

Revista del  
Ministerio de

Febrero 2017 Nº 669 3€

# Fomento



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

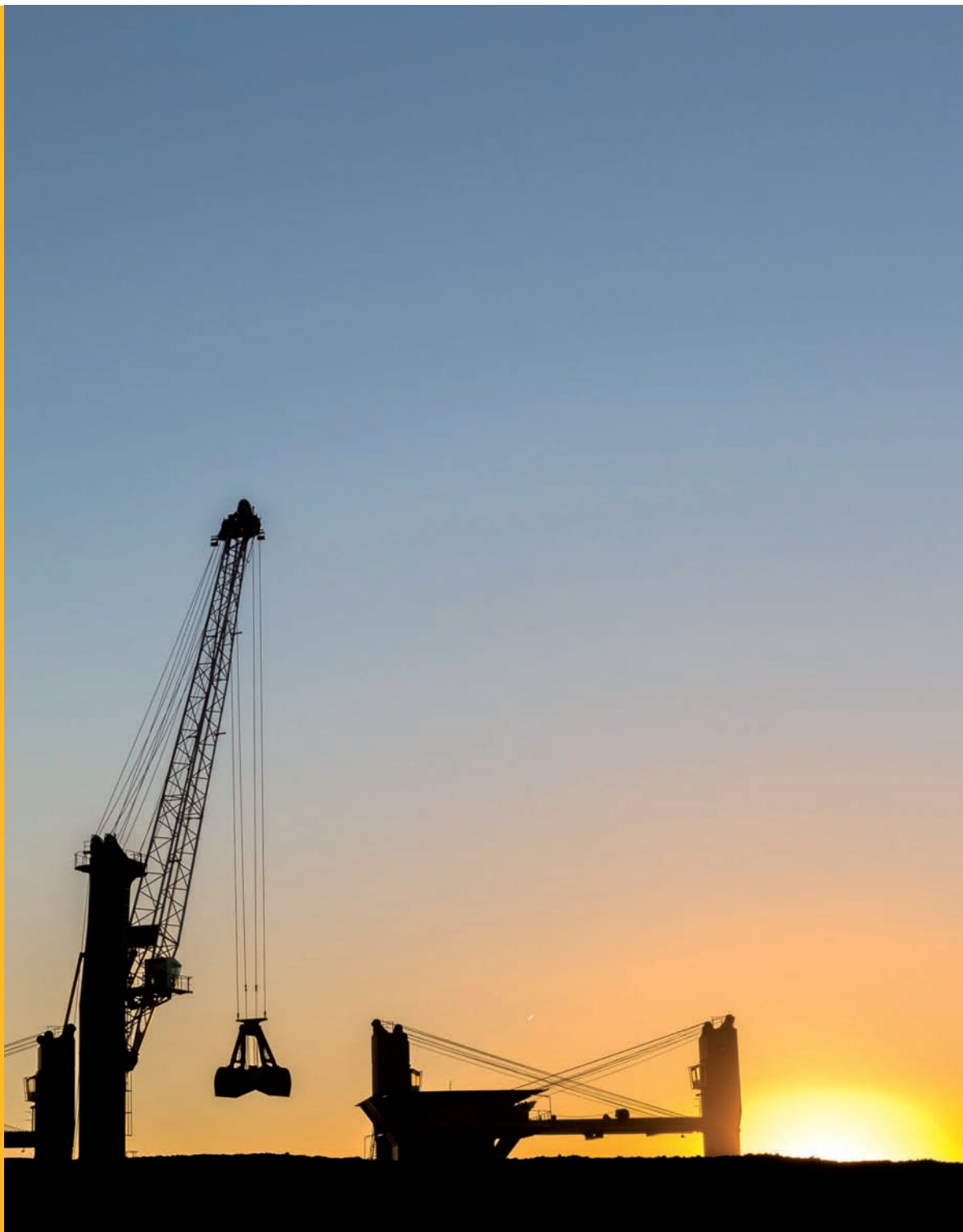
MINISTERIO  
DE FOMENTO

NUEVA TERMINAL  
ESTRATÉGICA DEL PUERTO  
DE HUELVA

FINALIZADA LA  
CIRCUNVALACIÓN DE  
BURGOS (BU-30)

I+D+I PARA REDUCIR  
CONSUMOS ENERGÉTICOS  
Y EMISIONES DE CO<sub>2</sub>  
EN EL FERROCARRIL

RESTAURACIÓN DE LA  
ESTACIÓN DE FERROCARRIL  
DE TOLEDO



Revista del Ministerio de

# Fomento

Julio-Agosto 2016 ● Nº 663 ● 6 €



## El correo y las comunicaciones postales en España (1716-2016)



**MONOGRÁFICO**

Julio-Agosto 2016

**PVP: 6 €**



MINISTERIO  
DE FOMENTO

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](mailto:cpublic@fomento.es)

**Director de la Revista:** Antonio Recuero.

**Jefe de Redacción:** Mariano Serrano.

**Maquetación:** Aurelio García.

**Secretaría de redacción:** Ana Herráiz.

**Archivo fotográfico:** Vera Nosti.

**Portada:** Impala Terminals Huelva.

**Elaboración página web:**

www.fomento.gob.es/publicaciones.

Concepción Tejedor.

**Suscripciones:** 91 597 72 61 (Esmeralda

Rojo Mateos).

**Colaboran en este número:** Marián

Campra, Begoña Olabarrieta, Julia Sola

Landero y Javier R. Ventosa.

**Comité de redacción: Presidencia:**

Rosana Navarro Heras

(Subsecretaría de Fomento).

**Vicepresidencia:**

Alicia Segovia Marco

(Secretaría General Técnica).

**Vocales:** Patricia Crespo González

(Directora de Comunicación), Pilar Garrido

Sánchez (Directora del Gabinete de la

Secretaría de Estado de Infraestructuras,

Transporte y Vivienda), Belén Villar Sánchez

(Jefa del Gabinete de la Subsecretaría),

Mónica Marín Díaz (Directora del Gabinete

Técnico de la Secretaría General de

Infraestructuras), M<sup>a</sup> José Rallo del Olmo

(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría

General de Transportes), Regina Mañueco

del Hoyo (Directora 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

Dep. Legal: M-666-1958. ISSN: 1577-4589.

NIPO: 161-15-005-0

**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 100% reciclado a partir de pasta FSC libre de cloro.



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

## CARRETERAS

# 02

## ANILLO CERRADO.

EL TRAMO VILLALBILLA-QUINTANADUEÑAS CULMINA LA CIRCUNVALACIÓN DE BURGOS (BU-30).



## PUERTOS

# 08

## VOCACIÓN MINERA.

NUEVA TERMINAL ESTRATÉGICA DEL PUERTO DE HUELVA.



## I+D+i

# 14

## EL RETO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.

VARIAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN BUSCAN REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA Y LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> EN EL FERROCARRIL.



## FERROCARRIL

# 22

## ARTESANÍA DE VANGUARDIA.

RESTAURACIÓN DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE TOLEDO.



### 28. VOLANDO A LAS AMÉRICAS.

70 AÑOS DEL PRIMER VUELO COMERCIAL MADRID-BUENOS AIRES.

### 34. UN TREN MUY DISPUTADO.

150 ANIVERSARIO DEL FERROCARRIL CIUDAD REAL-BADAJOS.

### 40. SOLAZ DE LA CORTE.

III CENTENARIO DEL NACIMIENTO DE CARLOS III:

CAMINO DE LAS PESQUERÍAS REALES Y PATRIMONIO DEL ALTO ERESMA.

# Carreteras

► Enlace de Villalbilla y viaductos sobre las carreteras N-120 y BU-600 de acceso al polígono de Villalonquén.



EL TRAMO VILLALBILLA-QUINTANADUEÑAS CULMINA  
LA CIRCUNVALACIÓN DE BURGOS (BU-30)

# Anillo cerrado

JAVIER R. VENTOSA. FOTOS: DCE CASTILLA Y LEÓN ORIENTAL

El anillo de circunvalación de Burgos (BU-30), infraestructura clave en las comunicaciones en la parte central del tercio norte peninsular, ha quedado concluido con la apertura al tráfico de su último tramo, Villalbilla de Burgos-Quintanadueñas. La actuación, con una inversión superior a 80 M€, ha consistido en la construcción de un nuevo trazado de 9 kilómetros que incluye casi una treintena de estructuras, entre ellas un viaducto de gran longitud sobre el río Arlanzón.

**E**l nuevo tramo fue inaugurado el pasado 22 de diciembre por el ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, y constituye la pieza final que cierra por completo el anillo de circunvalación de Burgos (BU-30), infraestructura de gran capacidad de más de 40 kilómetros de longitud que se ha ido configurando durante años y que resulta clave para agilizar los viajes de largo y medio recorrido en el gran nudo de comunicaciones viarias norte-sur y este-oeste que es la ciudad de Burgos. De ahí que el ministro resaltara la apertura del tramo Villalbilla de Burgos-Quintanadueñas como “un momento histórico”.

**El nuevo tramo de la BU-30 canaliza la mayor parte del tráfico pesado con origen o destino en el polígono de Villalonquéjar**

El tramo, con el que la BU-30 adquiere plena funcionalidad, permite optimizar los tiempos de recorrido y las cargas de tráfico de la circunvalación, facilitando la conexión entre una decena de vías (autopistas, autovías y carreteras) que confluyen en el anillo y mejorando especialmente los movimientos entre el norteeeste (AP-1, A-1, A-73, N-623) y el oeste (A-231, A-62 y N-120). Desde su apertura, además, canaliza la mayor parte del tráfico pesado con origen o destino en el polígono industrial de Villalonquéjar, equipado ahora con un nuevo acceso que lo hará más atractivo para la instalación de empresas. Se estima que será utilizado por unos 9.000 vehículos cada día.



La ejecución del tramo, reactivada en mayo de 2014, ha requerido una inversión global de 82 M€ por parte del Ministerio de Fomento, de los cuales 74,8 M€ corresponden al contrato de obras y el resto a los costes de las expropiaciones, la redacción del proyecto de construcción y el contrato de control y vigilancia de las obras. Una parte del importe ha sido subvencionada con fondos del programa comunitario TEN-T. La obra, bajo la dirección de la Demarcación de Carreteras del Estado de Castilla y León Oriental, ha sido realizada por la unión

temporal de empresas Azal, formado por las constructoras Azvi y Aldesa Construcciones, la redacción del proyecto ha corrido a cargo de la ingeniería Aepe y el control y la vigilancia de las obras ha sido responsabilidad de Inypsa.

► La separación inicial de ambas calzadas se reduce progresivamente hasta su unión definitiva a mitad del tramo. Al fondo, el viaducto del Arlanzón.

## Características técnicas

El tramo final de la circunvalación de Burgos BU-30 está formado por un nuevo trazado de autovía de 9,1 kilómetros de longitud que discurre en dirección este-oeste entre la autovía autonómica A-231 (León-Burgos) y el enlace de Quintanadueñas, donde comunica con el tramo contiguo de la BU-30 Quintanadueñas-Villatoro-Villimar, en servicio desde julio de 2015. Discurre por los términos municipales de San Mamés de Burgos, Villalbilla de Burgos, Alfoz de Quintanadueñas y Burgos.

Como parámetros geométricos, el trazado presenta un radio mínimo de 1.000 metros y pendiente máxima del 3,5%. Como tronco de autovía se definen tres ejes en planta: tronco de la BU-30 (a partir del pk 4+900), conexión con la autovía A-231 sentido norte (hasta el pk 4+900) y conexión con la autovía A-231 sentido sur (hasta el pk 4+900). La velocidad de proyecto es de 120

### Magnitudes de obra

|                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| Excavación          | 948.283 m <sup>3</sup>   |
| Terraplén           | 2.061.424 m <sup>3</sup> |
| Suelo estabilizado  | 85.158 m <sup>3</sup>    |
| Suelo cemento       | 49.009 m <sup>3</sup>    |
| Mezclas bituminosas | 80.952 t                 |
| Escollera           | 77.172 m <sup>3</sup>    |
| Hormigón            | 51.350 m <sup>3</sup>    |
| Acero               | 6.012.320 kg             |
| Vigas prefabricadas | 6.502 m                  |
| Barrera metálica    | 44.790 m                 |



► Calzadas separadas al inicio del tramo, con sendas estructuras sobre la vía del ferrocarril Madrid-Hendaya y estructura en pérgola sobre la autovía A-231 en la calzada derecha.

km/h en el tronco, disminuyendo a 100 km/h en los ramales de conexión con la autovía León-Burgos.

La sección transversal de la autovía está formada por dos calzadas de 7 metros de anchura, con dos carriles de 3,5 metros por sentido, arcenes exteriores de 2,50 metros e interiores de 1 metro y bermas exteriores de 1 metro, siendo la mediana de 4 metros en las zonas con plataforma única y variable en el resto de la autovía. El paquete de firmes, colocado sobre una explanada E3, está formado por 20 centímetros de suelocemento y 15 centímetros de mezclas bituminosas en caliente.

## Trazado

El nuevo tramo se inicia a la altura del núcleo de San Mamés de Burgos realizando la conexión con la autovía A-231 (León-Burgos) y la ronda Oeste de la circunvalación BU-30 mediante una confluencia-bifurcación entre autovías. Se han construido dos calzadas que, partiendo de la autovía A-231, se desarrollan de forma independiente con una longitud de 4.800 metros. Tras despegarse del tronco de la autovía autonómica, ambas calzadas cruzan la línea ferroviaria Ma-

drid-Hendaya mediante sendas estructuras y la calzada izquierda lo hace, además, sobre la A-231 mediante una estructura tipo pérgola, punto a partir del cual la separación de las calzadas comienza a reducirse de forma progresiva.

El trazado inicia un giro hacia el noreste a la altura del primer enlace, salvando mediante un viaducto doble las carreteras N-120 y BU-600 de acceso al polígono de Villalonquéjar. Poco después, ambas calzadas, cada vez más próximas, se adentran en la vega del río Arlanzón, que cruzan mediante la principal obra del tramo, un viaducto de 740 metros de longitud por calzada, con un vano principal sobre el cauce de 100 metros.

Sobrepasada la vega, el trazado discurre al pie de la ladera, apoyada en un muro de suelo reforzado, por la zona de la cuesta de la Paloma, de gran sensibilidad y problemática geotécnica, próxima a un meandro activo del río Arlanzón. La ladera se ha protegido mediante escollera y se han estabilizado los márgenes del río. El trazado prosigue su desarrollo en dirección este discuriendo sensiblemente paralelo a la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de Burgos donde continúa el muro de suelo reforzado, con una longitud total de 845 metros y una altura máxima de 13 metros, que evita afecciones a esta instalación pública.



► El ministro de Fomento, en la inauguración del tramo.

En el pk 4+800, las calzadas se unen definitivamente y el trazado se desarrolla a lo largo del polígono industrial de Villalonguéjar y de un ramal ferroviario, junto a la vega del Ubierna. Por prescripción de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), en esta zona se desarrolla más hacia el norte para evitar afecciones al canal y a la vega del río.

Ya en su parte final, el trazado se aproxima al polígono industrial y al ramal ferroviario, y salva el cauce del río Ubierna mediante un viaducto de 250 metros de longitud, adentrándose a continuación en el término municipal de Burgos. El trazado concluye, a la altura del núcleo urbano de Quintanadueñas, en la conexión con el tramo contiguo de la ronda Noroeste (Quintanadueñas-Villatoro), ya en servicio.



## Enlaces y estructuras

En los dos extremos del nuevo tramo se han construido sendos enlaces para comunicar con distintas vías de comunicación. El primero, en el extremo oeste, es el denominado enlace de Villalilla, que conecta con el enlace existente en la autovía A-231 y con las carreteras N-120 y BU-600, dando acceso tanto al polígono industrial de Villalonguéjar como al núcleo urbano de Villalilla de Burgos. La obra de este enlace ha comprendido la construcción de dos ramales para los nuevos movimientos.

El segundo enlace, de Quintanadueñas, se ubica en el extremo este del tramo y conecta con la carretera autonómica BU-622, a través de la cual se accede al nú-

► Mapa de la BU-30.  
En línea discontinua, el tramo abierto en diciembre.

## El gran anillo de Castilla y León

El anillo de circunvalación de Burgos (BU-30) es una vía de gran capacidad que se desarrolla alrededor de esta capital cuya función es canalizar los flujos de largo recorrido norte-sur y este-oeste en la parte central del tercio norte peninsular, así como los tráficos locales, evitando el acceso a la ciudad. Está integrado en el itinerario del corredor europeo E-80.

La BU-30 se empezó configurando en los años 80 a partir del itinerario de la autopista de peaje AP-1, que se prolongó como libre de peaje entre el peaje de Castañares y el nudo de Landa, además de la conexión por el este con las carreteras N-1 y N-120. Esta variante de unos 12 kilómetros de longitud, actualmente autovía del Norte (A-1), que rodea la ciudad por el sur y el este, ejerció como primer tramo de la circunvalación. Posteriormente el anillo creció con nuevos tramos en las fachadas sur (Nudo de Landa-Villagonzalo de Pedernales, 5,0 km, 1990) y oeste (Villagonzalo-Villalilla de Burgos, 5,3 km,

2006), al tiempo que se mejoraba la capacidad del nudo de Landa. Finalmente, ya en esta década, la BU-30 se ha completado en la fachada norte con las rondas Norte (Burgos-Villatoro, 3,5 km, 2008) y Noroeste (Villatoro-Quintanadueñas, 6,0 km, 2015, y el recién estrenado Villalilla-Quintanadueñas).

En su configuración final, la BU-30 es, por su longitud (más de 40 kilómetros) y por el número de vías de gran capacidad que interconecta (seis), el mayor anillo de circunvalación de la comunidad autónoma castellanoleonesa y uno de los principales del tercio norte peninsular. En la BU-30 confluyen actualmente las autovías A-1 (Madrid-Burgos), A-73 (Burgos-Aguilar de Campoo), A-231 (León-Burgos), A-62 (Burgos-Fuentes de Oñoro) y Acceso Sur a Burgos (BU-11), así como la autopista AP-1 (Burgos-Éibar). En el futuro también conectará con la autovía A-12 (Logroño-Burgos). Asimismo, el anillo tiene conexión con tres carreteras nacionales (N-1, N-120 y N-623).



► El tramo finaliza en el enlace de Quintanadueñas, donde conecta con el segundo tramo de la ronda Noroeste. En la imagen, glorieta elevada del enlace y paso superior sobre la autovía.

cleo urbano de Quintanadueñas y al polígono industrial de Villalonguéjar. Se trata de un enlace con tipología de glorieta elevada, ejecutada previamente como parte del contrato del tramo contiguo, en el que se han construido los dos ramales correspondientes a los movimientos Quintanadueñas-Villalbilla de Burgos y viceversa.

**Según las estimaciones, el tramo Villalbilla-Quintanadueñas será utilizado por una media de unos 9.000 vehículos al día**

En total, el tramo Villalbilla de Burgos-Quintanadueñas ha requerido la construcción de 27 estructuras (seis viaductos y cuatro estructuras para el paso del tronco de la autovía, una estructura tipo pérgola, dos pasos superiores, diez pasos inferiores tipo marco, tres muros —dos de suelo reforzado y otro de escollera— y un paso de fauna), tanto para constituir los enlaces a distinto nivel como para garantizar la permeabilidad de la autovía frente a los cursos de agua (ríos, canales de riego), ferrocarriles, carreteras, vías pecuarias y caminos, entre ellos el de Santiago, interceptados por el trazado.

En el capítulo de drenaje transversal, se han realizado nueve obras de nueva construcción, así como tres ampliaciones de obras de drenaje existentes. Respecto al drenaje longitudinal, los principales elementos son cuneta y caz de mediana, cunetas de diversas tipologías (laterales o de desmonte en tronco y ramales de enlace, de pie de terraplén trapecial, trapeciales en coronación de desmonte y en caminos), bordillos pozos de registro, drenes profundos, colectores de diverso diámetro, pasos salvacunetas y bajantes en terraplén y en desmonte.

Entre las medidas de integración ambiental llevadas a cabo destacan las siguientes: acopio de la tierra vegetal y posterior extendido de 172.033 m<sup>3</sup> para revegetar los taludes de la autovía y restaurar superficies afectadas por la obra, utilizando hidrosiembras (756.888 m<sup>2</sup>) y plantaciones (16.403 árboles y 48.357 arbustos); tratamiento contra la erosión de los taludes mediante extensión de malla de coco (23.663 m<sup>2</sup>); construcción de un paso específico de fauna bajo la autovía para conectar la vega del río Ubierna con las laderas de la Cuesta de la Paloma; instalación de vallado perimetral y dispositivos de escape para la fauna que pueda haber penetrado en la autovía; instalación de 1.080 metros de pantallas antirruído; y reposición del Camino de Santiago (696 metros) y de varias vías pecuarias (4.257 metros). También se ha repuesto un tramo de la carretera BU-622 afectado por las obras. ■

NUEVA TERMINAL ESTRATÉGICA DEL PUERTO DE HUELVA

# Vocación minera

MARIÁN CAMPRA GARCÍA DE VIGUERA. FOTOS: IMPALA TERMINALS HUELVA

El puerto de Huelva cuenta con un nuevo centro logístico y de *blending* de concentrado de mineral de gran valor estratégico, pues sus recién estrenadas instalaciones, construidas en la zona de ampliación del muelle sur, alcanzan una capacidad para almacenar más de 240.000 toneladas. Esta nueva terminal puede también gestionar más de un millón de toneladas de mineral al año.

**Q**ue la historia es cíclica y a menudo se repite es un axioma que, en el caso del puerto de Huelva, parece confirmarse una vez más pues, como ya ocurriera en tiempos todavía no muy lejanos, sus instalaciones vuelven a vivir una nueva etapa de expansión gracias en buena medida a su situación estratégica, que desde tiempos inmemoriales han hecho de ellas una excelente salida natural para los importantes yacimientos mineros de la provincia, más concretamente de los producidos en la conocida como faja pirítica, donde la recuperación de los precios del cobre ha favorecido un importante resurgir de la actividad en los yacimientos onubenses.



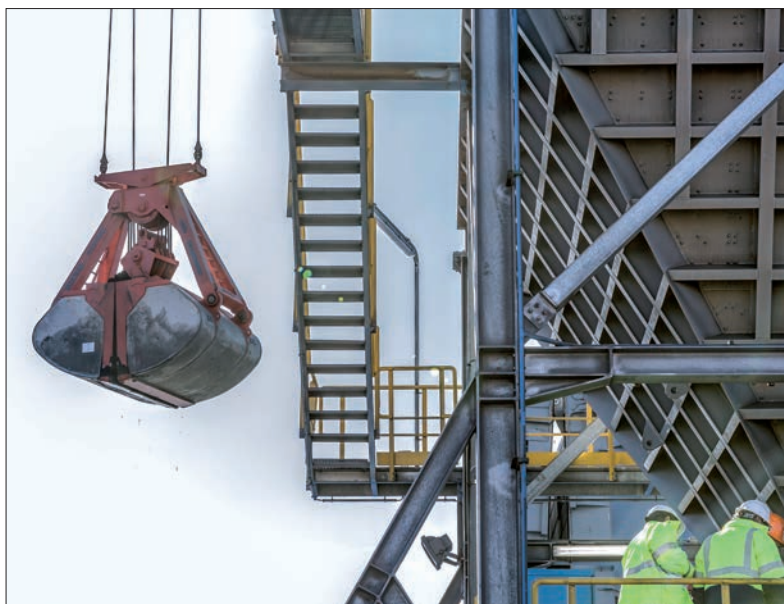


► La nave de almacenamiento durante los trabajos de construcción. En la foto inferior, estiba del mineral.

Para impulsar toda esa actividad el puerto de Huelva cuenta con una serie de nuevas instalaciones, entre las que destacan especialmente una innovadora terminal logística para la realización de las operaciones de almacenamiento y labores de mezcla o blending de concentrados de mineral de cobre y zinc para su posterior comercialización, además de una zona dedicada al almacenamiento de contenedores y chatarra con distintas áreas de acopio y sistemas de carga y descarga de los mismos, acompañadas ambas de un área específica para la realización de análisis químicos.

## Inversión

La nueva terminal, concebida para ofrecer sus servicios a todos los operadores vinculados al sector minero, permite ordenar también el tráfico y gestión de las mercancías de una manera más eficiente, incluyendo las operaciones de carga, descarga y almacenamiento del mineral. Gestionadas por la empresa Impala Terminals Huelva, participada por los grupos Trafigura y Bergé, ambos con amplia experiencia en el sector minero y energético, las nuevas instalaciones tienen su base en la ampliación sur del muelle Ingeniero Juan Gonzalo del puerto onubense. En total han supuesto una inversión de más de 100 millones de euros, de los que unos 40 millones han corrido a cargo de la Autoridad Portuaria, otros 3 millones de euros fueron aportados por la Junta de Andalucía y el resto, más de 60 millones, por la empresa Impala.



### La nueva terminal en cifras

|                                    |             |
|------------------------------------|-------------|
| Calado del muelle                  | 14 m        |
| Capacidad de almacenaje            | +240.000 MT |
| Ratio de carga por hora (flujo)    | 1.500 MT    |
| A la hora de capacidad de descarga | 800 MT      |
| <b>De buques (base 1 grúa)</b>     |             |
| Tonelaje anual estimado            | 1MTMH*      |
| Longitud total del muelle          | 550M        |

\*Millón de toneladas métricas húmedas (flujo)

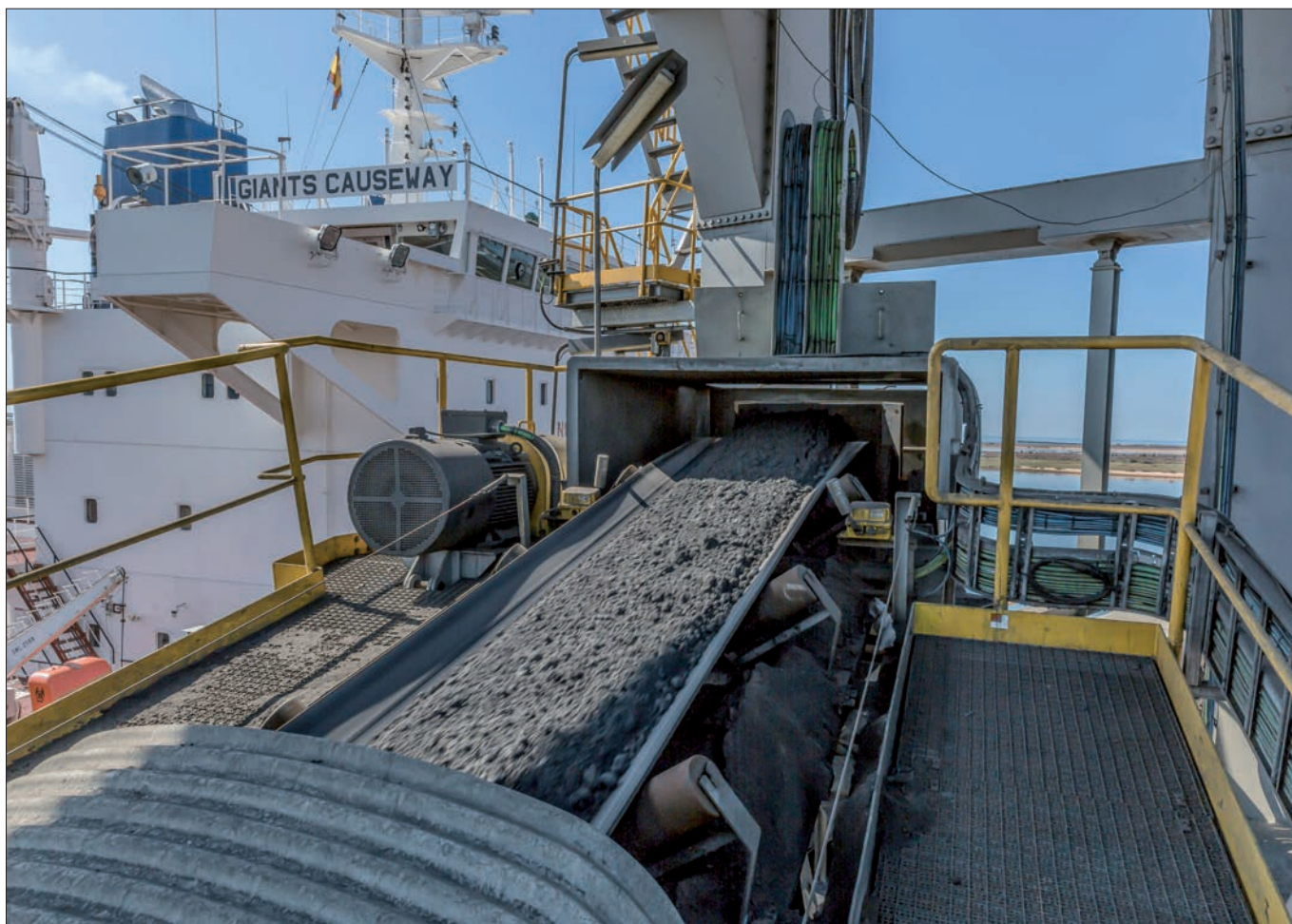
► Descarga del mineral en una de las naves de almacenamiento. Debajo, vista aérea de la nueva terminal.



El proyecto comenzó a ejecutarse en el verano del año 2014 y ha tardado en completarse poco más de 2 años, hasta su definitiva puesta en servicio en noviembre del pasado año. Las nuevas instalaciones, distribuidas en una superficie de 233.000 m<sup>2</sup>, tienen capacidad para almacenar alrededor de unas 255.000 toneladas de diferentes tipos de materiales y están diseñadas para procesar más de un millón de toneladas de mineral al año. Entre todas ellas destaca por su tamaño la nave de almacenamiento del sector sur, una estructura de acero galvanizado en caliente con forma abovedada y una superficie

aproximada de 14.000 metros cuadrados y 36 m de altura máxima en clave. Unida a ella, en sentido norte, se levanta la segunda nave de almacenamiento, con la mitad capacidad que la anterior. Ambas naves están provistas en su interior de tolvas de carga alimentadas por las correspondientes palas cargadoras que conducen los minerales hasta la cinta transportadora que sale del interior de la nave y que, conectada a las torres de transferencia, los depositan en el muelle. Una vez allí, otra cinta automática o 'tripper' alimenta a un cargador de barcos con capacidad para unas 1.500 toneladas/hora.





Toda esta serie de nuevas instalaciones han sido concebidas, pues, como un auténtico centro logístico, en lugar de como meros depósitos o puntos de almacenamiento previos a su embarque, teniendo lugar en ellos distintos procesos tras su recepción, como el mezclado, clasificación para su comercialización en función de tipologías, muestreo y pesaje de los distintos concentrados de mineral, etc.

## Carga y descarga

Para ello la terminal cuenta con un sofisticado y moderno sistema de tratamiento y almacenaje, tanto dentro de las dos grandes naves donde se guarda y mezcla el concentrado de mineral, como a través del complejo circuito de carga en barcos integrado por los correspondientes sistemas de cintas transportadoras y cargador telescópico. Además de ello, las instalaciones se completan con otro circuito que podríamos llamar inverso, destinado a la descarga desde barcos y dotado con modernas grúas de gran capacidad operativa así como de un sistema de cintas transportadoras, cuya máximo rendimiento está en torno a 3.000 toneladas/hora.

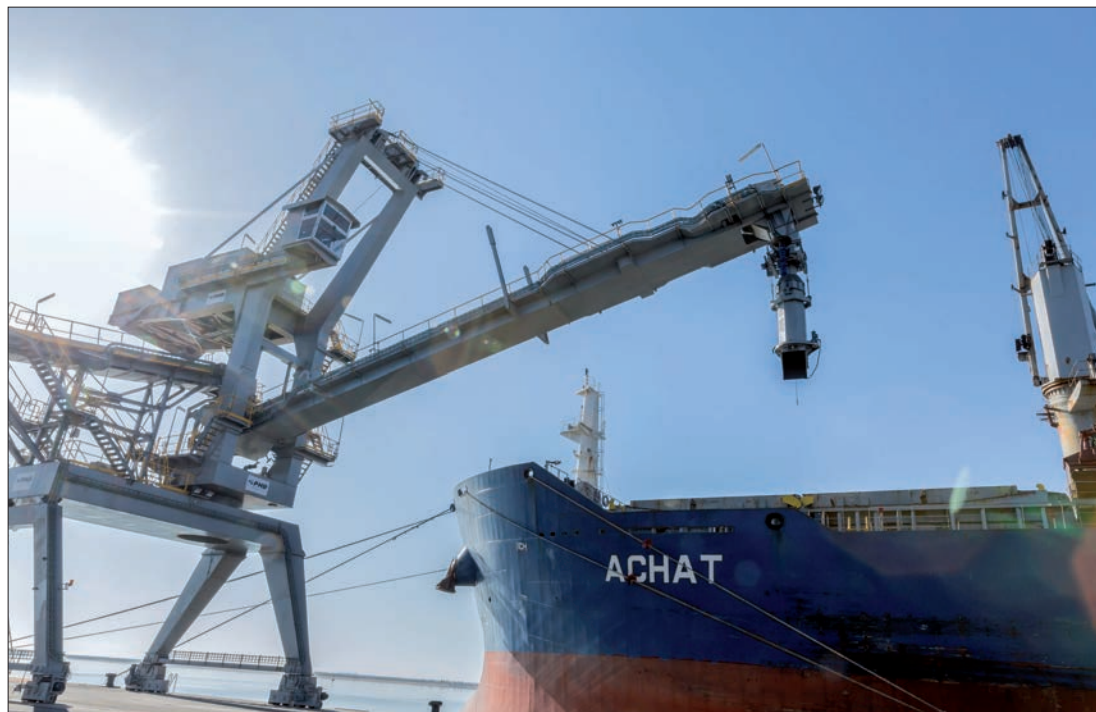
A fin de que las operaciones de carga y descarga se desarrollen con las máximas garantías medioambientales, la terminal cuenta con toda una serie de instalaciones para ello, disponiendo, entre otras, de lavaderos de vehículos a la salida de cada almacén y a la salida de la propia terminal, a fin de evitar que durante sus itinerarios por los viales puedan dispersar algún tipo de residuo; se han levantado también galerías que actúan a modo de cápsulas de las cintas transportadoras a fin de evitar derrames y dispersiones de partículas al exte-

► Cinta transportadora en plena operación de carga de un buque.

## Apoyo logístico

*El nuevo centro de Huelva es el primero construido por la empresa Impala Terminals en suelo europeo y su objetivo, además de prestar servicios logísticos y de transporte, es incrementar la capacidad de almacenaje y mezcla de concentrado de mineral en Europa occidental. La compañía dispone además de una veintena de sedes operativas en todo el mundo, sobre todo en América y África, con una plantilla total de más de 1.600 empleados. Se estima que la planta onubense generará en total unos 125 nuevos puestos de trabajo directos e indirectos.*

► Cargador telescópico operando en un buque.



rior, lo que se ha trasladado a la tolva ecológica de descarga de barcos para evitar la dispersión del polvo durante este tipo de operaciones. Todo ello se completa con una planta de tratamiento de aguas que recibe y recupera el agua de los lavaderos de vehículos.

### Capacidad

Los almacenes Norte y Sur de la nueva terminal de minerales, los 550 m de longitud del muelle de carga y descarga, junto a los sistemas de cintas transportadoras y el edificio de control de accesos, conforman en la actualidad en el puerto de Huelva una compleja in-

fraestructura dotada con el más moderno equipamiento. La terminal tiene una capacidad total de almacenaje de 240.000 toneladas distribuida en diferentes áreas. Por término medio, en los primeros meses desde su entrada en servicio, cada día descargan en sus instalaciones entre 100 y 120 camiones, que pasan por un proceso de pesaje y muestreo automático antes de proceder al almacenaje de la mercancía para su posterior mezcla o carga en buques para exportación.

**La nueva terminal cuenta con una capacidad total de almacenamiento de 240.000 toneladas y puede operar las 24 horas del día**



La terminal puede operar 24 horas al día, 7 días a la semana y su recién expandido muelle privado tiene capacidad para barcos de tamaño *panamax* a lo largo de una línea de atraque de 550 metros.

El puerto de Huelva, gracias a la nueva terminal, una de las más avanzadas en su clase, empieza a consolidarse otra vez como una importante puerta de salida para el concentrado de mineral producido en la faja pirítica. La terminal de Huelva es la más avanzada en su clase para la recepción, almacenaje, mezcla y exportación de concentrado de mineral gracias a su capacidad para manejar incluso más de un millón de toneladas por año. ■

JAVIER R. VENTOSA.

Mejorar la eficiencia energética del sistema ferroviario es una prioridad para el sector, dado que contribuye a reducir tanto los costes financieros como el impacto medioambiental de esta actividad, base del atractivo del tren como modo de transporte sostenible. Compañías ferroviarias e industria despliegan todo tipo de medidas y desarrollos tecnológicos para afrontar ese reto en la actualidad y en el corto-medio plazo. Un estudio del Área de I+D+i de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles describe las actuaciones y proyectos con mayor impacto en la reducción del consumo de energía y en la sostenibilidad del sistema.

**Q**ue el ferrocarril es el modo de transporte más eficiente en términos de consumo de energía y más limpio en cuanto a emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera es un hecho incontrovertible. Esta superioridad se fundamenta en ventajas competitivas tales como la velocidad, la alta capacidad, la electrificación y la conexión permanente a la red eléctrica, que, bien conjugadas, hacen del tren un modo atractivo capaz de captar pasajeros y mercancías desde otros modos menos



*VARIAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN BUSCAN REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA Y LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> EN EL FERROCARRIL*

# El reto de la eficiencia energética



► El diseño aerodinámico, que ofrece menor resistencia del vehículo al aire, se ha generalizado como medida de ahorro energético. En la imagen, cabeza motriz de un tren S 102 de Renfe.

eficientes. Algo especialmente perceptible en el tren de alta velocidad, más eficiente y sostenible no solo que el automóvil y el avión, sino incluso que el ferrocarril convencional.

El ferrocarril mantiene este liderazgo desde hace décadas, pero en los últimos años los otros modos de transporte han aplicado avances tecnológicos destinados a mejorar su eficiencia energética y sostenibilidad ambiental que han reducido las distancias. Y estas pueden reducirse aún más como consecuencia del compromiso alcanzado en la Cumbre del Clima (París, diciembre de 2015) para que el mundo camine hacia una economía baja en emisiones de gases de efecto invernadero, que dibuja un futuro no muy lejano de vehículos eléctricos y energías limpias. En ese escenario, el tren puede perder parte de sus actuales ventajas.

No obstante, el ferrocarril tiene potencial para mantener el liderazgo si profundiza en estas venta-

jas, de acuerdo al estudio *Technologies and potential developments for energy efficiency and CO<sub>2</sub> reductions in rail systems*, elaborado por el Área de I+D+i de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles para la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC). Según este informe, el ferrocarril debe incrementar su eficiencia energética para reducir los costes operativos y propiciar así un modo de transporte público más atractivo, competitivo y rentable, capaz de limitar sus emisiones de CO<sub>2</sub> entre un 20 y un 30% en 2030. Para ello, el estudio detalla las medidas implementadas por las operadoras para elevar la eficiencia energética del sistema, así como los avances tecnológicos enfocados hacia ese fin. Estas medidas abarcan todo el ciclo de vida del proyecto ferro-

viario y se agrupan en cuatro bloques: diseño de la infraestructura, las instalaciones y el material rodante; tracción; sistemas auxiliares; y gestión inteligente de la energía. Se desgranarán a continuación.

**El desafío medioambiental del sistema ferroviario es limitar las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera entre un 20 y un 30% para el año 2030**



## ▶ **Diseño de la infraestructura, las instalaciones y el material rodante**

El diseño del trazado es básico para reducir el consumo de energía. Un trazado eficiente es aquel que permite velocidades homogéneas, sin aceleraciones o deceleraciones bruscas, limitando el uso del freno y, por tanto, las pérdidas de energía por la fricción rueda-carril. Como ejemplo de las ventajas de un perfil de velocidades homogéneas se cita la comparativa entre un AVE y un tren convencional en un viaje a 200 km/h, con el mismo kilometraje y paradas: la energía perdida por el primero es un 58% menor que la del segundo. Evitar las restricciones puntuales de velocidad, la existencia de pendientes a la entrada de una estación y las pendientes adaptadas a la velocidad máxima permitida también reducen el consumo y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Y se puede ahorrar a más velocidad: en 2007, la elevación de la velocidad máxima de 280 a 300 km/h en el tramo Madrid-Camp de Tarragona de la LAV Madrid-Barcelona redujo el consumo de energía un 3% y rebajó el tiempo de viaje.

La arquitectura de los trenes es otra medida de impacto en la eficiencia energética del sistema ferroviario.

Desde hace años se ha generalizado el diseño aerodinámico, que reduce la resistencia del vehículo al aire más de un 25% y exige hasta un 15% menos de energía de tracción, con mayor estabilidad, acortando los tiempos de viaje dada la mayor capacidad de aceleración. En el futuro crecerá el uso de estos diseños. Igualmente es efectiva la reducción de la masa del tren (a través del menor peso de los componentes o mediante trenes articulados o de doble piso), lo que disminuye la energía necesaria para superar la resistencia al avance. Ejemplo de ello es el AGV de Alstom (360 km/h), con menos peso y más capacidad, que consume un 15% menos de energía que los TGV existentes a 300 km/h. Como tendencia futura se apuntan los diseños basados en la biónica, que desarrollarán trenes aún más estables y con un menor consumo de energía.

También los materiales con que se fabrica el tren inciden en la eficiencia energética. Habitualmente son aleaciones de aluminio, acero y titanio, aunque la experimentación con composites apunta grandes ventajas: una carrocería a base de composites reduce el peso del vehículo un 20-30%, lo que se traduce en un menor consumo energético para moverlo y en un 5% menos de emisiones de CO<sub>2</sub>. Los composites, además, son más versátiles, más resistentes a corrosión y fatiga, reducen los costes de

▶ La arquitectura y los materiales con que se fabrican los trenes son medidas con gran impacto en la eficiencia energética del sistema ferroviario.



► Arriba, la factura energética de las estaciones se puede reducir regulando climatización e iluminación con sistemas inteligentes. Debajo, paneles solares sobre las instalaciones de FGV en Valencia.

operación y mantenimiento, y el coste de su ciclo de vida es un 16% más bajo. La industria ferroviaria fabrica hoy componentes estructurales mixtos y Alstom ultima un prototipo de coche multimaterial con partes fabricadas íntegramente en composites.

Otra medida de ahorro en el campo del diseño es la aplicación de la ingeniería mecatrónica (símbiosos de

ingenierías mecánica, electrónica, de control e informática) para controlar y guiar el tren de rodaje, como forma de mejorar el rendimiento de las ruedas convencionales, además de propiciar una menor fricción en las curvas (y por tanto, menos necesidad de energía de tracción, menos desgaste y menos mantenimiento) y reducir las vibraciones. Los *bogies* Flexx de Bombardier son un exponente práctico de esta tecnología.

Por otro lado, el estudio afirma que los fabricantes, al diseñar un tren, deben considerar todo su ciclo de vida como forma de ahorrar energía e impulsar la sostenibilidad, especialmente en su fase final, el reciclado. Tres grandes fabricantes reciclan hoy el 95% de los materiales de algunos de sus modelos de trenes y metros.

El empleo de energías renovables (solar, eólica y geotérmica) en instalaciones ferroviarias y trenes es una medida adicional con impacto en el coste energético del ferrocarril, al reducir la energía importada y las emisiones de CO<sub>2</sub>, haciendo del tren un modo más verde. Existen experiencias de instalaciones alimentadas por aerogeneradores (estaciones de Llançà y L'Aldea de Adif), paneles solares (talleres de FGV en Valencia y Alicante) y una combinación mixta (subestaciones eléctricas de SNCF en Francia), con notables ahorros energéticos; en India se ensayan paneles solares sobre trenes diésel para su iluminación y ventilación.



## Renfe, Adif y la eficiencia energética

Renfe, la compañía de servicios española que tiene los mayores costes de energía, desarrolla desde hace años políticas destinadas a mejorar la eficiencia energética y medioambiental de su actividad, que inciden a su vez en el ahorro de costes. Su hoja de ruta es el Plan de Sostenibilidad Energética, con objetivos económicos, energéticos y ambientales, así como las medidas para alcanzarlos. Entre ellas figuran la consolidación de la eficiencia energética en la cultura corporativa, el uso preferente de las energías renovables (40% del total en 2014), la incorporación de medidores para reducir el consumo, el impulso a la conducción inteligente, la colaboración con Adif (acuerdo marco por la sostenibilidad y la eficiencia energética) o la innovación tecnológica (proyectos piloto de tracción ferroviaria con gas natural licuado y con hidrógeno).

La estrategia de eficiencia se plasma en resultados relevantes, como refleja el estudio anual de costes externos, ahorro de huella de carbono y ahorro de consumo energético de la operadora, presentado en diciembre por una consultora holandesa. Según este estudio, Renfe transportó 465,2 millones de pasajeros y 20,8 millones de toneladas de mercancías en 2015, que de no viajar en tren habrían generado 348 millones de circulaciones de automóviles, 4 millones de circulaciones de camiones y 104.500 vuelos. Traducido en costes, la actuación de Renfe al captar esos tráficos ahorró a la sociedad 1.703 M€ en términos de sostenibilidad, evitando además la emisión de 3,5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> y el incremento en el consumo energético de más de un millón de toneladas equivalentes de petróleo.

Otro informe presentado en el Congreso Nacional de Medio Ambiente CONAMA 2016 sostiene que el 89% del transporte de Renfe se desarrolla por redes electrificadas y está, por tanto, parcialmente descarbonizado en base al actual mix eléctrico (53% sin emisiones y 33% renovables). Además, desde 1990, la compañía ha reducido su huella de carbono un 56%, hasta situarse en 24,2 gr de CO<sub>2</sub> por unidad transportada.

Adif y Adif Alta Velocidad, gestores de la infraestructura ferroviaria pública, también incorporan la eficiencia energética en su ADN de la mano de los Planes Directores de Ahorro y Eficiencia Energética. Los objetivos del Plan 2014-2020 son la mejora de la eficiencia energética, la implantación de la cultura de eficiencia energética, la contribución al fortalecimiento de la marca mediante iniciativas sostenibles y la ayuda a la consecución de los objetivos nacionales en esta materia. Para ello se implementan tres tipos de medidas: de gestión (gestión de la demanda y de los consumos, concienciación del personal, formación y herramientas para una gestión eficaz), técnicas (nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia y reducir las pérdidas) y la implantación de sistemas de generación de energía renovable. Como objetivo final, se pretende alcanzar un ahorro anual de 56,88 millones de kWh/eq. en 2020 y años sucesivos, lo que supone una significativa reducción de la factura energética, del consumo de energía y de las emisiones de gases de efecto invernadero.



## ▲ Sistemas de tracción

Entre los dos sistemas de tracción del ferrocarril más generalizados, el eléctrico es el que aporta mayores ventajas en términos de eficiencia energética y de impacto medioambiental, además de otras (uso de energías renovables y exportación de energía), respecto al diésel. La electrificación de una línea es una de las actuaciones más decisivas en la imagen verde del ferrocarril ya que reduce el uso de locomotoras propulsadas por combustible diésel, disminuyendo drásticamente los costes de energía consumida (50-60%) y las emisiones de CO<sub>2</sub> (19-33%). No obstante, la inversión inicial (subestaciones, catenaria) es elevada. Pese a sus ventajas, la mayor parte de la red ferroviaria mundial no está electrificada: 50% del total en Europa (61% en España, 60% en Alemania, 32% en Reino Unido), 43% en Asia, 18% en África y apenas el 0'50% en Estados Unidos y Canadá. Son porcentajes que reflejan un importante margen de mejora.

► Las unidades de tracción eléctrica (arriba, trenes Civity de CAF para el operador de Montenegro) y la electrificación de líneas (debajo, tramo de la LAV Valladolid-Palencia-León) reducen considerablemente los costes energéticos y las emisiones de CO<sub>2</sub> del sistema ferroviario.





► La energía eólica obtenida mediante aerogeneradores alimenta parte de las instalaciones de una estación. En la imagen, aerogenerador de eje vertical en la estación de Llançà (Girona).

Hoy existen otras alternativas de combustible, en distintas fases de desarrollo, energéticamente más eficientes y sostenibles que el diésel. Como los trenes híbridos (con motores diésel y eléctricos), que aportan mayor versatilidad, reducen el kilometraje recorrido con tracción diésel y ofrecen numerosas ventajas: menos energía importada por el uso del freno regenerativo, más energía exportada por la posibilidad de devolverla a la red, aumento de la energía renovable y reducción de emisiones para trenes de pasajeros (disminuyen cuando la línea está electrificada un 3%) y de mercancías. Exponente de esta tecnología es la transformación de los trenes S 130 a la nueva serie S 730 de Renfe, que prestan el servicio Alvia al norte de España.

En fase de desarrollo se encuentran los trenes alimentados por celdas de hidrógeno, que generan electricidad a partir de un proceso químico que combina hidrógeno y oxígeno. Se trata de una máquina simple de cero emisiones (solo emite vapor y agua condensada), alta eficiencia energética en la cadena de tracción (50%), recarga rápida, silenciosa, fiable y con un ciclo de vida largo, características que la convierten en una alternativa prometedora al diésel. El prototipo de estos trenes

es el Coradia iLint de Alstom, que circulará en Alemania en 2018, aunque en Qingdao (China) funciona ya un tranvía movido por este tipo de tracción.

Más incipiente aún es el tren propulsado por gas natural licuado (GNL), un combustible menos contaminante que el diésel (70% de NOx y 30% de CO<sub>2</sub> menos),

más económico y de fácil almacenamiento. También es más silencioso. Algunos estudios auguran que tendrá un papel creciente en las locomotoras de mercancías, con experiencias prácticas ya en Estados Unidos y Rusia. En Asturias,

Renfe, Gas Natural Fenosa y Enagás preparan la primera prueba piloto del mundo con un tren de pasajeros propulsado por GNL.

Otras medidas que aumentan la eficiencia energética del ferrocarril, relacionadas con la tracción eléctrica, son el freno regenerativo y la subestación reversible de corriente continua. El primero es un tipo de freno a bordo de trenes eléctricos que, al ser accionado, convierte la energía cinética en eléctrica, permitiendo ser almacenada, usada por otros trenes o devuelta a la red, en vez de disiparse como calor. Es decir, es una fuente de energía renovable que reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> y la

### Actualmente se ensayan innovadores sistemas de propulsión (hidrógeno, GNL) como alternativa al diésel para líneas no electrificadas



energía importada. Su aplicación está muy extendida. La subestación reversible, por su parte, es un tipo de instalación situada junto a una línea férrea y equipada con inversores que recoge hasta el 99% de la energía de frenado de los trenes y la exporta a la red, con notables ahorros de energía (7-15%) y sin lanzar emisiones contaminantes. Ejemplos españoles de esta tecnología son la subestación de La Comba (Málaga) de Adif y las subestaciones del metro de Bilbao.

## ▲ Sistemas auxiliares

La instalación de sistemas eficientes y dispositivos inteligentes para regular la climatización y la iluminación, tanto en trenes como en estaciones, contribuye asimismo a reducir el consumo de energía. En los trenes, los sistemas auxiliares (altavoces, puertas automáticas, iluminación y, sobre todo, climatización) consumen del 10 al 50% de la energía total, porcentaje rebajable con medidas de bajo coste ya en servicio. Entre estas destacan dos: la gestión inteligente de la climatización mediante sensores de CO<sub>2</sub>, que monitorizan la calidad del aire y regulan la temperatura y el aire, con ahorros de energía del 15 al 30%; y el uso de refrigerantes líquidos que rebajan el nivel de ozono. Una simulación de la Universidad de Basilea sobre estas medidas en los ferrocarriles suizos arroja un potencial de ahorro del 40%. En cuanto a los sistemas de iluminación de a bordo, las lám-

paras Led combinadas con circuitos inteligentes suponen un sustancial ahorro (40-60%) respecto a los tubos fluorescentes. Otras ventajas de esta tecnología, que se está imponiendo como standard, son el bajo mantenimiento, la reducción de costes de su ciclo de vida y que no emite rayos ultravioleta.

En las estaciones y naves ferroviarias, con un consumo de energía mayor, se reproduce la misma situación. En estas instalaciones, donde la climatización es el gran consumidor (68% de la energía total), los sistemas inteligentes pueden gestionar la temperatura más eficientemente y reducir la factura energética, haciéndolas más sostenibles. Entre estos figuran la gestión inteligente de la climatización mediante sensores de CO<sub>2</sub> (regula el aire fresco y reduce los niveles de CO<sub>2</sub>, en servicio en el suburbano de Singapur), la gestión automática de la planta de refrigeración (con ahorros del 30%) y la instalación de equipos más eficientes. La gestión inteligente de la iluminación, mediante lámparas Led y sensores de movimiento, contribuye a reducir el consumo hasta un 28%. Y el ahorro con escaleras mecánicas de velocidad regulable puede alcanzar el 30%.

## ▲ Gestión inteligente de la energía

Las estrategias de gestión de la energía que mueve el material móvil son también decisivas en la optimización del consumo y la sostenibilidad del sistema. Una

► La conducción eficiente es una práctica de los operadores ferroviarios para optimizar el consumo de energía del tren.



► La operación de los trenes, compatibilizando horarios y sincronizando llegadas y salidas, es una importante estrategia de ahorro energético. En la imagen, Centro de Regulación y Control de alta velocidad en la estación Madrid-Puerta de Atocha.

práctica extendida es el *eco-driving* o conducción eficiente, es decir, la conducción de trenes con el menor consumo de energía y de emisiones de CO<sub>2</sub>, lo que se consigue mediante un aprovechamiento inteligente de la inercia de los trenes, de la energía cinética acumulada y de la orografía del terreno, con lo que se logra que el tren circule sin consumir energía durante parte del recorrido. Con este tipo de conducción, ensayada en simuladores, las reducciones en el consumo energético pueden ser del 8 al 22%. Por otro lado, diversos fabricantes europeos han desarrollado el *software* Sistema de Ayuda a la Conducción (DAS, en su acrónimo inglés), que, combinando datos del estado del tren y de la línea, indica la estrategia óptima de conducción, llegando a la estación a tiempo. Además, reduce el coste de energía y de emisiones hasta un 20%.

La introducción de sistemas de almacenamiento de la energía de frenado a bordo de trenes es igualmente una interesante fuente de eficiencia energética, particularmente en el transporte urbano (tranvías, trenes-tram). Desde la pasada década proliferan en Europa y Japón tecnologías a base de volantes de inercia, supercapacitores o baterías que permiten la circulación autónoma de vehículos por tramos sin catenaria, con importantes ahorros de energía (15-30%) y de picos de potencia. El sistema ACR de la empresa CAF, con supercapacitores que recargan el vehículo en las paradas, es un ejemplo de esta tendencia.

Finalmente, la propia operación de los trenes se configura como otra estrategia de ahorro. Esto se consigue, por ejemplo, mediante la compatibilidad de horarios de los trenes, combinando las ventajas del freno regenerativo con la sincronización de las salidas y llegadas de trenes a la misma estación, para evitar picos de potencia y aprovechar la energía de frenado de los trenes que llegan para alimentar a los que salen. Con esta estrategia se consiguen ahorros de energía del 5-30%. Otra práctica es la conexión del *software* DAS con el Centro de Tráfico de Control (CTC), lo que ajusta la estrategia de conducción para ahorrar energía y elevar la puntualidad. Los trenes daneses la aplican con buenos resultados desde 2012. Una tercera práctica es la integración de todas las medidas de gestión de energía en una red inteligente eléctrica que controla el sistema, como propone el proyecto comunitario Merlin (con estimaciones de ahorro del consumo del 10%) o ensaya la compañía nipona JR-East. El incremento de la carga también incide en la eficiencia energética: la reducción en el consumo específico de energía (kWh/plaza.km) puede variar del 14 al 17% dependiendo del tipo de tren (longitud del convoy, anchura de coches, doble piso). Por último, el empleo de dispositivos para monitorizar todos los sistemas del tren ayuda a evaluar su comportamiento y reducir el consumo de energía, como demostró FGV en una prueba realizada en 2014. ■

RESTAURACIÓN DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE TOLEDO

# Artesanía de vanguardia



TEXTO: BEGOÑA OLABARRIETA. FOTOS: GEMA LANZAS (INECO)

Cien años después de su finalización, en 1917, la emblemática estación neomudéjar de Toledo ha sido sometida con éxito a una profunda reparación y restauración que le devuelven todo su esplendor. Unos trabajos

que han combinado el saber artesanal con la investigación y el desarrollo de soluciones que la preparan para otros muchos años de idas y venidas de viajeros que llegan por tren a una de las ciudades más visitadas de España.



hablar de Toledo es hablar de millones de viajeros que, año a año, llegan de todo el mundo para visitar su conjunto histórico y monumental. Lejos quedan aquellas seis horas en carro que la separaban de la capital, Madrid, en pleno siglo XIX. Hoy ese trayecto se realiza en menos de 30 minutos gracias a la Alta Velocidad

que arriba a una de las estaciones más singulares de la geografía española y que, por sí misma, es un exponente de la mezcla de culturas y del desarrollo de las artes toledanas. Un edificio de estilo neomudéjar, declarado Bien de Interés Cultural en 1991, que gracias a los últimos trabajos de reparación vuelve a mostrarse a los ojos de viajeros y visitantes con el mismo esplendor que hace 100 años, cuando terminó su construcción.



► Vista de la cubierta antes, durante y tras la restauración.



La intervención, finalizada en el verano de 2016, no es la primera obra de remodelación a la que se somete el edificio. Adif ya llevó a cabo, también con la colaboración de Ineco como lo ha hecho en esta ocasión, una puesta al día, que concluyó en 2005, para recibir a la, tan ansiada, Alta Velocidad.

Pero 10 años más tarde, en 2015, los problemas estructurales y la necesidad de restaurar y arreglar algunos de sus elementos arquitectónicos y decorativos más importantes volvieron a hacer necesaria una nueva obra. Más que una reparación, podemos decir que la reciente actuación en la estación de Toledo ha sido una auténtica restauración de vanguardia artesanal.

## Problemas estructurales

Cien años no pasan en balde y el deterioro de los materiales y las incidencias climáticas se empezaron a dejar sentir en la estación creando problemas en su es-

tructura. Una rotura de canalizaciones afectó a la parte inferior del edificio, a lo que se sumó el mal estado de la cubierta. Los muros de fachada también presentaban diversos daños, debido igualmente a la mencionada rotura.

Para solucionarlo se sustituyeron por completo todas las canalizaciones, planteando la sustitución de las bajantes de fibrocemento por bajantes de zinc, así como la red horizontal enterrada de aguas, instalando arquetas registrables a pie de cada bajante y en todos los encuentros.

Parte de los daños estructurales eran consecuencia del mal estado de la cubierta, al existir entradas de agua por la colmatación de las bajantes que producían el desbordamiento de las aguas de lluvia hacia el interior deteriorando los muros de fachada. Se hizo necesaria entonces su renovación, aprovechando para ello la misma teja antigua existente, al tiempo que se instalaron nuevos canalones de zinc colocando rebosaderos para que



## Una estación para los nuevos tiempos

1914 fue un año decisivo para Toledo. Se conmemoraba el III Centenario de la muerte del Greco y la familia real se dejaba caer por ahí cada vez más frecuentemente para enseñar las grandezas de su patrimonio a los dignatarios extranjeros. El turismo empezaba a ser una incipiente promesa y la ciudad necesitaba una estación de ferrocarril a la altura, condición que la anterior, construida a finales del siglo anterior, no parecía reunir.

El encargo se realizó a la Compañía de los Ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y Alicante (MZA) y a uno de sus más destacados arquitectos, Narciso Clavería, marqués de Manila. El resultado, no exento de polémica dado que en aquel entonces se llevaba más la estética industrial que la historicista para este tipo de infraestructuras, fue un edificio de estilo neomudéjar.

No se escatimó en contratar a los mejores artesanos, los detalles de forja se encargaron al rejero Julio Pascual, y los característicos pináculos y otros elementos cerámicos a Ángel Pedraza. Curiosamente, fue un arquitecto francés, E. Hourdille, el encargado de recrear en este edificio esa mezcla tan española de culturas.

Finalmente, cuando concluyeron las obras en 1917, la estación era un conjunto que albergaba, al más puro estilo neomudéjar, un edificio de viajeros de una sola planta con cinco arcos de herradura apuntados como puertas de entrada, un vestíbulo con unas taquillas hechas con un forjado único y paredes revestidas, en su parte inferior, por mosaicos de azulejos.

Aparte de sus pináculos y otros elementos decorativos, hay dos curiosidades a mencionar en esta estación. La primera, la torre del reloj en el extremo izquierdo de la construcción, algo poco habitual en este tipo de construcciones y más propio de iglesias de estilo mudéjar o de edificios principales. El segundo, su actual capilla, en la que aún se ofician misas, y que en origen fue el despacho provisional del monarca Alfonso XIII en sus visitas a Toledo.

en caso de colmatación el agua salga directamente al exterior sin filtrarse hacia el interior de los muros de fachada.

Además, las grietas se cosieron mediante varillas de fibra de vidrio, restaurando posteriormente su acabado con materiales acorde con los elementos originales. Nuevos materiales para acabados artesanales.

### Artesanía I+D+i

Uno de los sellos de identidad de la estación neomudéjar de Toledo son los pináculos que confieren una especial singularidad a sus fachadas. Unas piezas de crestería —castilletes de color verde y blanco— situadas en la parte alta del edificio que se encontraban muy de-

terioradas. Se hacía necesario sustituirlas, no sólo por la estética del conjunto, sino también por el riesgo de desprendimiento.

Hechas de una envoltente en cerámica esmaltada con el interior relleno por mortero de escoria y sujetas al muro a través de un redondo de hierro de 20 mm de diámetro, su deterioro se debía al aumento de volumen de los redondos de conexión por la expansión del material con la oxidación, y a la expansión del mortero de escoria por los fuertes cambios de temperatura.

Toledo registra importantes cambios térmicos entre el día y la noche, en especial en otoño y primavera, que si bien no afectaban a la envoltente de material cerámico, si alteraban la escoria interior cuya dilatación hacía reventar la envoltura exterior.



Recuperar estas piezas únicas ha sido un novedoso proyecto de I+D+i. Para encontrar la solución, un ceramista toledano experto en restauración de patrimonio recogió el testigo del autor original que realizó estas piezas hace un siglo, Ángel Pedraza.

Analizando el origen del problema, se descubrió que era necesario sustituir la conexión metálica que se expandía con la corrosión por otra basada en varillas de fibra de vidrio, y eliminar la mezcla de materiales, haciendo toda la crestería de un solo material cerámico.

El resultado final tuvo su complicación. En un principio, con la intención de mantener la idea original de cuerpo macizo, se hicieron pruebas de pieza completa en

cerámica, pero era tal la masa que estallaba en el interior del horno al cocerlas. Finalmente, y mediante un sistema de artesano de ensayo- error, se llegó a una pieza hueca en su parte posterior utilizando los mismos materiales, colores y esmaltes que las piezas originales, pero sin la escoria. Al igual que hace un siglo no se producían dos piezas iguales, cada una también hoy tiene la mano diferenciadora de su creador.

El resto de elementos decorativos de la fachada, piezas curvas cerámicas vitrificadas de colores azules y marrones, así como tejas de pequeño tamaño situadas en el alero, también fueron restaurados por expertos utilizando materiales tradicionales y tecnologías de última generación.

► Los trabajos de restauración comprendieron la sustitución de canalizaciones y bajantes.

► Torre del reloj y cresterías cerámicas ya restauradas.



## La intervención

- Reparación de la cubierta del edificio de viajeros:
- Producción artesanal y sustitución de tejas tipo árabe, tejas vidriadas de color y piezas cerámicas en la crestería.
- Sustitución de canalones, sumideros y bajantes.
- Reparación de la red de saneamiento de pluviales que conecta las bajantes con el colector ubicado bajo el andén principal.
- Acondicionamiento del cuerpo lateral izquierdo del edificio-primer planta y planta baja:
- Saneamiento de la tabiquería y paramentos con eliminación de humedades.
- Reparación de la carpintería exterior para estanqueidad de los huecos en fachada.
- Restauración general de la torre:
- Retirada de biodepósitos originados por la entrada de aves.
- Saneamiento de cara interior de los paramentos de fachada y de techos.
- Reparación de carpintería.
- Sustitución de vidrios rotos para evitar la entrada de aves.

### Fachadas:

- Cosido de grietas y eliminación de eflorescencias.
- Restauración de las vidrieras del cuerpo lateral del edificio.

## Carpinterías

La tercera de las intervenciones fue la restauración de las carpinterías exteriores, constituidas por vidrios emplomados, dañados en parte y con los perfiles de plomo que las unían fracturados.

De nuevo se buscó una persona con experiencia y que todavía conociera a fondo las técnicas de restauración de vidrieras en plomo, y en su taller se procedió a la sustitución de algunos elementos deteriorados y, en algunos casos, a la totalidad de la ventana cuando el emplomado no era recuperable. Cercos, carpinterías y frailerros de madera se restauraron igualmente, devolviéndoles el color original, pero tratados con productos de conservación de última generación.

Por último, y en otro proyecto independiente, adjudicado en julio, Adif completó toda la intervención con la restauración de las grandes farolas de forja de la estación, que se han impermeabilizado y reparado, además de renovar el sistema de alumbrado con tecnología LED. ■



▶ Grupo de pasajeros del DC-4 en la escala de Villa Cisneros.

*70 AÑOS DEL PRIMER VUELO COMERCIAL MADRID-BUENOS AIRES*

# Volando a las américas

MARIÁN CAMPRA G<sup>a</sup> DE VIGUERA. FOTOS: AG IBERIA

En el año 1946, un avión de cuatro hélices despegó desde Madrid rumbo a Buenos Aires. El vuelo, a baja altura durante una parte de su trayectoria para sortear las tormentas del Atlántico y, a unos 450 kilómetros por hora de velocidad media, alcanzó su destino finalmente después de 36 horas de viaje y 3 escalas. Más que un vuelo comercial, fue una aventura aérea que supuso el establecimiento por primera vez de los itinerarios regulares entre Europa y Sudamérica, después de la II Guerra Mundial.



► Vista exterior y de la cabina del DC-4.



**P**or aquel entonces, la travesía en barco de un continente a otro podía durar incluso más de un mes, dependiendo de los temporales. Pero antes de llegar a la histórica fecha del 22 de septiembre de 1946, para la aviación comercial española y mundial, es necesario recordar otros hitos de la aeronáutica militar de nuestro país que abrieron ese nuevo camino. Y buena parte de ellos tuvieron su origen en tierras andaluzas, como el del hidroavión *Plus Ultra* en 1926, que partió de Palos de la Frontera, en Huelva, y terminó su viaje en Buenos Aires, siendo el primer vuelo que cruzó el Atlántico Sur con una sola aeronave. Un año después, en 1927, Lindberg cruzó el Atlántico Norte con su *Spirit of Saint Louis*. Y en 1929 los gigantescos y míticos dirigibles *zeppelin* comenzaron sus vuelos alrededor del orbe, en ocasiones con escalas en Madrid y Sevilla. Luego, cuatro años más tarde, en 1933, Barberán, Collar e Ilarduya, a bordo del *Cuatro Vientos* y partiendo del aeródromo de Tablada, protagonizarían un legendario y trágico vuelo para unir Sevilla con La Habana y México. Estos fueron algunos de los primeros viajes aéreos entre Europa y América. Tan sólo habría que esperar algo más de una década, ya tras la II Guerra Mundial, para que España volviera a ocupar un lugar de honor en la historia de la aviación.



► El Douglas DC-4 en vuelo.

Así, la primera ruta comercial entre Europa y Sudamérica, en este caso entre Madrid y Buenos Aires, llega tan solo unos años después, en 1946, de la mano de Iberia-Vuelo, compañía surgida en 1928 para crear el primer puente aéreo entre Barcelona y Madrid y que, al término de la Guerra Civil, en 1939, había ampliado sus rutas con el viaje entre Madrid y Lisboa.

Luego, solo 6 años después, Iberia daba un gran salto con su primer vuelo transoceánico: el día 22 de septiembre de 1946 despegó un avión cuatrimotor DC-4 de Iberia desde Madrid con destino a Buenos Aires. Aquella histórica aeronave, tripulada por los mejores pilotos de Iberia entonces, los comandantes Ansaldo, Pombo y Martínez Gallardo, acompañados por el navegante Indalecio Rego, el radiotelegrafista Segundo Hernández y el mecánico Alejandro Aragón, tenía capacidad para 44 pasajeros y una autonomía de vuelo de más de 6.000 kilómetros. Después de 36 horas de viaje y diversas escalas, el avión aterrizó en el aeropuerto de Morón de la capital argentina. Antes hubo de realizar algunas escalas técnicas en Villa Cisneros, en el entonces Sáhara español, así como en Natal y Río de Janeiro en Brasil, si bien esta última resultó imprevista pues el vuelo fue desviado hasta allí para solventar los trámites burocráticos con las autoridades brasileñas que ni siquiera fueron iniciados desde España antes de partir. Iberia se convertía de esta forma en la primera compañía comercial europea que unía el viejo continente y Sudamérica tras la II Guerra Mundial. La ruta comercial Madrid-Buenos Aires estaba así definitivamente abierta y se ponía en marcha tan solo unos días después, el 15 de octubre, fecha a partir de la que ya se establecieron los vuelos regulares, en principio solo con un vuelo cada diez días y con una parada adicional en Montevideo, por petición expresa de las autoridades uruguayas. El éxito de la ruta no se hizo esperar y muy pronto se pasó a un vuelo cada semana. Un paso decisivo que permitiría a Iberia, ocho años después, el 3 de agosto de 1954, lanzar su primer vuelo entre Madrid y Nueva York, justamente en el mismo día que Cristóbal partió del puerto de Palos y llegó a América.



### **Ruta aérea actual Madrid – Buenos Aires**

*Iberia inició en el año 1946 una ruta comercial que ha ido ampliando hasta los actuales dos vuelos por día con Buenos Aires y otras 250 conexiones con ciudades latinoamericanas de 16 países. El vuelo a la capital argentina se hace en la actualidad en 12 horas, frente a las 36 iniciales, que tenía 3 escalas: Villa Cisneros, Natal y Montevideo.*

*Vuelo hoy sin escalas donde se sobrevuela: Madrid–Cáceres–Porto Santo (Madeira)–Fortaleza (atraviesa Brasil dejando Belo Horizonte, Sao Paulo y Curitiba a la izquierda)–Durazno (Uruguay)–Buenos Aires.*



► Airbus A330-200 conmemorativo "Buenos Aires"; estacionado en el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

## El viaje

Aquellos primeros vuelos eran toda una experiencia y no sólo por su larga duración de 36 horas, incluidas las escalas, con una noche en el parador de Villa Cisneros, construido expresamente para que los viajeros pudieran pernoctar en el vuelo de regreso. Cruzar el Atlántico en aquellos Douglas DC-4 fogueados en la II Guerra Mundial constituía toda una aventura no exenta de ciertos riesgos, lo que obligaba a tomar todo tipo de precauciones. Entre ellas y como curiosidad, por ejemplo, se calculaba al detalle el pe-

so de todo lo que viajaba en el avión: equipaje facturado, de mano, e incluso el de los propios pasajeros. Algunos de los cuales, al aterrizar y contar sus impresiones, no pudieron por menos que recordar los momentos de angustia vividos al sortear las tormentas en el Atlántico con el avión volando a baja altura. Así lo evocaba también muy recientemente el único niño que voló en aquel vuelo inaugural, Francisco Botas. Por entonces era un niño coruñés de 6 años y viajaba con su madre para conocer a sus familiares argentinos. Recuerda que una azafata le acompañó durante todo el vuelo y le regaló un cochecillo; tam-



bién que cuando el avión entró en una zona de turbulencias lo llevaron a la parte de atrás donde le enseñaron unas estrellas en unos mapas para entretenerle. Pudo visitar la cabina y estuvo cerca de los mandos con el comandante, aunque lo que más le impresionó fue que durante la escala en el Sáhara español comieron en casa del Gobernador de Villa Cisneros, y en ella vio por primera vez dos leopardos vivos.

El salto de África a América, desde Villa Cisneros a Natal, la primera escala en Brasil, lo que era propiamente cruzar el charco, tomaba en total unas trece horas. A bordo del avión de cuatro hélices, la atención a los pasajeros corría a cargo de las primeras azafatas —Encarnación Ruiz de Gámiz, Pilar Macías, María José Ugarte y Ana Marsans—, que efectuaban tan largo viaje con escalas, y el nombre para designarlas fue objeto incluso de debate: aeroviarías, aeromozas, mayordomas o proveedoras, fueron algunas de las otras opciones que se barajaron.

La ruta entre Madrid y Buenos Aires supuso un importante cambio organizativo en la tripulación de los vuelos de Iberia, incorporándose, además de las mencionadas, la figura del navegante, cuyas tareas eran, entre otras, tomar las alturas astronómicas desde la cúpula de cristal del DC-4 con el fin de calcular la situación geográfica del avión.

Por su parte, el servicio de *catering* a bordo de esos primeros vuelos de larga duración entre Madrid y Buenos Aires incluía desde pollo frito, tortilla española, huevos duros y hasta algún bombón servido en su correspondiente caja de cartón; la bebida era gratis. El precio del billete de avión entre Madrid y Buenos Aires en el año 1946 era de 7.250 pesetas, un importe que no estaba por entonces al alcance de cualquiera.

► Tareas de mantenimiento mecánico del DC-4 y cabina del radiotelegrafista a bordo.

## Crece la competencia

La demanda de vuelos trasatlánticos se hizo pronto enorme y a Iberia le surgieron casi de inmediato nuevos

### DATOS TÉCNICOS DOUGLAS DC-4 SKYMASTER

|                        |                                            |
|------------------------|--------------------------------------------|
| Periodo de utilización | 1946-1968                                  |
| Propulsión             | 4 motores Pratt & Whitney R-2000 Twin Wasp |
| Alcance                | 6.800 km                                   |
| Longitud               | 28,80 metros                               |
| Envergadura            | 35,82 metros                               |
| Velocidad Máxima       | 450 km/h                                   |
| Butacas                | 44-60                                      |



► La tripulación del DC-4 recibe a los pasajeros. Debajo, carga del catering en la bodega.

competidores, sobre todo por la gran cantidad de emigrantes españoles en Argentina. Así, en muy poco tiempo se sumaron otras compañías aéreas con rutas muy similares: primero se unió la holandesa KLM, después la Flota Aérea Mercante Argentina (FAMA, antecesora de Aerolíneas), a las que se añadirían en breve hasta 3 aerolíneas más: la British South American Corporation, Air France y Panair do Brasil. Esta mayor oferta de vuelos

entre Europa y América fue desplazando poco a poco a los barcos transatlánticos, que hasta entonces eran el único medio de transporte utilizado por los viajeros entre Europa y Sudamérica y que suponían afrontar unos tortuosos viajes de más de un mes, con los temibles y a menudo inevitables temporales en mitad del océano.

## ▲ Vuelo conmemorativo

Con motivo del 70 aniversario de aquel primer vuelo entre Madrid y Sudamérica, un Airbus A330-200 fletado ex profeso para la ocasión recordaba la efemérides y en la librea de esta aeronave podían verse las banderas de los 16 países de América Latina a donde vuela Iberia hoy. El avión conmemorativo cubrió la ruta Madrid-Buenos Aires el pasado 22 de septiembre en poco menos de 12 horas y, a la llegada al aeropuerto de Ezeiza, fue recibido por autoridades del país. Para celebrar sus 70 años volando a América Latina, la compañía ha grabado en su avión "Buenos Aires" las banderas de los 16 países de la región adonde efectúa vuelos directos: México, Puerto Rico, República Dominicana, Cuba, Guatemala, Costa Rica, El Salvador, Panamá, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela, Brasil, Argentina, Chile y Uruguay. ■



150 ANIVERSARIO DEL FERROCARRIL CIUDAD REAL-BADAJOS

# Un tren muy disputado



*JULIA SOLA LANDERO. FOTOS: FUNDACIÓN DE LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES*

Un accidentado acto inaugural presidido por la Reina Isabel II y celebrado los días 10 y 12 de diciembre de 1866, abrió oficialmente un ferrocarril estratégico para el transporte nacional: la línea Ciudad Real-Badajoz, que unía el centro peninsular con Lisboa. Desde entonces han transcurrido 150 años y, para celebrar el aniversario, el tren histórico Prestige —una joya ferroviaria formada por coches restaurante que guarda el Museo del Ferrocarril de Madrid— ha realizado durante el mes de diciembre, un itinerario conmemorativo organizado en siete viajes desde Madrid hacia Extremadura.



► El tren Prestige durante uno de sus viajes conmemorativos.

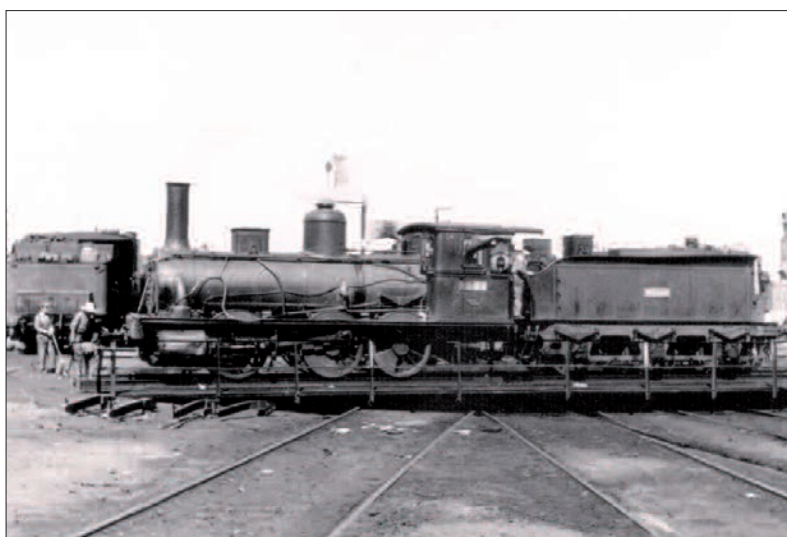


El proyecto de esta línea comenzó a gestarse a mediados del siglo XIX, época de fervor ferroviario en la que toda Europa pugnaba por llevar el tren a lo largo y ancho de su territorio. Desde muy pronto, Extremadura se sumó a aquel afán que también cundía en el resto de España. El objetivo era modernizar las comunicaciones terrestres existentes en la región —un conjunto de caminos carreteros por donde circulaban lentísimas diligencias—, y conseguir el enorme impulso económico que llevaba el tren a las regiones por donde pasaba.

Extremadura quería ser el gozne que uniera el noroeste peninsular con los puertos andaluces y que conectara Madrid con Portugal. Para ello, era preciso establecer dos trazados ferroviarios: uno que discurriera de norte a sur a lo largo de la frontera portuguesa para conectar el noroeste peninsular con los puertos de Sevilla, Cádiz y Huelva; y otro de este a oeste, dado que era una prioridad nacional unir Madrid con Lisboa. Estábamos, por tanto, ante una estrategia de nación que trascendía los intereses de la región extremeña: la de completar las conexiones entre Madrid, Castilla-La Mancha, Andalucía, Castilla-León y Portugal.

## Polémica

La batalla, sin embargo, se producirá en Extremadura, y tanto Cáceres como Badajoz librarán una guerra de intereses para que el trazado pase por sus respectivas



► Locomotora de la serie 030-2350 de la antigua MZA en la estación de Mérida. Debajo, Talgo III en los andenes de la estación emeritense.

provincias. Había que decidir entre un ferrocarril del Tajo o un ferrocarril del Guadiana. Tras unos años durante los que se barajaron distintas alternativas, ganó la propuesta de alcanzar Badajoz a través del valle del Guadiana, frente al trazado —más corto— que defendían los diputados por Cáceres y que hubiera discurrido por el valle del Tajo atravesando tierras de esa provincia.

El asunto provocó una agria polémica entre representantes de ambas provincias, pero sea como fuere, ganó la alternativa pacense y en 1855 España y Portugal firmaron un acuerdo por el que el país vecino construiría la línea entre Lisboa y la ciudad fronteriza de Elvas, mientras que España la continuaría hasta Ciudad



Gonzalo Rubio



► Locomotora de la serie 319 impulsando los cuatro vagones restaurante del tren conmemorativo. Debajo, llegada del tren real a la estación de Badajoz en 1866.

Real, donde enlazaría con Madrid. Cinco años después, el 19 de marzo de 1860, se puso la primera piedra de la estación de Badajoz —primera estación de trenes construida en Extremadura—. Sin embargo, la primera locomotora a vapor que vio llegar la flamante estación vino no de tierras manchegas, sino de tierras lusas. Día señalado, sin duda, aquel 28 de junio de 1863 en el que los habitantes de Badajoz celebraron la llegada del enorme artefacto que anunciaba una nueva era.



La encargada de construir el tramo español que ahora celebra aniversario fue la Compañía de los Caminos de Hierro de Ciudad Real a Badajoz (C.R.B.), constituida mayoritariamente con capital francés en 1861 y adjudicataria de la concesión de la línea, otorgada en diciembre de 1859.

El trazado elegido —337 kilómetros con 52 estaciones—, llegaría hasta Portugal a través de Badajoz y, por el lado de Ciudad Real, enlazaría con ferrocarriles de la compañía Madrid-Zaragoza-Alicante (M.Z.A.) que lo unirían con Madrid.

Su ejecución se desarrolló en dos tramos: Ciudad Real-Mérida y Mérida-Badajoz, ambos con un plazo de ejecución de cinco años. Las obras comenzaron en 1861 y, gracias a la suave topografía del recorrido, el avance de los trabajos fue rápido. El 21 de agosto de 1865 entraba en servicio el tramo Mérida-Magacela; el 17 de marzo de 1866, Magacela-Castuera, y el 30 de julio, Castuera-Almorchón, que ya estaba unido con Ciudad Real a través de Veredas y Puertollano. La línea completa se puso en servicio el 23 de noviembre de 1866 ante la presencia de una nutrida representación gubernamental. Sin embargo, la inauguración oficial —un viaje de Estado de gran gala— presidido por la Reina Isabel II, llegaría tres semanas después.



► Estación de Almorchón.

## Mal comienzo

El viaje inaugural de la anhelada línea empezó con mal pie. La expedición, que seguiría después viaje a Lisboa, se prolongaría dos días con la idea de que el séquito real, encabezado por el presidente del gobierno, general Narváez, pudiera realizar paradas intermedias y saludar a los ciudadanos que se agolpaban en las estaciones al paso del tren.

Pero la jubilosa celebración que se preveía no fue tal. El tren salió de Madrid la noche del 10 de diciembre de 1866. A las puertas del invierno y en la gélida madrugada del 11 de diciembre, probablemente la densa niebla que rodeaba a la estación de Daimiel, provocó que la máquina exploradora de la expedición entrara en la estación sin detenerse y atropellara a la muchedumbre que se agolpaba para ver a la real comitiva. El accidente provocó cinco muertos, decenas de heridos y una enorme consternación en toda España.

Tras el inevitable desconcierto, la comitiva real continuó su ruta al día siguiente y arribó a Badajoz la tarde del día 12 de diciembre. La llegada no pudo ser más celebrada: 21 cañonazos, jubiloso repique de todas las campanas de la ciudad, calles engalanadas con arcos de romero y farolillos, y una muchedumbre entusiasta



► Composición de cercanías en la estación de Badajoz.

## Viaje al pasado

El Tren Prestige, guardado en el Museo del Ferrocarril de Madrid, conserva su decoración original de los años 20, pero tras su rehabilitación, también puede atender a viajeros del siglo XXI sin merma de su confort. Perteneciente a la Fundación de Ferrocarriles Españoles desde que en 1999 Renfe le cediera la subserie de vagones completa, el Museo lo gestiona y comercializa para realizar viajes turísticos por distintas comunidades autónomas.

Con capacidad para 184 pasajeros, el Prestige está formado por cinco lujosos coches-restaurante fabricados en Inglaterra, Francia y España para la mítica Compagnie Internationale des Wagons-Lits (CIWL) entre 1926 y 1930.

Fue en 1988, después de que dejaran de circular, cuando Renfe compró a la CIWL los cinco coches restaurante con la intención de adaptarlos para componer un tren de época destinado a viajes chárter de lujo. La adaptación de aquellos primitivos coches se realizó en 1991 en los propios talleres de la CIWL en Irún. Junto con su rehabilitación, se modernizaron sus instalaciones —electricidad, climatización, megafonía— para mejorar sus prestaciones y su comodidad, pero conservando el encanto de su inconfundible decoración de los años veinte. Una laboriosa intervención que obligó al desmontaje del interior de los coches y con la que se instaló en cada uno de ellos una cocina totalmente equipada.

Estos son los cinco coches que componen el Prestige:

► **El numerado como WR 3566**, construido en 1930 por la Sociedad Española de Construcción Naval en los astilleros del Nervión, con sede en Sestao. Este modelo forma parte de una serie de coches-cama y restaurante diseñados expresamente para circular por la sinuosa orografía española, por lo que se construyeron algo más cortos. Con capacidad para 36 plazas distribuidas en dos salones, su interior está decorado con maderas nobles y motivos florales art déco. Dejó de circular en los primeros años de la década de los ochenta.

► **El numerado como WP 4067**, fabricado en 1926 por la empresa The Leeds Forge Co. Ltd. en la ciudad británica de Leeds, pertenece a los coches-salón Pullman que daban servicio a los trenes de lujo diurnos de la CIWL en las líneas Calais Vichy, Milán Cannes y Milán Venecia, cuyo auge comenzó a declinar a partir de la crisis de 1929. En 1937 comenzó su transformación en coches restaurante con 41 plazas., y en 1964 cuatro de ellos comenzaron a circular en España dando servicio a varios trenes expresos, también hasta los años ochenta.

► **El numerado como WR 3580**, salió de la fábrica de la compañía francesa Entreprises Industrielles Charentaises, en Aytré (La Rochelle). Primero con sus 42 plazas originales distribuidas en dos salones y después con 24 plazas, tras el desmontaje de uno de los salones y su transformación en barra de bar, prestó servicio en RENFE hasta 1982.

► **El numerado como WP 2746**, fue construido en 1926 en la ciudad francesa de Lunéville por la Société Lorraine des Anciens Etablissements de Dietrich. Concebido también para dar servicio al tren de Lujo Sud Expresso, que circulaba en España de noche y hacía el trayecto francés entre Hendaya y París de día, también sucumbió a la decadencia que trajo la crisis de 1929. Su segunda oportunidad tuvo lugar en España entre 1949 y 1953, cuando fueron transformados en coches restaurante con una capacidad para 52 plazas, luciendo también una elegante decoración art déco. Fueron retirados paulatinamente del servicio entre 1976 y 1977.

Para conmemorar el 150 aniversario de la línea Ciudad Real-Badajoz, además de los actos organizados por la Asociación Extremeña de Amigos del Ferrocarril, que han incluido exposiciones, publicaciones, seminarios, cine, viajes y visitas, el Prestige, junto con el coche salón Renfe ZZ1102 —procedente de la transformación de un Pullman de 1928, ha salido de su apacible estancia museística para realizar varios viajes especiales— entre el 2 y el 8 de diciembre pasado —por Castilla-la Mancha y Extremadura-Cáceres, Mérida, Plasencia, Badajoz, Monfragüe, etc.—. De carácter gastronómico y turístico, en sus vagones, además de vivir un paseo nostálgico por los ya remotos años veinte, los viajeros pudieron realizar degustaciones y visitas guiadas a instalaciones ferroviarias.



► Tren de la serie 594 reformado en la estación de Mérida. Debajo, la antigua estación de Ciudad Real engalanada para el viaje de Isabel II.



que aclamó a la reina y a su real familia, tanto en la flamante estación de tren como en el trayecto hasta el palacio del Ayuntamiento, desde donde realizaría una visita a la capital pacense antes de continuar viaje hacia Lisboa.

### En 1969 los trenes con destino a Badajoz dejaron de salir de la estación de Delicias y lo hicieron desde la de Madrid-Atocha

Días después, la línea operaba con normalidad y el servicio de trenes comenzó a funcionar con dos trayectos diarios: un tren correo que salía de Badajoz a las 5 de la mañana y llegaba a Ciudad Real nueve horas después; y un tren ómnibus que partía a las 8 horas y llegaba a Ciudad Real a las 20 horas. En sentido inverso llegaban a Badajoz desde Ciudad Real sendos trenes a las 15 y a las 20 horas.

Pero las dificultades económicas no tardaron en aparecer, dado que el escaso tráfico que generaba la línea distaba mucho de compensar los costes que su construcción generó a la C.R.B., compañía pequeña y de vida corta. A pesar de sus estrecheces, o precisamente como remedio para remontar económicamente, la compañía construyó en 1868 un estratégico ramal entre la localidad pacense de Almorchón y la cordobesa de Bélmez, a donde llegaba otra línea procedente de Córdoba, lo que abría el paso hacia Andalucía. Sin embargo, este nuevo servicio no sólo no aumentó los beneficios de la compañía, sino que supuso un nuevo lastre en su cuenta de resultados, que la llevó a la suspensión de pagos.

Pasada la década más cruda de su crisis económica y con el objetivo de controlar el viaje directo entre Madrid y Badajoz-Portugal, la compañía obtuvo en 1876 la concesión de un ramal de 170 kilómetros hasta Madrid independiente del tramo Madrid-Manzanares-Ciudad Real gestionado por la compañía M.Z.A., que pasando por la localidad alcarreña de Malagón, la toledana de Mora y muy cerca de Toledo, acortaba la distancia entre Lisboa y Madrid en casi 100 kilómetros (de 882 a 789 km).

Las obras del nuevo tramo, con viaductos que salvan los ríos Manzanares, Algodor y Guadiana a su paso por la provincia de ciudad Real, se hicieron con tanta rapidez que terminaron en 1879, 14 meses después de haberse iniciado.

Ese mismo año la compañía realizó la ampliación del apeadero que tenía en Madrid en la estación de Delicias. Señal inequívoca de que las mayores dificultades económicas de la compañía ya se habían superado. Sin embargo, los contactos con la compañía M.Z.A para repartir el tráfico hacia Badajoz y Portugal, finalmente desembocaron en la absorción de C.R.B. por parte de M.Z.A.

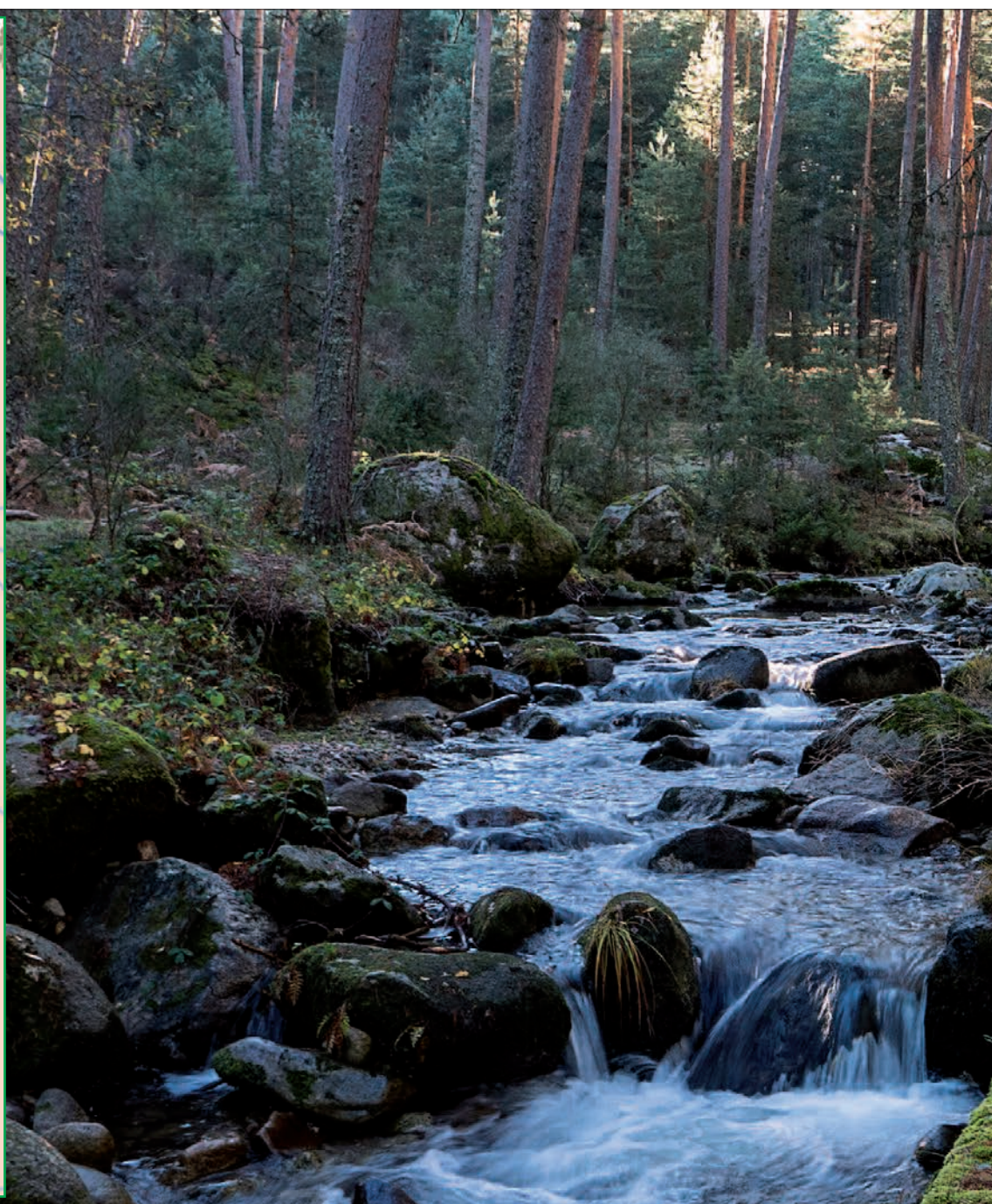
## Decadencia

Nunca los tiempos fueron demasiado buenos para la línea. Pero ésta entró en franca decadencia a partir de la década de 1940, sobre todo en lo referente al transporte de viajeros, a partir de la entrada en servicio, en julio de 1943, del Lusitania Expreso entre Madrid y Lisboa, tren-hotel de lujo que estuvo en servicio hasta 1995, año en que el servicio comenzó a prestarse por el Tren Hotel Lusitania, que aún hoy viaja de noche hasta la capital lusa desde la estación Madrid-Chamartín.

En 1969 salió, desde Madrid-Delicias, el último tren de viajeros hacia Badajoz: un expreso arrastrado por una de las legendarias locomotoras "ye-yé". A partir de entonces, los trenes fueron trasladados a la estación de Madrid-Atocha, desde donde ha seguido prestando servicio hasta la actualidad. ■



# Solaz de la corte



TEXTO Y FOTOS: MARIANO SERRANO PASCUAL

En 1767, Carlos III ordenó el acondicionamiento de ocho kilómetros de la orilla izquierda del río Eresma, desde su nacimiento hasta San Ildefonso, con el propósito de convertir ese tramo en el lugar ideal donde practicar una de sus aficiones favoritas, la pesca. No es el Salón del Prado ni la puerta de Alcalá, pero esta obra menor del rey ilustrado, por el entorno en que se encuentra y jalónada por varios puentes históricos y otro patrimonio, constituye uno de los rincones más interesantes del Guadarrama.



resma rezan los carteles que hace unos años se colocaron sobre el puente de la Cantina, en la carretera CL-601, justo al final del sinuoso descenso del puerto de Navacerrada por el lado segoviano. Y

Eresma es, en efecto, el nombre oficial del río que pasa por debajo del puente, según la cartografía del IGN. A pesar de todo, hasta no hace tanto —y aún en la actualidad para la gente del lugar— este que nos ocupa fue río de nombre Valsaín, como el valle que rie-



► El camino de las Pesquerías en el arroyo del Telégrafo.



ga y como sus montes y bosques, nacido, muy cerca precisamente del citado puente, de varios arroyos —Telégrafo, Minguete, Puerto del Paular y otros— que se precipitan desde las cumbres de Peñalara, Peña Citores o Siete Picos. Valsaín lo llama, haciéndose eco de una casi milenaria toponimia, aquella clásica obra titulada *Guía y descripción del Real Sitio de San Ildefonso* que escribieran en 1884 los ingenieros de montes don Rafael Breñosa y el que posiblemente fue uno de los mejores conocedores de estos bosques: don Joaquín María de Castellarnau. Por entonces el Eresma no nació hasta pasada La Granja, gracias a la confluencia del Valsaín y el Cambrones, diez kilómetros más abajo de donde en la actualidad lucen los carteles.

## Un paraje con historia

Fuera como fuese, Valsaín o Eresma, el paraje que recorre el camino de las Pesquerías Reales está cargado de historia. Dice Leonardo Fernández Troyano en *Los pasos históricos de la sierra de Guadarrama* —otro impagable clásico sobre estas montañas, recientemente reeditado— que no resulta fácil de entender que esta esmerada obra de casi ocho kilómetros de longitud fue-

ra realizada con el único objeto de satisfacer la afición piscatoria del monarca. Es posible que influyeran otros factores, como el de explotación de un recurso económico (fue Carlos III quien adquirió estos montes para el patrimonio de la Corona) o, simplemente, el de convertir este sitio en ameno recreo de una nutrida corte que, desde comienzos del siglo XVIII, se trasladaba durante

► *Losas de granito, algunas de casi un metro de espesor, forman el dique de canalización y la calzada del camino.*





► Miliario y calzada del camino de las Pesquerías junto al puente de los Vadillos.

parte del año al palacio de La Granja. No obstante, no puede olvidarse que todo cuanto está relacionado con estos bosques, incluso el que hayan llegado incólumes hasta nuestros días, tiene mucho que ver con la querencia que, desde hace casi un milenio y hasta hace bien poco, demostraron por las riquezas naturales de estos lugares los monarcas de cuatro dinastías (cinco, si contamos a José Bonaparte), especialmente por las presas, de pelo, pluma o escamas, que atesoraban. Es significativo que una de las primeras menciones de este lugar que han llegado hasta nosotros sea la del *Libro de la Montería de Alfonso XI*, de mediados del siglo XIV, donde se lee: "Val sauin es muy Real monte de Offo, e también de Puerco en verano, e alas vezes en inuierno".

Ya por entonces el alcázar de Segovia se había convertido en una de las residencias favoritas de los reyes castellanos. La zona de Valsaín, conocida como el "bosque de Segovia", pertenecía al Común de la Villa y Tierra de ese concejo desde las repoblaciones realizadas por Alfonso VI al sur del Duero, pero los monarcas siempre se habían reservado el privilegio de cazar y pescar en sus montes. No es extraño, pues, que a finales de ese mismo siglo XIV Enrique III de Trastámara decidiera levantar junto al río un pequeño albergue en el que, entre tiro y tiro de ballesta, poder descansar y reponerse de

los males espirituales y corporales que le valieron el sobrenombre de El Doliente. Hay constancia de que tanto su hijo Juan II como su nieto Enrique IV siguieron frecuentando como cazadero la entonces denominada Casa del Bosque. Parece que este último tuvo, durante una partida en estos montes, un terrible encuentro con un animal salvaje del que salió bien parado gracias a la intercesión de San Ildefonso, razón por la que, en el lugar donde ocurrieron los hechos, a menos de media legua de la Casa del Bosque, mandó construir una ermita dedicada a ese santo. Poco después, en 1477, su hermana y sucesora Isabel la Católica donó la ermita y las tierras colindantes a los monjes jerónimos del monasterio del Parral para que instalaran allí una granja. Sin saberlo, los hermanos Trastámara habían puesto las bases para el abandono y la ruina de la casa de Valsaín, pues muchos años y dos dinastías más tarde, el primer Borbón, Felipe V, convirtió aquella granja rodeada de frondoso bosque en un suntuoso palacio en medio de un inmenso y atildado jardín de estilo entre francés e italiano.

Pero eso ocurriría mucho después. Entretanto, Felipe II se fijó en la antigua Casa del Bosque, o más bien en su emplazamiento, y en 1552 encargó levantar en su lugar un palacio, de cuyas obras se encargaron Luis y Gaspar de Vega y, a la muerte de este último, Gómez de Mora.



► A la izqda., puente de Valsáin, del siglo XVI, con el macizo de Peñalara al fondo. Debajo, puente de Boca del Asno.

Frente a la austeridad de El Escorial, obra de vejez de un rey “ascético y melancólico”, como dijo Marañón, erige aquí el joven Felipe un palacio mucho más jovial y ligero, de airoso estilo flamenco con toques puramente españoles, rodeado de jardines con árboles traídos del extranjero y estanques con peces exóticos.

El hermoso palacio del bosque siguió siendo residencia ocasional de los reyes hasta que, al final del reinado de Carlos II, pocas horas después de que el último de los Habsburgo saliera de Valsáin para volver a Madrid tras una de sus estancias, se produjo un incendio que causó importantes aunque no irreparables daños. La muerte de Carlos II sin descendencia, la guerra civil que siguió, el advenimiento tras esta de una nueva dinastía y una Hacienda quebrantada obligaron a posponer cualquier proyecto de reforma. No sería hasta 1718 cuando se libren fondos para estas reparaciones, que Felipe V encargó a Teodoro Ardemans. Pero el rey, antes de que comiencen las obras, cambia de opinión: nostálgico del Versalles en el que creció y bajo la influencia de su esposa italiana Isabel de Farnesio, acostumbrada a los estudiados jardines del palacio ducal de Parma, Felipe V decidió abandonar Valsáin a su suerte y levantar, un poco más al norte y al otro lado del río (allí donde Enrique IV se enfrentó a una fiera y los jerónimos trabajaban una granja), un suntuoso palacio de nueva planta que nada tenía que ver con el palacio hispano-flamen-



co del Rey Prudente y menos aún con la modesta Casa del Bosque de los antiguos reyes castellanos.

### El camino de las Pesquerías

Desde entonces el palacio de Valsáin no ha dejado de sufrir un proceso de deterioro que llega hasta nuestros días. Convertido hoy en una completa ruina, apenas conserva parte de una torre, algún muro y retazos del pórtico de entrada.



► Azud de la central de Santa Isabel (arriba) y escala salmonera de la presa del Salto del Olvido.

Si el palacio de Valsaín fue olvidado por los reyes, no ocurrió lo mismo con los bosques adyacentes o las riberas del río, que, como venía sucediendo desde tiempos ancestrales, pertenecían al común de la Ciudad y Tierra de Segovia. En 1761, Carlos III decide incorporar a la Corona tanto las tierras denominadas pinar y matas de Valsaín como el cercano bosque de Riofrío. Por las primeras pagó casi cuatro millones de reales de vellón y algo menos de medio millón por el segundo, aunque la Comunidad se reservaba algunas servidum-

bres como la de pastos o la de saca de leñas muertas. La compra por la Corona salvó en cierta forma al bosque, que se encontraba muy deteriorado a causa de las talas indiscriminadas de pino y roble y del pastoreo intensivo. (Ya en 1884 se crearía el Real Aserrío de Valsaín, que supondría un nuevo impulso para la recuperación y consolidación del bosque.)

Poco después de la compra, en 1767, Carlos III encarga la construcción de las Pesquerías Reales. La obra duraría dos años, y aunque no se saben muchos detalles de su ejecución, es fácil deducir sus características por lo que aún queda de ella, que es, por fortuna, bastante. Consistía en un dique de bloques de granito de unos dos metros de altura y una calzada, también de grandes losas de granito, de entre uno y dos metros de ancho, que, de forma casi ininterrumpida, recorría la orilla izquierda del río desde poco más abajo del puente de la Cantina hasta un poco antes del puente de Santa Cecilia, en la carretera de Segovia a La Granja, ya a la altura de esta localidad. Además se canalizó la desembocadura de algunos arroyos que vierten al Eresma, así como un tramo de un kilómetro del arroyo del Telégrafo, en el que también se construyó calzada, constituyendo en la actualidad uno de los tramos mejor conservados. La obra no consistió solo en la calzada y el muro de canalización, sino que se hicieron otras obras de acondicionamiento, especialmente de recreo, como



puentes, vados y pasaderas de piedra o madera, represas para la pesca y el baño, cascadas, lugares de descanso con asientos naturales de piedra y peldaños también de piedra que descendían hasta las pozas (como en el llamado Baño de Venus, en el arroyo del Telégrafo, o en Boca del Asno), etc.

Así pues, aun cuando la intención de Carlos III fuera la de reservarse un apartado lugar donde distraer sus melancolías practicando la pesca, lo cierto es que las Pesquerías acabaron siendo, hasta hace algo menos de cien años, el lugar de esparcimiento favorito de los numerosos cortesanos que acudían al Real Sitio cuando allí se trasladaba la corte.

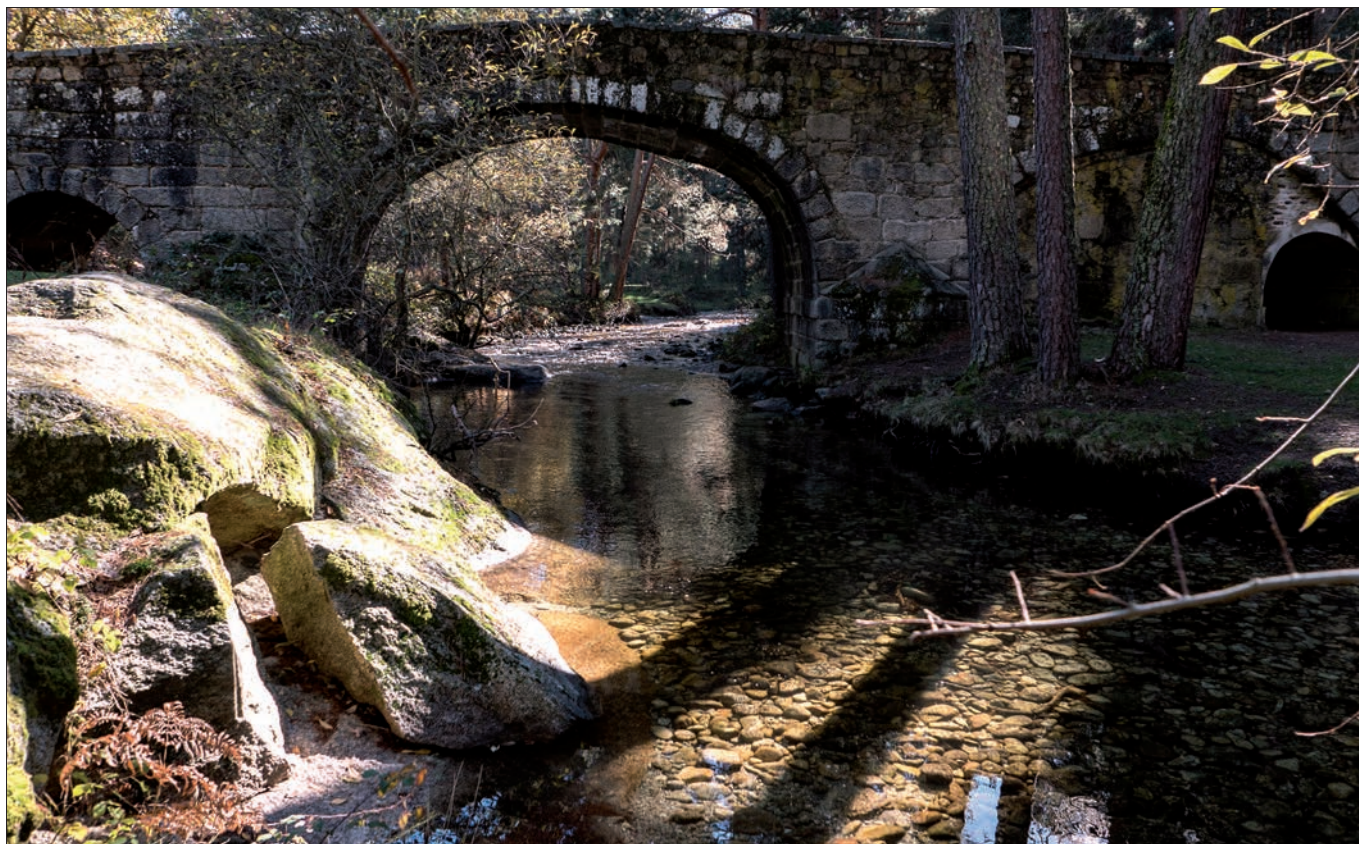
Unos años después de terminadas las Pesquerías, en 1778, se inicia una obra que daría aún más vida a las proximidades del río Valsaín. Nos referimos a la carretera del puerto de Navacerrada, entonces aún llamado de Manzanares, que, proyectada por Juan de Villanueva (todavía en tiempos de Carlos III pero terminada en el reinado de Carlos IV), irá desde Collado Villalba hasta La Granja. Hasta entonces el paso de la sierra en esta zona se había venido haciendo por el puerto de la Fuenfría, con menor altitud que el de Navacerrada pero con una terrible pendiente de subida desde la vertiente sur. El paso por el de Navacerrada —que hasta la construcción de la carretera y de varias ventas a su vera era casi impracticable en invierno por la nieve y muy poco



recomendable en cualquier época por los bandoleros que se apostaban a uno y otro lado de la cumbre— permitió un enlace más fácil y directo hasta La Granja, potenciando el valle de Valsaín y el trasiego de la corte entre Madrid y el Real Sitio.

Desde su compra por Carlos III, los montes de Valsaín siguieron perteneciendo al patrimonio de la Corona (salvo durante el Sexenio Democrático, de 1868 a 1874) hasta su incorporación al Estado en la Segunda

► Arriba, puente de la Cantina. Debajo, puente de Navalacarrera.



► Junto a estas líneas, puente y acueducto de los Canales, del siglo XVI. Debajo, puente del Anzolero.



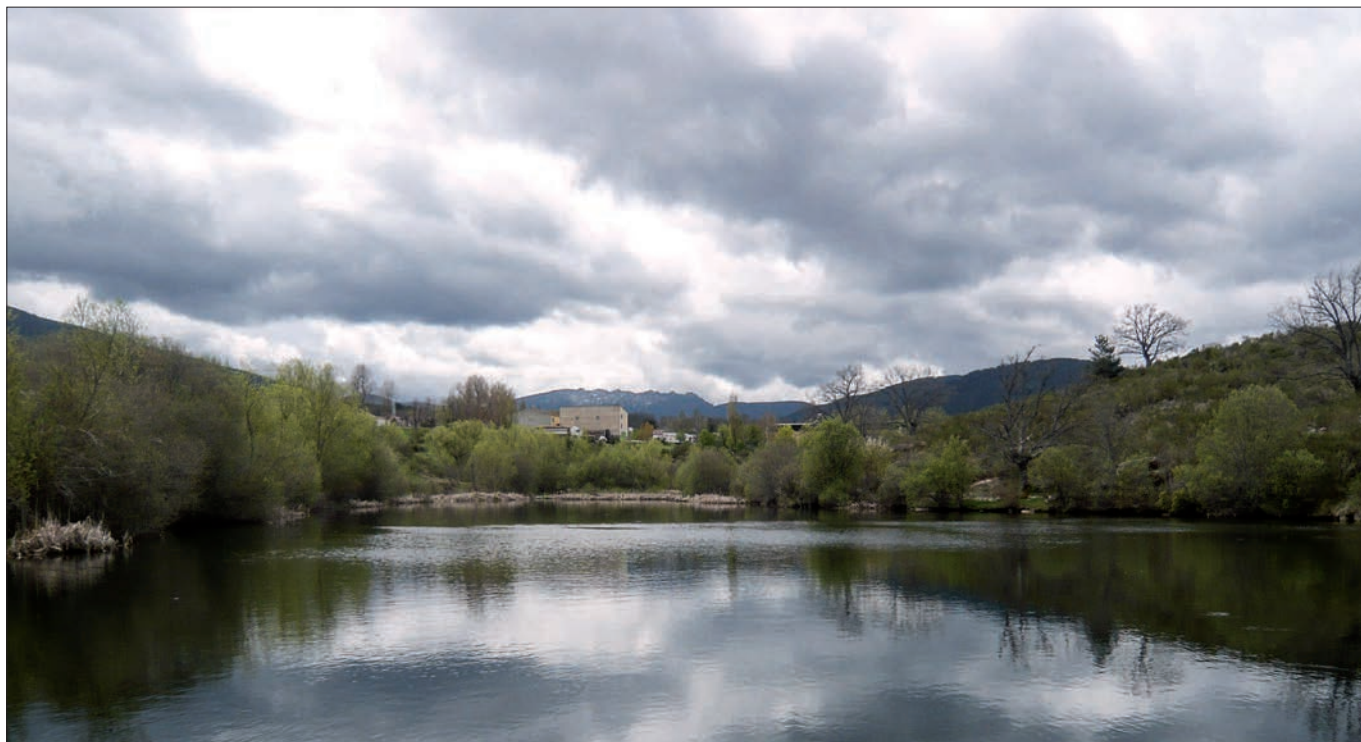
República. En 1940 empieza a ser gestionado por Patrimonio Nacional, situación en que continuó hasta 1982 en que es transferido al ICONA y, tras la desaparición de este, al Organismo Autónomo Parques Nacionales. En la actualidad, aun sin pertenecer estrictamente al Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, posee un régimen de protección máximo y constituye uno de los espacios más representativos del entorno del parque.



## ▶ Otro patrimonio histórico

Además de la obra carolina y de los valores naturales, el camino de las Pesquerías Reales ofrece otros atractivos a lo largo de su recorrido. Mención especial merecen los puentes, de los cuales el primero, siguiendo el mismo sentido del río, es el ya citado de la Cantina. Escenario principal de la novela *Por quién doblan las campanas*, de Hemingway –que parece que se documentó de primera mano conviviendo con los soldados del Batallón Alpino del Guadarrama–, es un puente de un solo arco de medio punto construido hacia 1780 al tiempo que la carretera y, por tanto, probablemente proyectado por el mismo Villanueva. Anteriores, de la época de las Pesquerías aunque restaurados recientemente (de los originales quedan pilares y estribos) son los dos puentes de los Vadillos, que salvan el Eresma y los arroyos del Telégrafo y del Puerto del Paular, a un kilómetro aguas abajo del de la Cantina. Poco después nos encontramos con el puente de Boca del Asno, de tres ojos, que también debió de hacerse para las Pesquerías aunque ha sido reconstruido hace unos años.

Sigue después el puente de Navalacarreta, que perteneció a la primitiva carretera del puerto. Sorprende por sus proporciones, un tanto desmesuradas para el servicio que puede prestar, así como por la irregularidad de sus tres ojos, uno de ellos cegado. Siguiendo el curso del río, cerca ya del pueblo de Valsaín, nos encontramos



con uno de los más interesantes y el más antiguo: el puente de los Canales, formado por un perfecto arco de medio punto de nueve metros excelentemente labrado. En la clave, del lado de aguas abajo, está grabada un águila bicéfala, emblema de Carlos V, por lo que debe de ser de esa época. Sobre el puente se construyó un acueducto, de ahí su nombre, del que aún se conservan las pilas originales, si bien el canal de madera que puede verse ahora es moderno. Poco más abajo se encuentra el puente de Valsaín, a la entrada del pueblo. Originariamente del siglo XVI, como el anterior, se reformó en el XVIII, ensanchándolo y elevando la rasante.

### Las Pesquerías son en la actualidad uno de los espacios más populares del entorno del Parque Nacional de Guadarrama

Tras el puente de Valsaín, enseguida nos encontraremos con una interesante obra hidráulica de principios del siglo XX: la presa del Salto del Olvido. Construida en 1927 por Federico Cantero Villamil, sirve para abastecer de luz a Valsaín, La Pradera y La Granja, incluyendo el aserradero y la fábrica de cristales. La presa tiene una altura de 15 metros, realizada en mampostería en la parte externa y hormigón en la interna, que toma el agua transportada por un canal de un kilómetro y un partidor con

dos salidas, una que va a la casa de máquinas, unos metros más abajo, y otra denominada “escala de peces” o “salmonera” que regula el cauce del río, en la actualidad por medio de unos sensores que garantizan el nivel mínimo o ecológico. En 1928 se creó en la presa un club náutico, construyéndose una playa y una piscina natural que estuvo en uso hasta los años 70.

Unos kilómetros más abajo nos encontramos con un azud mucho más pequeño que sirvió para alimentar la antigua central eléctrica de Santa Isabel, anterior a la del Salto del Olvido. Quedó en desuso al construirse esta, pero aún se conserva en buen estado el edificio. En este tramo, el camino de las Pesquerías, un poco difuminado desde Valsaín, vuelve a aparecer en todo su esplendor: grandes lajas de granito formando una regular calzada, muros de contención y, junto al último de los puentes de interés, el del Anzoler, un grabado en la piedra con el escudo real y la fecha de comienzo de la obra: 1767.

Poco más allá, donde el río se abre para formar el embalse del Pontón Alto, termina la obra de Carlos III, un rey que ha pasado a la historia como uno de los artífices de la España moderna y uno de los monarcas que más antepuso el interés general del pueblo al dinástico, algo que se hace patente, entre otros aspectos, en las obras públicas que acometió. También se ha dicho de él que tenía un carácter retraído y poco sociable, gustoso de la soledad y proclive a la melancolía. Tal vez esta modesta obra de las Pesquerías Reales pudiera interpretarse como la conjunción de estas dos caras, pública y privada, del monarca ilustrado. ■

► Presa del Salto del Olvido.

Especial



# 30

## Vías Verdes por España

**RECOPILACIÓN 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  
de los territorios que  
surcaron a través de  
30 rutas accesibles  
para todos.*



**PVP: 10 €**



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO

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

**Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)**

**Por correo electrónico: [cpubic@fomento.es](mailto:cpubic@fomento.es)**

# 2017

## Mapa Oficial de Carreteras<sup>®</sup> ESPAÑA

### Incluye:

- Cartografía (E. 1:300.000 y 1:1.000.000)
- DVD interactivo actualizable vía web (windows 7 o superior)
- Caminos de Santiago en España
- Alojamientos rurales 
- Guía de playas de España
- Puntos kilométricos
- Índice de 20.000 poblaciones
- Mapas de Portugal, Marruecos y Francia

## 2017 Mapa Oficial de Carreteras<sup>®</sup> ESPAÑA

DVD INTERACTIVO  
(Windows 7 o superior)  
Versión 22.0

Español / Inglés  
Actualizable vía Web

ISBN: 978-84-498-1008-4  
N.I.P.O.: 161-15-053-9  
D.L.: M-30004-2016



Copyright. Prohibida la reproducción total y parcial, incluso el volcado del contenido a cualquier soporte, incluyendo sistemas de recuperación de información, ni servir de base para una aplicación distinta o funciones análogas, sin expresa autorización escrita del propietario del Copyright.

**Edición 52**  
**P.V.P.: 22,74€**

### También en el DVD:

- 1112 Espacios Naturales Protegidos
- 152 Rutas Turísticas
- 117 Vías Verdes

**Centro virtual de publicaciones**

Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales

[www.fomento.gob.es](http://www.fomento.gob.es)



Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:  
[www.fomento.gob.es](http://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 669, febrero 2017.**

Autor: Ministerio de Fomento, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones

Año de edición: 2017

**Características Edición:**

1ª edición electrónica: abril 2017

Formato: PDF

Tamaño: 14,23 MB

Edita:

© Ministerio de Fomento  
Secretaría General Técnica  
Centro de Publicaciones

NIPO: 161-15-006-6

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

P.V.P. (IVA Incluido): 1,50€

**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.

