodadura.

La reducción del consumo eléctrico en las instalaciones aeroportuarias se ha traducido a su vez en un ahorro económico de 2.249.189 euros. Y ha supuesto también una importante aportación a la mejora medioambiental del entorno, pues con ella se ha evitado la emisión de 6.849 toneladas de CO₂.

Examen continuado

Prácticamente desde el estreno de sus nuevas terminales hace ya más de una década, el aeropuerto madrileño viene desarrollando y aplicando un exigente sistema de gestión ambiental basado en la evaluación continua de los parámetros de sostenibilidad y reducción de consumo de recursos naturales, obligándose a la mejora anual de objetivos.

Dentro de esa línea, la mejora continua de la eficiencia energética es uno de los objetivos clave del sistema de gestión ambiental. Para lograrla, la implantación de nuevas tecnologías y la formación y concienciación del personal que presta sus servicios en el aeropuerto han sido dos de las herramientas más esenciales.

Respecto a la introducción de nuevas tecnologías, las actuaciones emprendidas en el aeropuerto se han extendido desde tiempo atrás a un ambicioso frente de zonas y fases de consumo. Una de las primeras en aplicarse fue la implantación de estabilizadores de energía, a fin de lograr flujos uniformes de corriente, regulando niveles de iluminación y evitando las sobrecargas puntuales que ocasionan daños en equipos de encendido e iluminación. En la actualidad hay unos 25 equipos estabilizadores de energía distribuidos por todo el recinto



► También se han logrado ahorros en el SATE y las escaleras y pasillos rodantes.

aeroportuario. También se comenzaron a sustituir sistemas de refrigeración por otros más eficientes y de menor consumo energético.

Se han instalado asimismo fotocélulas y relojes programados que permiten desconectar automáticamente el alumbrado cuando detectan suficiente claridad procedente de luz natural. En la actualidad, las tres terminales cuentan con estos equipos. También en las escaleras y pasillos móviles se instalaron hace ya tiempo detectores de presencia para activar sus mecanismos sólo durante el tránsito de personas. Y, en cuanto a los puntos de luz, las luces halógenas y de otros tipos de mayor consumo, se han ido sustituyendo por otras lámparas de menor consumo. Y por lo que concierne a los balizamientos y las calles de rodadura en pista, también se adaptaron los circuitos y se sustituyeron las lámparas por otras de menor consumo y más eficaces.

Punto por punto

Así, entre las medidas concretas adoptadas y en las que se impuso un mayor control y seguimiento a lo largo de 2012, cabe destacar: la instalación de detectores de presencia para regular el alumbrado en todas las zonas de tránsito y ocupación eventuales de pasajeros en las terminales T1, T2 y T3; en muchas áreas de esas terminales se ha implantado asimismo tecnología LED de bajo consumo, desde farolas a rótulos luminosos y monitores de vídeo y televisión, cafeterías y salas VIP, aseos, etc.

Se ha extendido también el apagado para zonas habitualmente sin uso o con alumbrado ornamental, como en el procesador y dársenas de la



Las medidas de eficiencia energética han evitado la emisión de 6.849 toneladas de CO₂ a la atmósfera en 2012



T4. En los puntos de esta misma terminal iluminados con fluorescentes, se ha rebajado la potencia de estos de 58W y 36W a 51W y 32 W respectivamente. Por último, se han introducido una serie de adaptaciones y mejoras en la programación de los equipos de gestión informática del Sistema de Transporte Automático de Equipajes (SATE) con las que se han conseguido ahorros cercanos al 10% sobre los consumos anteriores.

A lo largo de 2012 se continuó la introducción de nuevas mejoras en los equipos de alimentación energética, principalmente de nuevos puntos de abastecimiento de energías renovables, en especial de paneles solares, cuyos frutos empezarán a notarse en estos próximos meses. Gracias a todos estos esfuerzos, el aeropuerto madrileño ha obtenido el nivel 2 del programa Airport Carbon Accreditation, impulsado, entre otros organismos internacionales, por Naciones Unidas –a través de su programa para conservación del medio ambiente (PNUMA)–, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y Eurocontrol. ■

RENFE INTRODUCE NUEVOS ITINERARIOS Y OFERTAS DE VIAJE EN SUS TRENES TURÍSTICOS



Más lugares, más asequibles

R. F. FOTOS: RENFE

Desde principio de año los servicios de Feve son operados por Renfe, también la flota de trenes turísticos. Coincidiendo con la nueva temporada, Renfe ha ampliado su oferta introduciendo los «Productos mini» en el Transcantábrico y el Al Andalus, paquetes que permitirán viajar en estos trenes por menos días pero a precios más baratos. El Al Andalus ha ampliado también su oferta de itinerarios con dos nuevas rutas: el llamado itinerario ibérico, por tierras de Castilla, La Rioja, Navarra y Aragón, y el del Camino de Santiago, por las principales ciudades de esta gran vía histórica.





► *El Transcantábrico, el Transcantábrico Gran Lujo y el Expreso de la Robla ofrecen nuevos itinerarios para esta temporada.*

legar a más público y a más territorios, estos son los dos grandes objetivos de la nueva campaña de trenes turísticos que ha asumido Renfe Operadora y que fue dada a conocer en Ferrol por la ministra de Fomento, Ana Pastor, y por Julio Gómez Pomar, presidente de la compañía, durante un acto celebrado a finales del pasado mes de abril.

Para alcanzar esos objetivos, los trenes Al Andalus, Transcantábrico Gran Lujo, Transcantábrico Clásico y Expreso de La Robla circularán desde la primavera y has-





► El tren Al Andalus abandona Andalucía para recorrer nuevos itinerarios en el norte peninsular.

ta el otoño, algunos de ellos con nuevas rutas y propuestas de viaje. Así, a las tradicionales ofertas de 8 días/7 noches, el Transcantábrico y el Al Andalus ofertarán viajes de 2, 3 o 4 noches a un precio menor. Por ejemplo, en el Transcantábrico Clásico se podrá elegir un paquete de 4 días/3 noches con salida de Santiago de Compostela y llegada a la localidad asturiana de Arriondas a un precio de 675 euros por persona. Y en el Al Andalus será también posible viajar durante 3 días/2 noches entre Sevilla y Granada por 890 euros por persona.

Todo incluido

Los nuevos paquetes incluirán en todos los casos el alojamiento en el tren; los desplazamientos en autocar para las excursiones, siempre guiadas por expertos en el arte y la historia de los lugares a visitar, y la rica oferta gastronómica tanto a bordo de los trenes, preparada por cocineros de contrastado prestigio, como en los restaurantes de las ciudades en que los trenes hacen escala.



► El Expreso de la Robla inaugura en verano la ruta «Paraíso Infinito».

El Al Andalus, que con sus cuatro coches salón y siete coches *suite* es el de más larga composición de los trenes turísticos, sumará dos nuevos itinerarios en los meses de verano: el Ibérico, con salidas desde Madrid o Zaragoza y escala en ciudades monumen-

tales de Castilla y León –Segovia, Ávila, Salamanca y Burgos, con visita al yacimiento prehistórico de Atapuerca–, La Rioja y Navarra, y el del Camino de Santiago, que comprende viaje en AVE de Madrid a Zaragoza, para continuar ruta, ya a bordo del

tren, hacia Haro, León, Santiago de Compostela, Pontevedra y Vigo.

Excepto en los meses de julio y agosto, en que se desplazará al norte para efectuar esos recorridos, el tren Al Andalus estará operativo en la ruta que le da nombre, a través de las ciudades más monumentales de Andalucía, hasta el próximo 3 de noviembre

El Expreso de La Robla estrena también itinerario en la temporada 2013. Su nueva ruta, operativa sólo en los meses de julio y agosto y denominada «Paraíso Infinito», parte de la estación de La Concordia, en Bilbao, para proseguir hasta Carranza, donde se efectúa una visita al parque temático del Carpín, y Torrelavega, donde se hace noche. Durante el segundo día el tren recorre los espectaculares paisajes del desfiladero de La Hermida y el valle de Liébana, con visitas a Potes, Fuente Dé y el monasterio de Santo Toribio, antes de llegar a Ribadesella, donde se cena y pernocta. Al siguiente día el Expreso pone rumbo a Gijón, y tras la visita guiada por su casco antiguo, hacia Infiesto

y Llanes, Santander, Santoña y Laredo son los últimos grandes hitos del nuevo itinerario, que rinde viaje otra vez en Bilbao ya pasada la media tarde. Durante la temporada regular, el Expreso de La Robla continuará ofreciendo su trayecto ya consolidado Bilbao-León-Bilbao, a través de los mejores paisajes del románico burgalés, palentino y leonés.

Feliz aniversario

El decano de los trenes turísticos, el Transcantábrico Clásico, cumple 30 años en 2013 circulando por primera vez bajo la marca Renfe. Cubrirá su habitual itinerario desde Santiago de Compostela a Bilbao y León, recorriendo los espectaculares paisajes de la costa cantábrica y de las montañas burgalesa y palentina, en viajes de 8 noches/7 días con una última salida desde Santiago de Compostela prevista para el 26 de octubre. Además de visitas guiadas a los principales hitos monumentales de la ruta, la oferta gastronómica seguirá constituyendo uno de sus principales signos de distinción.

El Transcantábrico Gran Lujo, compuesto por siete coches cama, cuatro coches salón y otro dedicado a cocina, realizará su habitual ruta entre San Sebastián y Santiago de Compostela, o viceversa, hasta el próximo 26 de octubre. Como novedad, Renfe ofrece la posibilidad de contratar el tren para viajes chárter confeccionados a la medida del cliente, para grupos que deberán reunir un máximo de 28 pasajeros y un mínimo de 26.

Para todos estos trenes e itinerarios, Renfe ofrece importantes descuentos en las reservas efectuadas con antelación de entre seis y cuatro meses. Más información en: www.trenesturisticosdelujo.com. ■



▶ Parajes singulares, comodidades a bordo y traslados en autobús a lugares de interés son tres ingredientes de los trenes turísticos.

Otros trenes

Además de los cuatro grandes abanderados del turismo ferroviario, Renfe cuenta con otros trenes procedentes de la antigua Feve, los llamados Trenes Turísticos del Norte, que realizan excursiones de un día a precios muy asequibles y que están operativos durante los meses de verano. Entre ellos, el Estrella del Cantábrico, con dos itinerarios distintos, el de la Biosfera y el de Covadonga, que parten de Gijón y llegan al parque natural de Redes y al santuario respectivamente. De León parte el Costa Verde, con un interesante recorrido por la montaña leonesa y las cuencas mineras para regresar ora vez a la capital. El Tren Histórico, por último, ofrece cuatro itinerarios diferentes: el itinerario de la Historia y el de Las Marismas, con origen y regreso a Bilbao, y el itinerario Mar y Montaña y el del Soplao, que arrancan y finalizan en Santander. Más información en: www.trenesturisticosdelujo.com



Una alternativa al



► Itaka analizará la viabilidad de la camelina (en la foto inferior, cultivo de esta planta) como materia prima para producir biocombustibles de aviación.



Caballero

JAIME ARRUZ

El sector de la aviación comercial lleva años estudiando y probando diferentes fuentes energéticas que ayuden a reducir su impacto negativo en el medio ambiente. Entre todos esos ensayos sobresalen los dedicados al uso de biocombustibles como alternativa al queroseno. España apuesta por ellos y encabeza varios proyectos para potenciar su aplicación en los próximos años.

queroseno



Camelina Company España

Desarrollar biocombustibles más eficaces como fuentes de energía alternativas al queroseno, que permitan en un futuro próximo sustituir al derivado del petróleo en el sector de la aviación con miras a rebajar así sus emisiones contaminantes, es el gran objetivo del acuerdo de cooperación suscrito a principios de febrero pasado entre los Gobiernos de España y Estados Unidos. Con este acuerdo se refuerzan también los programas emprendidos por ambos países con industrias e instituciones de diversa índole con el fin de lograr que la utilización de los biocombustibles sea una realidad en un corto periodo de tiempo.

Este convenio de colaboración, que firmaron la directora de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), Isabel Maestre, por parte de España, y la directora ejecutiva de Asuntos Exteriores de la Administración Federal de



Camelina Company España

Aviación (FAA), Carey J. Fagan, por parte de EE.UU., en presencia del secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, Rafael Catalá, y el viceministro estadounidense de Transportes, John Porcari, forma parte de una serie de actuaciones que diferentes empresas y entidades públicas y privadas españolas están llevando a cabo para el desarrollo de los combustibles alternativos al queroseno para su aplicación en aviación.

Un conjunto de actuaciones amparadas en la iniciativa destinada al impulso en la producción y consumo de queroseno para la aviación en la que participan el ministerio de Fomento a través de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, el ministerio de Industria, Energía y Turismo, a través del Instituto de Ahorro y Diversificación de la Energía (IDAE) y el ministerio de Agricultura, Alimentación y

Medio Ambiente, así como la Sociedad Estatal SENASA y diferentes empresas relevantes del sector.

Fuentes limpias

Uno de esos programas, y de los más importantes en cuanto a sus objetivos, es el programa Itaka –*Initiative Towards sustainable Kerosene for Aviation*, o Iniciativa para la producción de biocombustibles sostenibles para su uso en aviación–, que lleva a cabo políticas de I+D+i para la implantación de fuentes de energía más limpias para la avia-

ción europea y coordina la iniciativa española con otras de diversos países del continente. La introducción de combustibles alternativos en el sector aeronáutico español podría llegar a suponer la creación de 8.000 puestos de trabajo, entre directos e indirectos, además de reducir la dependencia de los derivados del petróleo.

Este proyecto, que tiene una duración de 36 meses y ha recibido financiación del Séptimo Programa Marco de la Comunidad Europea (FM7 / 2007-2013) por un montante de casi 10 de los 17 M€ presupuestados, persigue contribuir al objetivo anual de producción de dos millones de toneladas de biocombustibles para aviación en 2020 fijado por la Comisión Europea en su iniciativa *Biofuel Flight Path*. Para ello, un consorcio de empresas, líderes en los sectores aeroespacial y de combustibles, suma ya sus esfuerzos y entre noviembre de 2012 y octubre de 2015 trabajarán para crear y probar las nuevas fuentes energéticas en los sistemas logísticos existentes y en operaciones de vuelo convencionales en Europa. El programa Itaka permitirá también enlazar la oferta y la demanda mediante el establecimiento de relaciones entre proveedores de materias primas, productores de biocombustible, distribuidores y aerolíneas.

Para el desarrollo de esta iniciativa se apuesta por el aceite de camelina y el aceite de cocina usado como algunas de las materias primas con las

► Airbus A 320 de Iberia que en 2011 realizó el primer vuelo español con biocombustible (mezcla de camelina y carburante JET A-1). Izquierda, plantas de camelina.



que se ensayará la elaboración de los biocombustibles. Las estimaciones apuntan a que permitirían reducir un 60% las emisiones de gases efecto invernadero en comparación con el carburante JET A-1 de origen fósil que actualmente emplean gran cantidad de aviones en Europa. El proyecto analizará la producción y uso de la camelina, una planta de la familia de las brassíceas, como materia prima con respecto a su contribución a los mercados de alimentación humana y animal y su potencial impacto en el cambio de uso del suelo indirecto (ILUC). Uno de los fines será certificar toda la cadena de producción de ese combustible renovable, basándose en el estándar RSB EU RED (*Roundtable on Sustainable Biofuels*). Además, se abordará el impacto económico, social y regulatorio del uso a gran escala de ese biocombustible.

Los biocombustibles podrán reducir un 60% las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con el carburante de origen fósil



Proyecto europeo

Forman parte del programa Itaka diferentes compañías y entidades europeas, como Airbus, EADS-CASA y Servicios y Estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica S.A. (Senasa) de España, la Universidad Metropolitana de Manchester (Inglaterra), la Escuela

Politécnica Federal de Lausana (Suiza), el Consorcio para la Investigación y la Demostración de las Energías Renovables de Florencia (Italia), las empresas Skyenergy (Holanda), Compañía Logística de Hidrocarburos (España), Embraer (Brasil), Nestle Oil Corporation (Finlandia) y Camelina Company (España) y la Asociación Central de

Microbiología Microbiana – Biotechgen de Bucarest (Rumanía).

El programa Itaka tiene sus orígenes en el año 2007 y en el Plan SET impulsado por la Comisión Europea con el objetivo de reducir la dependencia de los carburantes derivados del petróleo. Para ello se apostó por poner en marcha una serie de planes de acción

destinadas a potenciar las iniciativas industriales europeas en nuevas fuentes de energía, impulsando la investigación y la innovación. El Plan SET incide en que los posibles riesgos y problemas que puedan surgir se aborden en mejores condiciones en conjunto por parte de la Unión Europea, los diferentes Estados miembros y la industria aeronáutica, pero siempre teniendo en cuenta que la reducción de costos y la mejora del rendimiento de los combustibles son dos de las patas del proyecto.

En este contexto, la Iniciativa Europea de Bioenergía Industrial (EIBI) –*European Industrial Bioenergy Initiative*– es una de las puntas de lanza del proyecto. Es una de las formas de plasmar esta iniciativa es el programa Itaka, nacido para potenciar la colaboración en un sector, el de los biocombustibles, que poco a poco dejará de ser futuro para convertirse en presente. ■

La materia prima

La camelina sativa, un cultivo oleaginoso no combustible perteneciente a la familia de las brasiáceas, es la planta que se está ensayando como materia prima para la elaboración de biocombustibles para aviación. Esta planta constituye una excelente alternativa para terrenos de secano en desuso o con bajas productividades, así como para cultivo de rotación con el cereal tradicional. Como principales ventajas, destacan su gran resistencia a sequías y heladas, sus bajas necesidades de fertilización, su cultivo mediante maquinaria convencional o su elevada reducción neta de emisiones de gases de efecto invernadero.

El aceite que se extrae a partir del grano de camelina se emplea como materia prima para producir tanto bioqueroseno como biodiésel. En los últimos años, aerolíneas como Lufthansa, KLM o Tarom, así como cazas F/A Super Hornet de la US Navy norteamericana, han realizado vuelos con bioqueroseno a partir de aceite de camelina, y fabricantes de aviones como Embraer o Airbus también lo han probado. En España, un Airbus A 320 de Iberia realizó en octubre de 2011 con éxito un vuelo entre Madrid y Barcelona propulsado por una mezcla de biocombustible de camelina y carburante JET A-1, ahorrando en el trayecto 1.500 kilogramos de emisiones de CO₂.



150 AÑOS DEL FERROCARRIL EN BIZKAIA

El inicio de una red

JULIA SOLA LANDERO

FOTOS: J. LAURENT-INSTITUTO DEL PATRIMONIO CULTURAL DE ESPAÑA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA.

Se cumplen 150 años de la inauguración de la línea Bilbao-Tudela, que convirtió a la capital vizcaína en la primera ciudad del Cantábrico conectada por ferrocarril con la meseta castellana. Fue el primer paso en la configuración de la red ferroviaria en Bizkaia, a la que poco después se sumaron ferrocarriles destinados a las industrias minera y siderúrgica y líneas de vía estrecha para el transporte de pasajeros.



Fondo Juanjo Clauzola



► *Página opuesta, locomotora sobre el puente internacional de Irún. Arriba, estación de Bilbao-Abando. Izquierda, viaducto de Gujuli.*

Siglo y medio ha transcurrido desde que se inaugurara el primer ferrocarril de Bizkaia. Fue el 1 de marzo de 1863, cuando una entusiasta multitud de bilbaínos se arremolinó en la estación de Abando para ver salir el primer tren de la flamante línea Bilbao-Tudela, mientras doblaban las campanas de todas las iglesias de la ciudad y se lanzaban al aire centenares de cohetes. Ti-

rado por una locomotora a vapor Beyer Peacock procedente de Manchester, el tren inaugural llegaría hasta Orduña, a solo 40 kilómetros de la capital, recibiendo, a su paso por las estaciones de Arrigorriaga, Areta y Amurrio el mismo entusiasmo popular. No era para menos: aquel primer viaje culminaba 30 años de tentativas y proyectos fracasados, realizados con el objetivo de conseguir que el tren pasara por Bizkaia.

La primera tentativa de aquel empeño fue bien temprana: en 1832, cuando apenas hacía dos años que se había inaugurado el primer ferrocarril para transporte de pasajeros del mundo, entre Manchester y Liverpool (Inglaterra). En aquel año, el político bilbaíno Pedro Novia Salcedo redactó el denominado «Plan de Igual», en el que proponía a la Diputación de Bizkaia, entre otras mejoras territoriales, una línea ferroviaria entre Bilbao y Balma-



▶ Vista exterior de la estación de Abando en 1863, origen y destino de la línea Bilbao-Tudela.

seda, concebida como un primer paso para conectar más adelante con Burgos y Madrid, por el sur, y con Irún por el norte.

Sin embargo, apenas comenzó a estudiarse el proyecto, el estallido de la Primera Guerra Carlista (1833-1840) vino a truncar el proyecto, que fue retomado tras la contienda, en 1845, por el Ayuntamiento de Bilbao, la Diputación y la Junta de Comercio, quienes obtuvieron la correspondiente concesión, contrataron a prestigiosos ingenieros británicos y constituyeron una compañía explotadora para toda la línea Madrid-Irún.

Pero de nuevo otro infortunio vino a congelar el ambicioso proyecto, esta vez una crisis bursátil internacional que impidió la financiación del ferrocarril, en el que llegó a intervenir, sin éxito, el poderoso marqués de Salamanca. El resultado fue que la concesión, concedida por un plazo de 10 años, prescribió.



▶ Vista del viaducto de la Peña, fotografiado en 1863, que actualmente se encuentra en servicio.

Expansión ferroviaria

Fue la creación de las leyes de banca y de ferrocarriles, promulgadas por el Gobierno del bienio liberal (1855-1856), donde se establecían instrumentos de financiación para afrontar las ingentes inversiones necesarias para poner en marcha el ferrocarril, lo que favoreció la entrada de capital extranjero en España y el desarrollo de importan-

tes empresas ferroviarias que en apenas una década construyeron más de 5.000 kilómetros de vías férreas.

Al calor de aquel impulso volvió a reactivarse la idea de conectar Madrid e Irún por vía férrea. Un jugoso proyecto por el que apostaron todas las provincias vascas, que defendieron sus diferentes intereses. Finalmente ganó la propuesta de un trazado que discurría por Miranda de Ebro,

Vitoria y Alsua, y gran parte de Gipuzkoa, dejando fuera a Bilbao.

La decisión fue un cubo de agua fría sobre las viejas aspiraciones vizcaínas, pero sirvió de acicate para que las fuerzas políticas, sociales y económicas de Bizkaia comenzaran a proyectar un ferrocarril que conectara con la línea general del norte. Estaba en juego el futuro de la industria siderúrgica y la mine-



El fracaso financiero del ferrocarril Tudela-Bilbao fue clave para entender el desarrollo de los ferrocarriles de vía métrica en la cornisa cantábrica.



Primitiva estación de Logroño en 1863, una de las paradas de la línea Tudela-Bilbao.

ría que más tarde habría de impulsar la economía de toda la provincia.

Surgió entonces la idea de crear la línea Tudela-Bilbao, con enlace en Miranda de Ebro con la Compañía del Norte y en Castejón de Ebro con la línea Zaragoza-Pamplona. Un ambicioso proyecto para el que en pocas semanas se consiguieron los 100 millones de reales necesarios para arrancar su construc-

ción, que se gestionarían a través de la Compañía del Ferrocarril de Tudela a Bilbao, constituida a tal efecto.

Las obras, dirigidas por el prestigioso ingeniero inglés Charles Blacker Vignoles –autor del perfil de carril base que lleva su nombre y que actualmente es el carril estándar mundial–, duraron cinco años, durante los cuales centenares de trabajadores se afanaron en cavar y allanar la du-

ra y escarpada orografía vasca. La estación principal se ubicó donde hoy se sitúa la terminal de Abando, en pleno centro de Bilbao, una ciudad que vivió, cuando las obras empezaron a ser una realidad, una importante revolución social, económica y urbanística.

Y llegó el esperado día de la inauguración de aquel primer tramo de la línea entre Bilbao y Orduña, coincidiendo con la llegada de los trenes de mer-

cancías a Miranda de Ebro, lo que supuso que Bilbao se convirtiera en la primera ciudad en conectar mediante el transporte ferroviario la meseta castellana y el Cantábrico.

El 31 de agosto de aquel mismo año de 1863 se inauguró toda la línea. Con una longitud de 248 kilómetros, se convirtió en un auténtico motor para la economía bilbaína, que, basada en la industria siderúrgica y la minería, en esa época empezaba a despegar y necesitaba potentes medios de transporte. Su desarrollo marcaría un prometedor futuro.

Adversidades

Los años sucesivos a la apertura de la línea no fueron fáciles. A pesar del abundante tráfico de viajeros y mercancías, los beneficios no alcanzaban para cubrir los gastos. La obra tuvo un coste final que casi triplicó al presupuestado inicialmente, de modo que la compañía tuvo



► Vista de Bilbao y de la estación de Abando, con su playa de vías, fotografiada en el año 1876.

que endeudarse más y suspender pagos en 1866 durante un año, mientras sus acciones bajaron de 100 duros a cinco, de forma que, en palabras de Miguel de Unamuno, «sólo servían para envolver confitura». En su obra *Paz en la guerra* rememoraba así la crisis de la empresa ferroviaria: «Su fracaso había llegado a todos los rincones de la villa, el pánico fue grande y lloraron muchos la pérdida de ahorros vendiendo dos cuartos de perejil o cosa que lo valiera».

A la crisis financiera se unió su cierre, entre 1873 y 1875, debido a la Tercera Guerra Carlista, lo que provocó importantes daños en infraestructuras y material móvil. Y al rosario de infortunios se unieron los movimientos de la Compañía del Norte para absorber la línea, lo que consiguió en 1878.

El fin de la autonomía de la línea marcó también el principio de una pujante etapa. En manos de la Compañía del Norte, la Tudela-Bilbao se

convirtió en una de los más rentables de la empresa y empujó considerablemente el sector industrial de Bizkaia. De su importancia da cuenta el que 150 años después, todavía se mantengan en uso muchas de sus infraestructuras, como los esbeltos viaductos de La Peña y de Miravalles o la do-

cena de túneles que atravesaba el tren hasta llegar a Miranda de Ebro.

Ferrocarriles mineros

Las pérdidas económicas que supuso la línea espantaron el apetito inversor por emprender nuevas aventuras fe-

roviarias. Ahora lo que importaba era la explotación minera y siderúrgica, y al calor de estas industrias surgieron en la provincia numerosos proyectos de líneas férreas mineras para dar salida al hierro a través del Nervión.

El primer proyecto, inaugurado en 1865, surgió para explotar las minas de los montes de Triano –ubicadas en los municipios de Galdames y Arcental–, que impulsaron la apertura de un ferrocarril de vía ancha entre el embarcadero de Sestao –desde donde se exportaba el mineral hacia Inglaterra– y el municipio de Ortuella. Tal fue el éxito de aquella línea minera, que enseguida se construyeron otras, esta vez de vía estrecha, como las de Sestao-Galdames, Orconera o la Franco-Belga, impulsadas por las empresas mineras.

Líneas de vía estrecha

Pero además de los ferrocarriles mineros, en Bizkaia pronto empezó a acuciar la necesidad de establecer una red

La línea Bilbao-Tudela tuvo unos inicios difíciles, pero comenzó a ser rentable al calor del pujante sector industrial vizcaíno



► Bendición de las locomotoras del ferrocarril de Tudela a Bilbao.

El ferrocarril de la ría

Veinticinco años después de la inauguración del primer ferrocarril de Bizkaia se abrió al público una nueva línea entre Bilbao y Portugalete. Este ferrocarril, junto con el inaugural, sería la base de la red de comunicación más estratégica para el desarrollo de la provincia. La línea, inaugurada el 24 de septiembre de 1888 –aunque el 19 de marzo se abrió el tramo Portugalete-Barakaldo–, fue la única que se construyó en vía ancha en Bizkaia. Su trazado era corto, pero su importancia fue capital en aquel momento de pujante desarrollo industrial.

El ferrocarril tuvo una estrecha relación con las personalidades económicas más influyentes de la provincia y con la sociedad Altos Hornos de Bilbao, que representaba más del 55% del capital suscrito. Además, contó con accionistas tales como los bancos de Castilla o Urquijo y Compañía.

Durante 36 años la Compañía del Ferrocarril Bilbao-Portugalete dirigió la explotación de la línea hasta que, en 1924, la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte adquirió todas las acciones, prolongó la línea hasta Santurzi y la electrificó.

Una exposición organizada por los Amigos del Ferrocarril de Bilbao, en colaboración con el Ayuntamiento de Barakaldo y la Fundación de Trabajadores de la Siderurgia General, ha rendido homenaje este año a aquel ferrocarril en su 125º aniversario. Desde el final de la Guerra Civil la línea pertenece a Renfe y presta un servicio de Cercanías que, tras una profunda modernización, dista mucho del servicio que prestaba aquella antigua línea.



► Muelles del Nervión en 1876. En la parte superior derecha, la estación de Abando recién construida.



► Estación de Miranda de Ebro (Burgos), donde se establecía la conexión con la línea Tudela-Bilbao.

de transporte de viajeros que respondiera a la emergente economía vasca. Pero había miedo al fracaso, y por eso, cuando en el año 1882 se puso en servicio el tren de vía estrecha Bilbao-Durango, los impulsores del proyecto, desde círculos financieros bilbaínos, fueron llamados «los locos del duranguillo». Sin embargo, resultó un buen negocio que se relacionó con el ancho de vía métrico, más idóneo para sortear la difícil orografía vizcaína, y que impulsó que se creara una de las mallas ferroviarias de vía estrecha más densas de Europa.

Algunos ejemplos de estas líneas fueron la de Bilbao a Las Arenas, a Balmaseda y a Lezama, la de Castro a Traslaviña o la de Elgoibar a San Sebastián, todas construidas a finales del siglo XIX.

En poco más de una veintena de años la red ferroviaria vizcaína ya contaba con conexiones directas con San Sebastián y Santander, y con un operativo enlace con el territorio del carbón a través del ferrocarril de la Robla, lo que aceleró el desarrollo de la industria siderúrgica. La única línea de vía ancha construida tras la de Tudela-Bilbao fue

la que unía la capital vizcaína y Portugalete, puesta en servicio en 1888. Pocos kilómetros pero con un altísimo valor estratégico, ya que unía los muelles del puerto exterior de Bilbao y las principales factorías siderúrgicas con el resto de la red ferroviaria española.

Ya en el siglo XX se siguieron creando vías férreas, la mayoría relacionadas con la minería, como el ferrocarril del Plazaola o el Vasco-Navarro, de forma que en tan solo veinte años en el País Vasco ya se había tejido la red ferroviaria más densa de España. ■





► Las iniciativas europeas buscan alcanzar un importante trasvase de personas y mercancías desde la carretera al ferrocarril con el apoyo de la innovación tecnológica

Deutsche Bahn



EJE DEL ESPACIO ÚNICO EUROPEO DEL TRANSPORTE EN 2050

El futuro pasa por el ferrocarril

BEGOÑA OLABARRIETA

El tren quiere convertirse en el centro del transporte europeo en las próximas décadas. Sostenible, verde, competitivo, rentable, seguro, eficiente y adaptado a las necesidades de los usuarios, a la vez que motor de la economía europea. Oportunidades y desafíos que hacen necesaria una estrategia de remodelación de factores clave del sistema ferroviario actual, que pasa por la necesaria inversión para acometer el reto.

Situar al ferrocarril en el corazón de un sistema de transporte integrado y atractivo, que contribuya a una reducción drástica de las emisiones, con menos dependencia de los combustibles fósiles, que alivie los actuales problemas de congestión, y que colabore al crecimiento de la economía y la cohesión en

Europa. Son los objetivos marcados para 2050 por los diferentes actores y organismos implicados en el sector del transporte, que ven en las nuevas regulaciones y necesidades de los países y de los mercados una oportunidad sin parangón para el sector ferroviario, aunque ello conlleve una apuesta decidida por la innovación y el desarrollo.



► La meta es lograr una red europea de alta velocidad que sea multimodal e interoperable, de alta calidad y gran capacidad.

Es el panorama dibujado por el grupo de trabajo de la Unión Internacional de Ferrocarriles –conformado, entre otros, por federaciones de pasajeros, gestores de infraestructuras y empresas de transporte de mercancías–, que presentó en febrero el documento *Desafío 2050*, con orientaciones a legisladores, compañías operadoras y suministradoras para «animarles a hacer la inversión de la que depende la movilidad sostenible en Europa».

Un desafío lanzado también en la *Hoja de Ruta del Ferrocarril 2050*, del Consejo Europeo para la Investigación Ferroviaria (ERRAC). Su presidente, Andrew McNaughton, cree que es necesario trabajar «para estimular un trasvase modal hacia el transporte de viajeros y mercancías por ferrocarril».

Objetivos para cambiar el sistema

El Libro Blanco del Transporte. Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transporte competitiva y sostenible define 10 objetivos de mejora, seis de los cuales se refieren al ferrocarril, que destacan la importancia de su papel en el futuro inmediato:

- El 30% de transporte de mercancías por carretera en distancias superiores a 300 kilómetros debería cambiar a modos como el ferrocarril en 2030, llegando a un 50% en 2050, a través de corredores respetuosos con el medio ambiente.
- Para 2030 se habrá triplicado la longitud de la

red de alta velocidad, y en 2050 la mayor parte del transporte de viajeros de media distancia se hará en tren.

- Contar con una red básica RTE-T multimodal completamente funcional en toda la UE, de alta calidad y capacidad para 2050, y con un conjunto de servicios de información.
- Conectar puertos y aeropuertos con la red ferroviaria.
- Desplegar el sistema europeo de gestión del transporte Ertms.
- Para 2020 establecer un marco para un sistema europeo de información, gestión y pago de transporte multimodal.

A partir de estas declaraciones de principios, los distintos organismos europeos dibujan un mapa de mejoras que viene determinado por los objetivos que en el *Libro Blanco del Transporte. Hoja de Ruta hacia un Espacio Único del Transporte–Hacia un sistema competitivo y eficiente*, de la Comisión Europea, hacen referencia explícita al ferrocarril como eje del desarrollo de las próximas décadas.

Nuevos desafíos

Básicamente, lo que viene a decir la Comisión Europea es que en los próximos años habrá que hacer frente a nuevas expectativas y necesidades. Por un lado, habrá un incremento del transporte de mercancías y de pasajeros en una



► La actividad global del transporte de mercancías por ferrocarril crecerá en Europa un 40% en 2030 y por encima del 80% en 2050.

red que ya se encuentra al máximo de su capacidad. Por otro, este aumento de tráfico no debe mermar el objetivo de «reducir drásticamente» las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial, depender menos de los combustibles fósiles y ahorrar energía, sin limitar por ello la movilidad. Además, los usuarios tienen nuevas demandas, necesidades y expectativas de fiabilidad y seguridad a las que se debe dar respuesta para hacer del sistema ferroviario un modo competitivo y atractivo.

Las previsiones que se manejan hablan de un aumento considerable del tráfico por ferrocarril en los próximos años. Se espera que en 2030 la actividad global del transporte de mercancías por tren haya aumentado un 40% (con res-

pecto a 2005), y por encima de un 80% en 2050. En el de viajeros, éste aumentaría un 51% en ese mismo año. Además, a mediados de siglo se habrá trasladado la mitad de la totalidad del transporte de personas y mercancías de media distancia de la carretera al tren, y sus volúmenes de mercado se habrán triplicado.

Todo ello, como afirma el documento *Desafío 2050*, porque «el ferrocarril es la forma de transporte más capaz de

evitar la congestión y la más práctica en términos de uso del espacio», al tiempo que es «la más verde y la más efectiva y económica al manejar grandes volúmenes de personas y mercancías».

Para conseguirlo, sin ir en contra de las normativas y expectativas medioambientales y de calidad, se definen una serie de ejes en los que el sector debe trabajar de una forma coordinada en Europa, para lo que, según Consejo

Europeo para la Investigación Ferroviaria, «la UE debe triplicar, al menos, el actual presupuesto para I+D de apoyo al sector ferroviario».

Movilidad inteligente

El desafío es conseguir cruzar Europa en pocas horas gracias a viajes sin transbordos, en líneas de alta velocidad, en un sistema en el que 19 de cada 20 convoyes sean puntuales, con información constante, confort y seguridad. En el caso de las mercancías, el futuro está en trenes de contenedores más largos y rápidos, parecidos a los de viajeros en cuanto a fiabilidad y rendimiento.

Para todo ello se hace necesario, según ese organismo, la innovación tecnológica que permita que la capacidad de

El ferrocarril se configura como el medio más capaz de evitar la congestión, así como el más verde, eficaz y económico



Las distintas iniciativas quieren aumentar la percepción entre los pasajeros de que el tren, pese a ser un transporte masivo, es un medio seguro.

la red RTE-T y de los corredores de mercancías aumente, permitiendo un trasvase real de los movimientos por carretera al ferrocarril. Pero también apostar por servicios de venta de billetes mejorados, interoperabilidad, mejor información para la planificación de trayectos, y conexio-

nes con puertos y aeropuertos. Un aumento de la movilidad que acompaña las expectativas medioambientales y consolida al tren como el modo más ecológico y eficiente energéticamente, gracias a una red en su mayor parte electrificada en 2050 y al uso de biocombustibles.

Pero no solo eso. También es necesario reducir el consumo energético a la mitad para ese año, apostando por el desarrollo de la eficiencia del material rodante: mejorando el rendimiento de los motores, con componentes de tracción más ligeros, con frenos de recuperación estandariza-

dos y con un aumento significativo de la energía cinética. Igualmente, construyendo vehículos reciclables e innovando en materiales y en una nueva generación de trenes que, además, deberán ser más silenciosos evitando las vibraciones a su paso por áreas urbanas.



Confianza del usuario

Esta mejora se complementará con la eliminación o modernización de los pasos a nivel, redundando en la seguridad en la circulación en vías, puentes y cruces para que el usuario aumente su confianza. Todos los organismos implicados en el diseño del ferrocarril de los próximos años coinciden en que, aunque es un medio seguro, aumentar esa percepción entre los viajeros es todo un reto debido a su naturaleza de transporte masivo y a la existencia de redes complejas.

En la circulación, las aplicaciones ferroviarias deberán estar totalmente cubiertas por

Innovar en el material rodante para lograr una mayor eficacia es uno de los retos del ferrocarril.



► Cruzar Europa en pocas horas sin transbordos, con seguridad y puntualidad, es el objetivo. En la foto, TGV francés en la estación de Frankfurt.

avanzadas técnicas de señalización, información y comunicación interoperables. Por ejemplo, en caso de accidente, los sistemas se reanudarán rápidamente y el funcionamiento en modo degradado deberá ser similar al operativo normal.

En el ámbito personal, es necesario aumentar los niveles de seguridad sin que el usuario perciba intrusión en su privacidad, desarrollando estrategias y métodos inteligentes de protección, y entrenando de manera apropiada al personal ferroviario.

En el ámbito del transporte de mercancías se desarrollará una tecnología innovadora que deberá estar plenamente disponible en toda Europa para 2050 y que permita aumentar la seguridad en toda la cadena de transporte de contenedores.

Investigación e innovación que, por otro lado, ayudarán a consolidar a los fabricantes europeos como líderes del sector en el mundo, al tiempo que mantengan unos costes asequibles y una oferta co-

mercial atractiva para los usuarios.

Objetivos que deberían conseguirse con soluciones que redunden en la mejora de las operaciones y el mantenimiento del material rodante, en el análisis y planificación del transporte de viajeros y mercancías a largo plazo, y en nuevos procesos de fabricación que permitan reducir costes y tiempo de producción del material rodante.

También el gasto de mantenimiento de las infraestructuras debe reducirse a un 50% con la creación de sistemas de control y diagnóstico avanzados, junto con el uso de soluciones innovadoras de calidad.

Como concluye Andrew McNaughton, conseguir que el ferrocarril sea la columna vertebral del Espacio Único Europeo de transporte en los próximos años pasa por «investigaciones en el desarrollo e implantación de auténticas respuestas al mercado, con apoyo de inversiones y legislaciones adaptadas», para conseguir un mercado en igualdad de condiciones. ■

Eficiente y sostenible

La apuesta del ferrocarril como transporte del futuro parte del análisis de sus ventajas frente a otros, como la aviación civil o la carretera:

- **Es más respetuoso con el medio ambiente.** El viajero que opta por el tren en Europa consume 3,7 veces menos energía por persona transportada que si lo hace en su propio vehículo.
- **Tiene un bajo consumo de espacio urbano y de territorio.** La carretera tiene una capacidad de 1.000 a 2.000 viajeros por carril/hora. El tren transporta cerca de 5.000 viajeros por hora en superficie, el metro puede llegar a los 60.000.
- **Es más seguro.** Los índices de accidentes son alrededor de 200 veces más altos en el transporte por carretera que en el ferrocarril.
- **Ofrece conexiones competitivas con los centros metropolitanos.** Un viaje de 400 kilómetros en alta velocidad puede ser hasta 1 hora más corto que en avión, dependiendo de la ubicación del aeropuerto y de la capacidad de los controles de seguridad.
- **Mejora la movilidad urbana.** El 8% del total de las emisiones de CO₂ se deben a la movilidad dentro de las urbes. En los últimos 10 años el consumo de energía del transporte por ferrocarril ha disminuido un 22%.
- **La tecnología aporta valor añadido.** Los desarrollos tecnológicos en las líneas de alta velocidad hacen que sean la elección preferida de los pasajeros. Para viajes de hasta 1.000 kilómetros el doble de personas prefiere un ferrocarril rápido que un avión.
- **Genera riqueza y empleo.** El mercado global del ferrocarril mueve aproximadamente 136.000 M€ y ocupa a 400.000 empleos directos e indirectos, a los que se suman 1.350.000 empleados en los administradores de infraestructuras y en las operadoras.



PRESA ROMANA DE CONSUEGRA

Singularidades de un récord



► *Muros de sostén que actúan como contrafuertes en la presa. Derecha, estatua de mármol de un pretor romano en la antigua Casa de la Tercia, en Consuegra.*

bre la cual los pueblos de la antigüedad levantaron sus templos a las divinidades; de ahí el nombre de Consuegra, derivación de *Cuns Sacrum* (lugar sagrado).

Cabalgando sobre su lomo, 13 blancos molinos de viento –cuyos nombres evocan gestas del Quijote–, y en medio de ellos la alcazaba califal (s. X), transformada luego en la fortaleza y sede prioral de la Orden de San Juan de Jerusalén. A pocos metros de la muralla, las antiguas canteras, de las que se extrajeron los bloques de piedra utilizados tanto en las obras civiles y reli-



JESÚS ÁVILA GRANADOS TEXTO Y FOTOS

Construida en época del emperador Trajano (98-117), la presa romana de Consuegra recogía las aguas de los montes de Toledo y, mediante un interesante sistema de canales, repartía el agua a la entonces importante ciudad de *Contrebia*. Hoy, veinte siglos después, esta singular obra de ingeniería hidráulica sigue siendo la mayor del Imperio romano, sorprendiendo por sus singulares características.

Definiendo los límites geográficos de La Mancha, por su extremo noroeste, como flotando sobre las estáticas e inacabables líneas horizontales que caracterizan a esta región donde la mirada se pierde en la lejanía, sobresale la cumbre del cerro Calderico, conocido como Peña Tajada. Es la Crestería, so-

gias de la ciudad, como en las grandes realizaciones, como la presa, que se dibuja en la lejanía de la llanura, entre viñedos y olivos y algún celemin dedicado al cultivo del *oro rojo* (azafrán).

Alrededor del pronunciado montículo, en su falda, se extiende en horizontal la histórica población, que destaca por su cromatismo: un blan-



▮ Fachada del castillo, antigua alcazaba califal. Debajo, parte superior de una noria medieval, cercana a la presa.

co azulado que marea, por su frescor y fuerza, y un rojo intenso de sangre, que capta los últimos rayos del crepúsculo; correspondientes, ambos, a las fachadas y tejados, respectivamente; sin olvidarnos del morado sensual del azafrán, que a finales de octubre viste sus campos. Si de día el espectáculo visual extasia los sentidos, de noche la panorámica es magnífica.

La conquista romana

Según los cronistas, en Consuegra estamos ante una ciudad remanso de varias civilizaciones (griegos, cartagineses, iberos, celtas, romanos...), como prueban sus diferentes denominaciones a lo largo de la historia.

Plinio, en su *Historia Natural*, al referirse a Consuegra, la llama *Consaburum* y *Consaburona*, colocándola entre las ciudades celtibéricas. El emperador Antonino Pío, en su Itinerario (*Iter a Laminio Toletum*), habla de *Consabro*.

Consuegra sufrió mucho durante los primeros siglos de la conquista romana, al ser escenario de sangrientas bata-

llas. Tito Livio, Alejandrino, Osorio y otros aluden sobre todo a la que tuvo lugar en el 181 a.C., entre las fuerzas del pretor Marco Fulvio y los vacceos, vettones y celtiberos, defensores de *Contrebia*. Y es que poseer este enclave suponía controlar parte de la geografía manchega, porque desde peña Tajada se divisa un territorio inacabable.

Cuarenta años más tarde, en el 141 a.C., los consaburenses sufren el asedio del cónsul Quinto Cecilio Metelo, dentro de su campaña para someter a los pueblos y ciudades partidarios de Viriato. Los histo-

riadores describen la valentía de los celtas de *Contrebia* rechazando a cinco cohortes romanas. Pero tras meses de asedio, la ciudad capituló y sus pobladores fueron pasados a cuchillo. Entonces los romanos la convirtieron en una de las plazas más importantes y seguras de Hispania, bautizándola como *Consaburum*.

El tercer episodio bélico que sufrió la ciudad tuvo lugar en el 76 a.C., cuando Sertorio la conquistó tras un año de asedio. Tras la conquista, dejó en *Consaburum* a su lugarteniente Lucio Instelo, mientras él se dirigía hacia el norte.



▮ Los molinos sobre la Crestería son la imagen universal de Consuegra. Debajo, pilastra de columna romana, en la Casa de la Tercia.



A partir de entonces, y sobre todo durante la *Pax romana*, en la ciudad se levantaron toda clase de obras. Algunas han pervivido, como la presa, la de mayor longitud del Imperio romano, y algunos fragmentos del acueducto, con partes aéreas, a ras de suelo y subterráneas, como en Tiermes (Soria)

En la actualidad, Consuegra está minada de galerías subterráneas, especialmente en la zona próxima al antiguo matadero, cerca del arco de la Virgen de Belén, y también en la zona comprendida entre la iglesia del Santísimo Cristo y la Casa de la Tercia. También son dignos de mención los demás vestigios de fortificación que se conservan en las faldas



de la Crestería, tales como los pequeños lienzos que forman el rectángulo existente aún entre el castillo y la torre centinela. Y merece la pena visitar el patio de la antigua Casa de la Tercia, que exhibe esculturas en mármol y piedra de la época romana.

La presa

A cinco kilómetros al oeste de Consuegra, en dirección a Urda, cerca de la carretera que enlaza la población con Ordaz, se halla la, hasta la fecha, más importante presa romana conocida, por lo que respecta a su longitud. Esta presa nunca recibió la atención merecida por estar medio disimulada y confundida



con un antiguo canal, por lo que pasó desapercibida. La construcción formaba parte de una gran obra de ingeniería hidráulica destinada a abastecer de agua a Urda y, sobre todo, a Consuegra. Su agua se tomaba inicialmente de Fuente Aceda, en los Montes de Toledo, a 23 kilómetros de Consuegra, discurriendo por un canal cuyo tramo central era un acueducto de cinco kilómetros, hasta Urda.

El canal desembocaría en el embalse creado por la presa romana sobre el curso medio del río Amarguillo, desde donde partiría otro que muy bien llegaría al *castellum*, o depósito central de suministro de agua en el interior de la población. Desde allí, el agua se

distribuiría a las distintas zonas urbanas, contando con una importante derivación hacia el sector en donde se ubicaba el circo (de 380 x 80 metros, aproximadamente), que coincidiría con la actual plaza de España.

Establecer los datos físicos de esta construcción da una idea de sus características. La longitud actual es de 632 metros, aunque los especialistas opinan que pudo superar los 700 y, por tanto, cortar el actual emplazamiento del camino a Urda. La altura oscila entre 4,80 y 5 metros, hasta el nivel del agua, contando con una débil cimentación. Tiene 17 muros de sostén que actúan como contrafuertes, ubicados todos ellos en la parte central



▮ Arriba, muro de la presa, formado por mampostería en los paramentos y hormigón en el núcleo. Debajo, boca de uno de los aliviaderos de la presa.

y exterior del embalse, de 1,30 metros de espesor cada uno. La separación entre ejes varía de 10,40 metros los dos más cercanos al estribo izquierdo, a 6,60 metros y 4,90 metros, relativamente uniforme, el resto.

Pero es en la superficie de la cuenca-vertiente, establecida en unos 66 km², en donde, además, es posible hacerse una idea de la grandiosidad de esta obra, si se tiene en cuenta que la del abastecimiento de Toledo era de 50 km² de vertido directo más 42 km² de un arroyo en cuenca distinta, cuyas aguas se añadían por medio de un canal, y utilizando, por tanto, sólo en parte las precipitaciones habidas.

Según Norman A.F. Smith, exprofesor de Ingeniería Civil y catedrático de Historia de la Ciencia y Tecnología del Colegio Imperial de Londres, los ingenieros de las presas romanas tenían que conseguir que sus estructuras cumplieran cin-



co criterios: un grado suficiente de impermeabilidad; estabilidad bajo la carga del agua a embalse lleno; estabilidad a embalse vacío; seguridad cuando el embalse vierte, y medios para tomar agua de éste.

Como material, la presa se compone de una mampostería poco cuidada en los parámetros, así como hormigón tosco en el núcleo. Elementos, ambos, mampostería (muro vertical) y hormigón (como refuerzo), típicamente romanos.

Los más prestigiosos especialistas en hidráulica romana (Norman A.F. Smith, Nicholas J. Schnietter, José A. García-Diego, Manuel Díaz-Martá, Ignacio González Tascón, etc.), coinciden en definir a la presa de Consuegra como la más importante del mundo. El interés por su estudio se acrecienta cuando se ponen de manifiesto algunas singularidades. Por una parte, la falta de aliviaderos, que todas las pre-



► Engranaje de una noria moderna, situada en las inmediaciones de la presa de Consuegra.

sas romanas tienen, y que, o bien no tuvo nunca, lo cual sería una excepción entre las de su época y una innovación quizás experimental en el sistema hidráulico romano, o bien ocupaba parte del estribo desaparecido, lo que sería igualmente excepcional.

La existencia de los 17 contrafuertes, por otra parte, es sumamente curiosa para la sujeción de la pantalla impermeable, a la vez que un terraplén en el lado de aguas abajo, elemento que tampoco se conoce en el resto de las presas romanas. Pudiera ser que estuviéramos ante una obra atípica y experimental a la que algunos especialistas califican de «enigmática» por el binomio contrafuertes-terraplenes, combinación extraordinaria por no decir única.

El Instituto de Anales Toledanos, y la Real Academia de Bellas Artes y Ciencias Históricas de Toledo, junto con

el pueblo de Consuegra, consiguieron, en 1981, la declaración de Monumento Histórico-Artístico con carácter Nacional para la presa romana de Consuegra. El expediente de confirmación lleva fecha 16 de julio de 1981.

Otras analogías

En España se conocen algunos ejemplos de presas romanas. Por orden de importancia, son las siguientes: Alcantarilla, que abastecía de agua a *Toletum* (Toledo), de 482 metros de longitud y 21 metros de altura; Proserpina, de 427 me-

tros de longitud y 19 metros de altura; Esparragalejo, de 312 metros de longitud y 5,60 metros de altura máxima; Cornalbo, de 200 metros de longitud y 24 metros de altura máxima, e Iturránduz, de 80 metros de longitud por 3 metros de altura máxima.

En el resto del Imperio destacan, en Libia, la de Sidi Gelani, de 91 metros de longitud por 5 metros de altura máxima, que abastecía de agua a la ciudad de *Leptis Magna*; y en Siria, la de Quasr Khubbaz, al este de Aleppo. Todas ellas, coetáneas a la de Consuegra.

La de Consuegra, pese a ser la más larga presa del Imperio romano, es una obra de ingeniería que ha pasado desapercibida

En cuanto al acueducto romano de Consuegra, no cesan de aparecer nuevos fragmentos —todos ellos subterráneos o a nivel de suelo— que confirman no sólo la importancia espacial de esta obra de ingeniería hidráulica del siglo I d.C., sino también la originalidad de los materiales empleados en su construcción: plomo en las tuberías, y cemento, piedra y argamasa en los revestimientos, y que pueden verse a lo largo del camino que une la ciudad de Consuegra con la presa.

En este trayecto, además de ver los canales que facilitan el traslado del agua desde la presa a la cercana ciudad, puede contemplarse el espectáculo de los últimos rayos del Sol acariciando la cumbre del cerro Calderico e iluminando el blanco de los 13 molinos, estampa que no se repite en ningún otro lugar del mundo. ■

Nuevo Centro de Servicios Galileo en Madrid

La ministra de Fomento, Ana Pastor, y el vicepresidente de la Comisión Europea, Antonio Tajani, inauguraron el pasado 14 de mayo en Madrid el Centro de Servicios Galileo «Loyola de Palacio», en homenaje a la que fuera vicepresidenta de la Comisión Europea y comisaria de Transportes. El programa Galileo será el sistema europeo de navegación por satélite, con vocación civil, y proporcionará a la Unión Europea independencia tecnológica respecto a los sistemas de navegación actuales (GPS y Glonass), a la vez que será complementario e interoperable con ellos.

El nuevo centro, situado dentro de las instalaciones del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), será el único centro del programa Galileo que facilite un Servicio Abierto, de acceso libre y gratuito a escala global para la población, con prestaciones superiores a las ofrecidas por el sistema GPS; un Servicio Comercial, que permitirá ampliar el cam-

po de aplicaciones actualmente existentes y el único que generará ingresos a la Comisión Europea; y un Servicio de Salvaguarda de la vida humana, que atenderá las necesidades específicas en sectores como la aviación civil o el tráfico marítimo.

Durante la inauguración, la ministra de Fomento reafirmó el compromiso del Gobierno español con el programa Galileo e indicó que apoyará a la Comisión Europea en la potenciación del nuevo Centro de Servi-

cios. En este sentido, destacó la creación en torno a este centro por parte del INTA de un Laboratorio de Expertos Europeo y de un Centro Empresarial GNSS. Estos instrumentos constituirán en los próximos años un foco de atracción y de impulso de ingeniería, pruebas y desarrollo de aplicaciones de sistemas globales de navegación por satélite en Europa, y también en el futuro, para aquellos países que elijan Galileo como sistema de navegación.



► La ministra de Fomento, el vicepresidente de la Comisión Europea, Antonio Tajani, y el secretario de Estado de Defensa, Pedro Argüelles.

Tren directo y diario Oporto-Vigo

España y Portugal implantarán antes del 1 de julio el primer servicio ferroviario internacional directo diario, en ambos sentidos, entre Oporto y Vigo, según anunciaron el 13 de mayo la ministra de Fomento, Ana Pastor, y su homólogo portugués, Álvaro Santos Pereira, durante la XXXVI Cumbre hispano-lusa de Madrid. En ese encuentro, los presidentes de Renfe y de Comboios de Portugal suscribieron un acuerdo para mejorar la reserva y venta mutua de billetes de sus respectivos servicios ferroviarios en ambos países.

El acuerdo contempla el primer billete único entre Oporto y Vigo, que se venderá a partir del 15 de junio tanto en los sistemas de venta en línea de Renfe utilizado por las agencias de viaje como en los puntos de venta que determine la operadora lusa. Además, se continuarán las obras en materia de electrificación de la parte aún inconclusa para mejorar el tiempo de viaje.

Ambos ministros analizaron los avances en materia de interoperabilidad de los sistemas de cobro electrónico de peajes de las autopistas entre España y Portugal, compartieron su satisfacción por los pasos dados para la implantación del Bloque Funcional del Espacio Aéreo Sudoeste en el marco de la iniciativa del Cielo Único Europeo y acordaron crear un grupo mixto para coordinar las políticas de mercancías por ferrocarril entre ambos países.

Apoyo a las empresas españolas en Brasil

La ministra de Fomento, Ana Pastor, viajó los días 20 y 21 de mayo a Brasil para presentar el modelo español de alta velocidad ferroviaria como un referente internacional que muchos países están planteando importar. Uno de estos países puede ser Brasil, que tiene previsto lanzar próximamente un concurso internacional para la construcción de la línea de alta velocidad Río de Janeiro-Sao Paulo-Campinas (510 kilómetros), que será el primer tren de alta velocidad de América Latina.

En sus encuentros con los máximos responsables de las infraestructuras de transportes de Brasil, la ministra de Fomento abordó los importantes planes de infraestructuras que el Gobierno brasileño tiene previsto acometer en el marco de los Planes de Aceleración de la Economía (PAC) para el periodo 2011-2014, que contemplan, entre otros, las obras referentes a

la concesión de carreteras y la construcción de las líneas férreas Norte-Sur, Oeste-Este, Transnordestina y la referida línea de alta velocidad. Los contactos tuvieron por objeto impulsar la participación de empresas españolas en esos proyectos.

En Brasil, la ministra destacó que España tiene una experiencia de más de 20 años en la construcción de líneas de alta velocidad y que se encuentra a la vanguardia de la innovación y de las nuevas tecnologías en este campo, lo que ha permitido exportar el modelo español de alta velocidad a otros países (Turquía, Arabia Saudí). «El esfuerzo inversor de estos años –dijo la ministra– nos ha permitido generar unas herramientas para promover el desarrollo de primer nivel que hoy queremos poner a disposición del resto del mundo y muy especialmente de países amigos como Brasil».

Stamark™

Cintas para marcaje de pavimentos

Las cintas **Stamark™** de 3M para marcaje de pavimentos proporcionan una gran visibilidad diurna y nocturna, tanto en seco, como con suelo mojado. Además, sus micropartículas cerámicas, evitan deslizamientos y mejoran la seguridad vial. Aplicadas por el sistema ATA, exclusivo de 3M, conseguirá unos resultados óptimos.



Máxima visibilidad en seco o mojado, sin deslizamiento

Marcaje permanente. Stamark™ Series 380, 360 y 310

Aseguran una marca vial de gran visibilidad diurna y nocturna, porque incorporan microesferas cerámicas. Duran más que las pinturas tradicionales, y siempre ofrecen mayores coeficientes de retrorreflexión. Pueden aplicarse, incluso sin imprimación como la **Stamark™ 380 ESD, 360 ESD y 310 ESD**.

Marcaje temporal en zona de obras.

Stamark™ Serie 651. Para áreas secas

Facilitan al máximo una rápida aplicación y fácil retirada.

Stamark™ Series 711, 731 y 721. Para áreas con precipitaciones frecuentes

De rápida aplicación y fácil retirada, proporcionan al conductor una extraordinaria visibilidad diurna y nocturna incluso con lluvia. Diseñadas para IMD's altas o muy altas, también pueden aplicarse sin imprimación como la **Stamark™ Serie 711**.

Stamark™ 715 Retirable Negra Mate

Se aplica sin imprimación para enmascarar líneas en desuso, en la señalización temporal de obras. Una solución perfecta para evitar los brillos producidos por la pintura negra.



900 210 584

3M Centro de Información al Cliente

www.3m.com/es/Seguridadvial

e-mail: trafico.es@mmm.com

Crecimiento basado en la Innovación

Ferrovia Agromán apuesta por la innovación y el desarrollo, así como por la aplicación de nuevas tecnologías en todos los ámbitos de su actividad de diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras, siendo el sector de la obra ferroviaria uno de los principales pilares de la misma.

En octubre de 2011 Ferrovia Agromán y ADIF firmaron un Convenio Marco de Colaboración para el desarrollo de actividades de I+D+i en el Centro de Tecnologías Ferroviarias de Málaga y el Anillo Ferroviario de Pruebas de Experimentación de Bobadilla en Antequera. Las líneas de investigación prioritarias a realizar en virtud de este convenio, son el desarrollo y empleo de nuevas tecnologías y materiales para la construcción de vía en placa y plataforma para vías de alta velocidad; auscultación continua y sistemas para la reducción de ruido y vibraciones en las infraestructuras ferroviarias. Asimismo se está trabajando en el desarrollo de nuevas zonas de transición vía en placa –vía en balasto mediante la utilización de modelos dinámicos que serán testados a escala real en vías en explotación-. Por último, se están desarrollando nuevas soluciones constructivas que minimizan los consumos energéticos durante la construcción de túneles garantizando, a su vez, altos niveles de calidad medioambiental en los frentes de excavación.

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:

www.fomento.gob.es

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:

<http://publicacionesoficiales.boe.es>

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento, nº 629, Junio 2013**

Año de edición: **Julio 2013**

Edición digital:

1ª edición electrónica: **Octubre 2013**

Formato: **PDF**

Tamaño: **20 MB**

NIPO: 161-13-004-6

I.S.S.N.: 1577-4929

P.V.P. (IVA incluido): 1,50 €

Edita:

Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Fomento©

Aviso Legal: Todos los derechos reservados. Esta publicación no podrá ser reproducida ni en todo, ni en parte, ni transmitida por sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico o cualquier otro.

