Revista del Ministerio de

Fomento

Anuario 2012



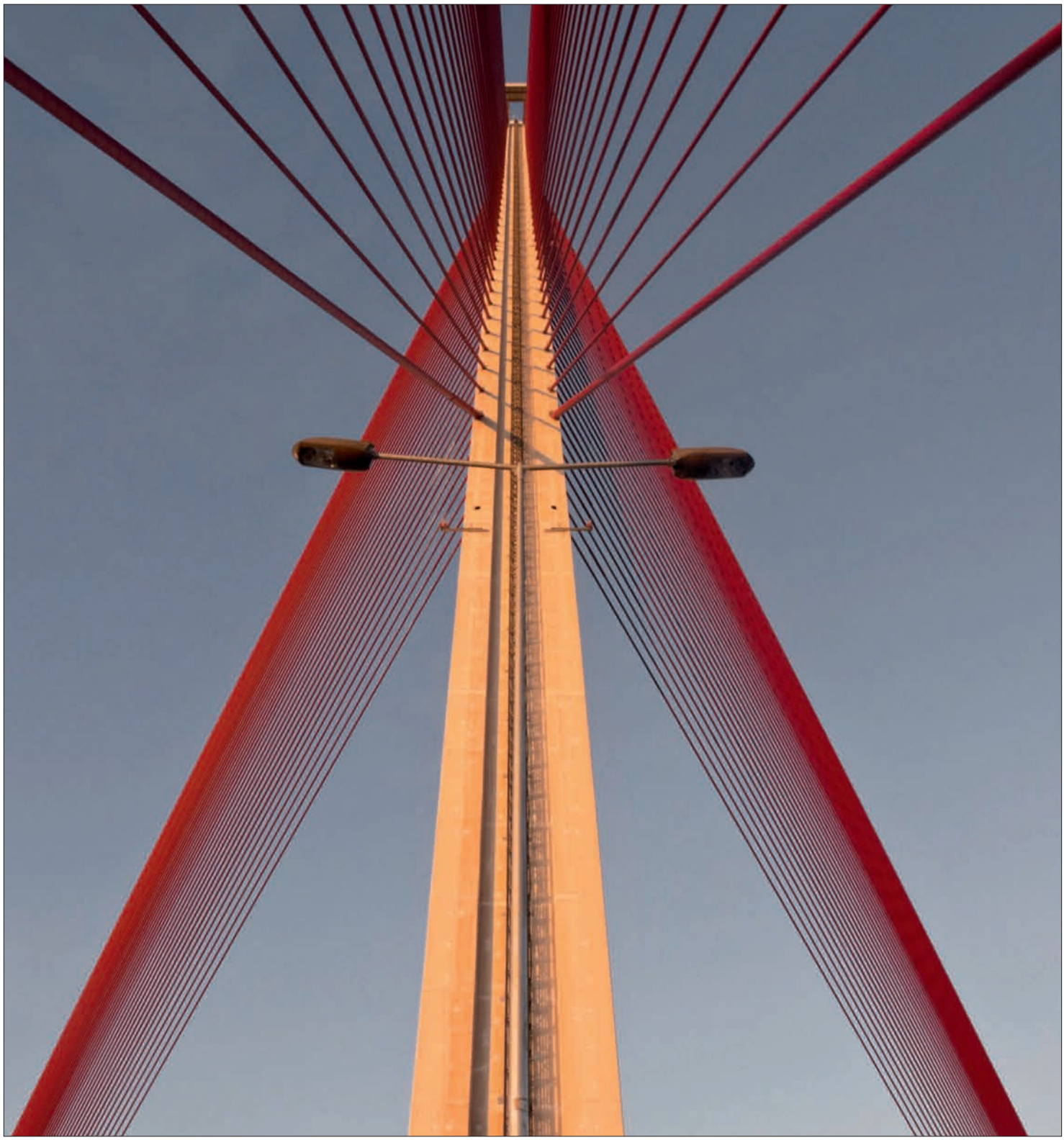


GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

Revista del Ministerio de
Fomento

Enero 2012 ● Nº 613 ● 3 €



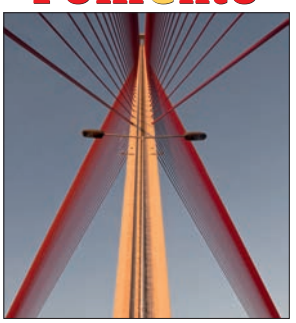
En servicio la LAV Ourense-Santiago-A Coruña

● Fase IV de la circunvalación de Las Palmas de Gran Canaria ● Nueva estación de Logroño ● Puente atirantado de Talavera de la Reina

En este número



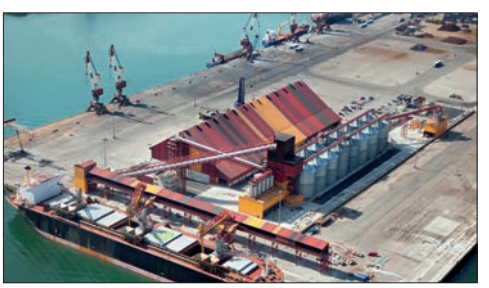
Revista del Ministerio de
Fomento



En servicio la LAV Ourense-Santiago-A Coruña
Circunvalación de Las Palmas de Gran Canaria · Nueva estación de Logroño · Los récords del puente atirantado de Talavera de la Reina







Director de la Revista:
Antonio Recuero

Edición: Javier R. Ventosa.
Maquetación: J. A. Laiz.
Secretaria de redacción: Ana Herráiz.
Fotografía: José Caballero.
Portada: A.I.A .
Archivo fotográfico: Vera Nosti.
Elaboración página web:
www.fomento.gob.es/publicaciones.
Concepción Tejedor.
Colaboran en este número: Jaime Arruz, Jesús Ávila Granados, Macarena Herrera Lorenzo, Pepa Martín, Morena Morante, Beatriz Rodríguez López y Julia Sola Landero
Comité de redacción:
Presidencia: Mario Garcés Sanagustín
(Subsecretario de Fomento).
Vicepresidencia: Eugenio López Álvarez
(Secretario General Técnico).
Información de publicaciones del Ministerio de Fomento: 915 976 449 / 78.
Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid.
Teléf.: 915 978 084. Fax: 915 978 470.
Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65.
E-mail: cpublic@fomento.es
Impresión, publicidad y distribución:
SIC n.i.m.u.p. S.L. Apartado postal 116, 28250 Madrid - Tel.: 918 591 112 / 609 693 592
Fax: 918 592 402
revistafomento@sicrd.es.
Director: Antonio de J. Ulled.
Suscripciones: Carmen Ulled.
Publicidad: Juan Carlos Abad.
Tel.: 617 323 281.
Dep. Legal: M-666-1958.
ISSN: 1577-4589.
NIPO: 161-12-004-1

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

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

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO

ENERO 2012
Nº 613

2. ***De sur a norte en apenas una hora.*** *Entra en servicio la conexión de alta velocidad Ourense-Santiago-A Coruña, de casi 150 kilómetros de longitud.*

12. ***Por un accidentado relieve.*** *En ejecución la fase IV de la circunvalación de Las Palmas de Gran Canaria (GC-3), con el viaducto más alto de la isla.*

20. ***Cerrando el anillo.*** *La línea C-2 amplía la red de Cercanías de Sevilla.*

26. ***Terminal para el siglo XXI.*** *La nueva estación ferroviaria de Logroño abre sus puertas.*

32. ***Consumir solo lo producido.*** *Proyecto de balance energético cero para edificios del ITE.*

40. ***El más esbelto.*** *Nuevo puente atirantado de Talavera de la Reina.*

48. ***Tecnología punta en Raos.*** *Nueva terminal agroalimentaria del puerto de Santander.*

54. ***Solo con sol.*** *Estreno internacional del primer avión propulsado por energía solar.*

60. ***El canal de la "misteriosa luz".*** *La Sèquia de Manresa.*

66. ***El ferrocarril del Tinto.*** *Vía Verde de los Molinos del Agua.*

Nueva estructura del Ministerio de Fomento

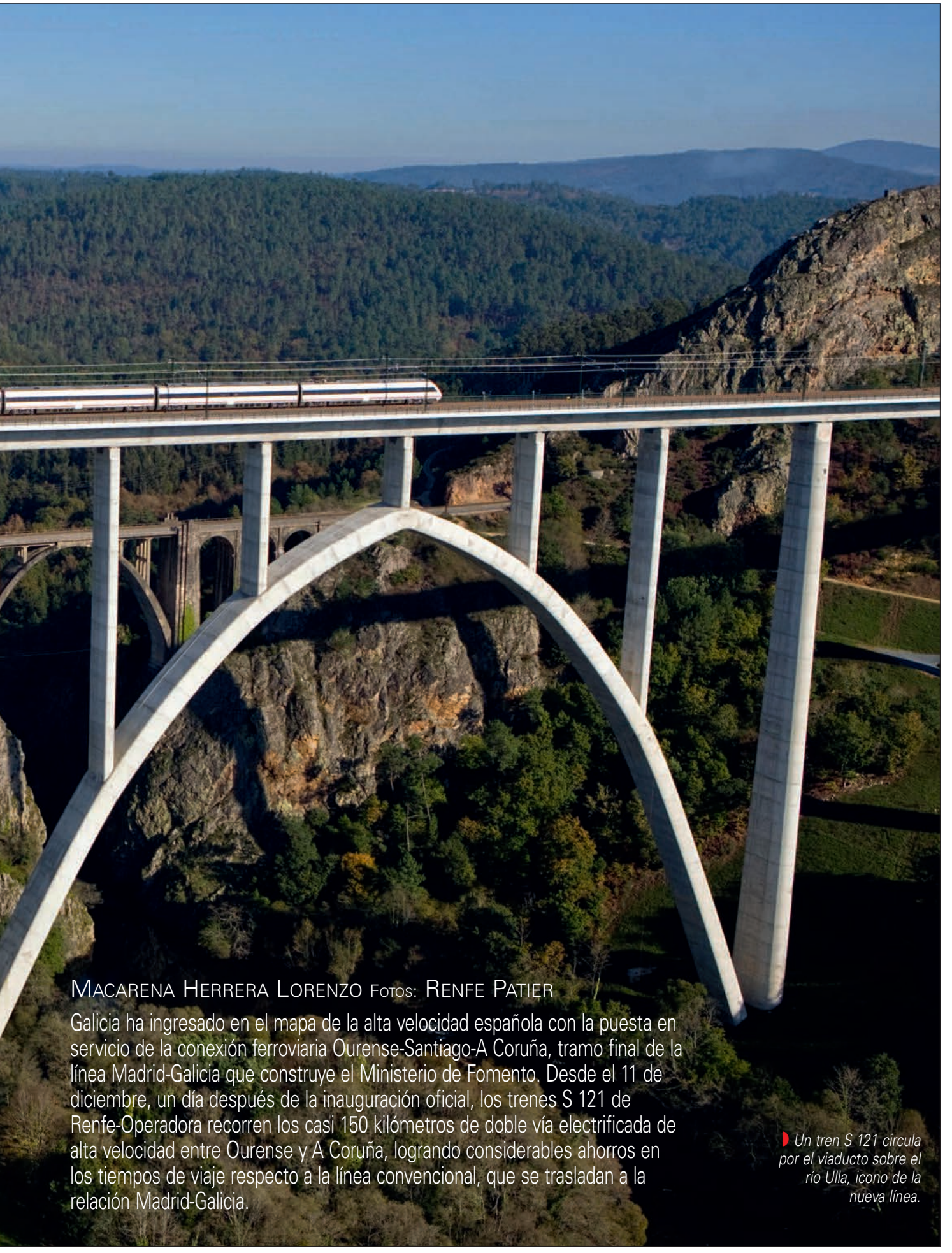


–Ministra de Fomento: **Ana Mª Pastor Julián**
–Secretario de Estado de Planificación e Infraestructuras: **Rafael Catalá Polo**
–Subsecretario de Fomento: **Mario Garcés Sanagustín**
–Secretario general de Infraestructuras: **José Damián Santiago Martín**
–Secretaria general de Transportes: **Carmen Librero Pintado**
–Secretario general Técnico: **Eugenio López Álvarez**
–Directora del Gabinete de la ministra de Fomento: **Alicia Portas Martínez**
–Director general de Carreteras **Jorge Urrecho Corrales**
–Director general de Ferrocarriles: **Manuel Niño González**
–Director general de Aviación Civil: **Ángel Luis Arias Serrano**
–Director general de la Marina Mercante: **Rafael Rodríguez Valero**
–Director general de Transporte Terrestre: **Joaquín del Moral Salcedo**
–Directora general de Arquitectura, Vivienda y Suelo: **Pilar Martínez López**
–Director general de Programación Económica y Presupuestos: **Juan Miguel Báscones Ramos**
–Inspectora general de Fomento: **Pilar Fabregat Romero**
–Director general del Instituto Geográfico Nacional y presidente del organismo autónomo Centro Nacional de Información Geográfica: **Amador Elena Córdoba**



ENTRA EN SERVICIO LA CONEXIÓN OURENSE-SANTIAGO-A CORUÑA, DE CASI 150 KILÓMETROS

De sur a norte en apenas una hora



Macarena Herrera Lorenzo Fotos: Renfe Patier

Galicia ha ingresado en el mapa de la alta velocidad española con la puesta en servicio de la conexión ferroviaria Ourense-Santiago-A Coruña, tramo final de la línea Madrid-Galicia que construye el Ministerio de Fomento. Desde el 11 de diciembre, un día después de la inauguración oficial, los trenes S 121 de Renfe-Operadora recorren los casi 150 kilómetros de doble vía electrificada de alta velocidad entre Ourense y A Coruña, logrando considerables ahorros en los tiempos de viaje respecto a la línea convencional, que se trasladan a la relación Madrid-Galicia.

Un tren S 121 circula por el viaducto sobre el río Ulla, icono de la nueva línea.

La alta velocidad española ha registrado un nuevo hito en sus ya casi dos décadas de historia con la apertura de la conexión Ourense-Santiago-A Coruña, que incorpora 148,8 kilómetros a la red que se construye en nuestro país.

A escala regional, la nueva infraestructura supone el estreno de la alta velocidad en Galicia y el inicio de una revolución en la forma de viajar en tren –en términos de velocidad máxima de circulación, fiabilidad en la gestión del tráfico ferroviario, confort, seguridad y tiempos de viaje– en una comunidad con líneas internas sin electrificar y de velocidades escasamente competitivas. Su entrada en servicio mejora el sistema de transporte interregional al enlazar por medio de una doble vía electrificada de alta velocidad tres de las ciudades más pobladas de Galicia, contribuyendo con ello a una mejor vertebración del territorio y al impulso del desarrollo socioeconómico y la competitividad empresarial. Asimismo, anticipa el camino para la futura extensión de la red de alta velocidad hacia otras ciudades gallegas, como Lugo, Pontevedra y Vigo.

Beneficios de la línea

Desde el 11 de diciembre, cuando Renfe-Operadora inició la explotación comercial de la línea mediante el servicio Avant con trenes S 121, los usuarios disfrutan las ventajas de la nueva infraestructura, particularmente en los tiempos de viaje, debido sobre todo a dos factores: un nuevo trazado entre Ourense y A Coruña que reduce la longitud del existente en 50 kilómetros (a la disminución hace dos años de 12,7 kilómetros en el trayecto Santiago-A Coruña se suma la reducción de 38,9 kilómetros en el nuevo trazado Ourense-Santiago) y la introducción, sobre una plataforma con parámetros y equipamiento de alta velocidad, de trenes Avant capaces de alcanzar 250 km/h sobre las futuras vías de ancho UIC, frente a los 160 km/h de velocidad punta de los automotores R-599, que ostentaban el récord gallego.

Con la conjunción de ambos factores, los tiempos de viaje en la nueva línea se han reducido muy significativamente respecto al viejo trazado convencional existente. Así, el viaje entre Ourense y A Coruña se realiza ahora a bordo del S 121 en 1 hora y 8 minutos (frente a las 2 horas 15 minutos anteriores), entre Ourense y Santiago se tardan apenas 38 minutos (1 hora y 34 minutos antes) y el trayecto Santiago-A Coruña se cubre en 28 minutos (35 minutos hasta ahora). Estos nuevos tiempos de viaje, que acercan cada vez más a las tres ciudades gallegas, son muy competitivos frente a otros modos de transporte, como la carretera, para trayectos de media distancia como este.

Además, estos ahorros de tiempo se han trasladado a la relación entre Madrid-Chamartín y Santiago de Com-







Los S 121 circulan sobre vías de ancho ibérico, que en el futuro serán reemplazadas por vías de ancho UIC.

postela, que se realiza ahora en 6 horas 7 minutos (frente a las 7 horas anteriores), mientras que entre Madrid y A Coruña el Talgo VII invierte actualmente 6 horas 40 minutos (frente a las 7 horas 38 minutos anteriores). En el segundo semestre de 2012, con la introducción prevista de los nuevos trenes híbridos S 730, se ahorrarán otros 30 minutos en el viaje desde Madrid.

Junto a estos beneficios, la nueva línea aporta otras ventajas, como el incremento de la seguridad mediante la aplicación de tecnologías punta en los sistemas de conducción automática de trenes y la ausencia de pasos a nivel en el recorrido. La nueva línea, en fin, también supone una apuesta por un medio de transporte no contaminante y sostenible que retirará vehículos de la carretera

Renfe-Operadora aspira a ganar importantes cuotas de mercado con la nueva línea, en la que considera que tiene una gran importancia el viajero de cercanía o de media distancia. Así, las mayores expectativas de la operadora se centran en el recorrido Ourense-Santiago, donde en el plazo de un año se prevé multiplicar por cinco el actual número de usuarios de tren (79.000), hasta alcanzar los 400.000. Esto supondría captar el 40% del millón de viajes que se realizan anualmente en este corredor entre ambas ciudades, actualmente dominado por el vehículo privado (90%), seguido del tren (8%) y el autobús (2%).

Para el corredor Ourense-Coruña el objetivo de la nueva línea es pasar de una cuota de movilidad del 13% (22.000 pasajeros) al 20% (35.000 pasajeros). El perfil del viajero al que se dirige el nuevo servicio es el de un estudiante o de personas que utilizan el tren por motivos laborales de lunes a viernes.

Dos ejes, una línea

La nueva línea, construida con una inversión del Ministerio de Fomento de más de 3.300 M€ (cofinanciados con fondos comunitarios), presenta como singularidad que

Frecuencias y precios

Desde el pasado 11 de diciembre, Renfe-Operadora ha dispuesto diez servicios Avant (cinco por sentido) para explotar comercialmente la nueva línea de alta velocidad entre Ourense y Santiago, de los cuales cuatro (dos por sentido) circulan hasta y desde A Coruña. En total, la oferta diaria de lunes a viernes es de 2.800 plazas a bordo de cuatro trenes S 121. Paralelamente, se mantienen los tres servicios por sentido en la vía convencional entre Ourense y Santiago, así como los 17 por sentido entre A Coruña y Santiago.

La operadora ferroviaria ha fijado el precio del billete sencillo para la nueva línea en 13,5 € entre Santiago y Ourense; en 10,5 € entre A Coruña y Santiago de Compostela, y en 22,5 € para el trayecto A Coruña-Ourense. No obstante, existen importantes descuentos con el nuevo Abono 10, que se suma al Abono Tarjeta Plus de 20 a 50 viajes ya implantado en este servicio de Media Distancia. El nuevo abono de 10 viajes permite un ahorro del 15% sobre el billete sencillo, con un precio por trayecto de 8,93 € entre A Coruña y Santiago; de 11,48 € entre Santiago y Ourense, y de 19,13 € para el trayecto completo. Los descuentos con los abonos de 20 viajes ahorran hasta el 31% del precio del billete, mientras que con el de 50 viajes la rebaja alcanza el 57%.

Renfe-Operadora mantiene en este servicio el compromiso de puntualidad de sus trenes, devolviendo al usuario el 50% del importe del billete si el retraso supera los 15 minutos, mientras que el reintegro será del 100% si es mayor de 30 minutos, compensaciones que, según sus directivos, no se dan en ningún lugar del mundo.





Cabina de conducción e interior del S 121 Avant, que dispone de 280 plazas en clase única turista.

Bitensión y ancho variable

El S 121 seleccionado por Renfe-Operadora para explotar comercialmente la línea de alta velocidad Ourense-Santiago-A Coruña es una versión evolucionada del S 120. Se trata de un tren bitensión, capaz de circular por líneas alimentadas por corriente de 3 kV y de 25 KV (como la recién inaugurada), equipado con *bogies* Brava (Bogie Rodadura de Ancho Variable) que permiten su circulación tanto por vías de ancho ibérico (1.668 mm), a una velocidad máxima de 220 km/h, como de ancho UIC (1.435 mm), a una velocidad punta de 250 km/h., sin necesidad de detenerse cuando se realiza la maniobra de cambio de ancho. Dispone de ocho motores asíncronos que desarrollan una potencia máxima de 615 kW.

Con una longitud de casi 107 metros, una altura de 4,2 metros y un peso total de 225 toneladas, cada unidad de S 121 dispone de cuatro coches, con sendas cabinas de conducción en los extremos. En su interior se disponen 280 plazas, en clase única turista, más dos adicionales para personas con movilidad reducida. Cuenta, además, con tomas de electricidad en casi todos los asientos, así como una zona de máquinas de venta de bebidas y *snacks*.

La actual flota de trenes S 121 de Renfe-Operadora se compone de 29 unidades, fabricadas por CAF-Alstom, que se destinan desde enero de 2009 a cubrir los servicios Avant de Media Distancia por vías de ancho UIC y convencional. Además de la nueva línea gallega, el servicio Avant está implantado en los recorridos Madrid-Toledo, Lleida-Barcelona, Madrid-Ciudad Real-Puertollano, Madrid-Segovia-Valladolid, Sevilla-Córdoba-Málaga, Zaragoza-Calatayud y Jaén-Cádiz.



El viaducto de O Eixo, con tipología de arco ojival, salva el valle de Rego de Arín, cerca de Santiago.

no se ha ejecutado como una infraestructura ferroviaria única, sino que está integrada por tramos de dos líneas de alta velocidad diferentes, con circunstancias constructivas dispares pero con características técnicas que las hacen compatibles. Por un lado, el eje Ourense-Santiago de Compostela (87,1 kilómetros) es el tramo final de la línea Madrid-Galicia, un nuevo trazado ferroviario de doble vía electrificada, con radios máximos de 1.000 metros y pendiente máxima de 25 milésimas, diseñado para asumir circulaciones de hasta 350 km/h, construido en el periodo 2004-2011 bajo la dirección del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias



(Adif) con una inversión de 2.547 M€. Al discurrir por un terreno orográficamente muy accidentado y medioambientalmente muy sensible, el 57% del trazado construido discurre por túneles (31) o viaductos (38).

Y por otro lado, el tramo Santiago-A Coruña (61,7 kilómetros), segmento principal de la parte norte del Eje Atlántico, infraestructura que se extenderá a lo largo de la fachada atlántica gallega entre Ferrol y la frontera portuguesa. Este tramo ha sido construido sin electrificar en el periodo 2002-2009 por la Dirección General de Infraestructuras Ferroviarias del Ministerio de Fomento, con una inversión cercana a los 800 M€. La actuación ha consistido en una mejora integral de la línea convencional existente a base de duplicaciones de vía, rectificación de curvas y variantes sobre el trazado anterior, entrando en servicio en diciembre de 2009 para trenes de tracción diésel. A partir de 2010 se procedió a su electrificación.

Ambos ejes disponen de doble vía de ancho ibérico (1.668 mm) equipada con traviesas polivalentes, lo que permite tanto su interconexión en Santiago como el enlace con las líneas convencionales en Ourense y con los puertos e instalaciones logísticas gallegas, sin necesidad de cambiadores de ancho. En el futuro está prevista la migración de ambas líneas al ancho UIC o internacional (1.435 mm) mediante una sencilla operación, lo que aumentará las prestaciones de la infraestructura y permitirá su utilización por trenes AVE.

> El Ministerio de Fomento ha invertido más de 3.300 M€ en la construcción de la primera línea de alta velocidad en Galicia

La electrificación de la nueva línea se compone de un sistema en corriente alterna de 2x25.000 voltios y 50 hertzios de frecuencia, con alimentación al trazado por medio de las subestaciones de tracción de Silleda, Amoeiro y Meirama. Tanto las instalaciones de seguridad y señalización (Ertms entre Ourense y Santiago y Asfa entre A Coruña y Santiago) como las telecomunicaciones fijas y móviles aseguran la interoperabilidad plena entre los dos ejes, por donde los trenes S 121 circulan como si se tratara de una infraestructura única, aunque desarrollando mayores velocidades entre Ourense y Santia-



Los S 121 han revolucionado los tiempos de viaje en Galicia, ahorrando más de una hora en el trayecto entre Ourense y A Coruña.

go. La circulación en la nueva línea es gobernada desde el Centro de Tráfico y Control de Madrid-Atocha, aunque en el futuro se hará desde el Centro de Regulación y Control que se construye en León.

Recorrido de la línea

A continuación se propone un recorrido por los tres grandes tramos en que se divide la línea (dos de ellos correspondientes al Eje Ourense-Santiago y el tercero al Eje Atlántico), primera que entra en servicio en España de forma independiente sin estar conectada a otros ejes de alta velocidad.

Ourense-Lalín

El primer tramo, de 43 kilómetros, discurre en sentido noroeste, primero por la provincia de Ourense y en su parte final por la de Pontevedra, con un trazado sensiblemente separado de la línea convencional Zamora-A Coruña, a la que cruza en seis ocasiones. Su arranque se produce en la estación de Ourense-Empalme, que ha sido remodelada (nueva sala de espera, recrecido de andenes, ascensores, mejora de marquesinas) para acoger los nuevos trenes de alta velocidad y mejorar la atención al pasajero. Esta estación realzará en el futuro su importancia como nudo distribuidor de las líneas de alta velocidad gallegas a Pontevedra/Vigo y Lugo, estando prevista su sustitucvión por una terminal intermodal.

El trazado atraviesa desde el comienzo por terrenos de geografía accidentada, primero por las comarcas de Ourense y O Carballiño y finalmente por la pontevedresa de Deza, lo que se refleja en los 19 viaductos y 10 túneles por donde discurre la línea, que totalizan una longitud conjunta de 24.000 metros. El túnel más largo, A Burata (4.068 metros), se sitúa al principio del trazado, destacando otros relevantes como los de Outeiro (2.866 m), Piteira (2.135 m) y Barro (1.588 m). Entre los viaductos sobre los que circula el S 121 sobresalen, por su longitud, los de Arenteiro (1.444 m), Barbantiño (1.176 m, con altura máxima de pilas de 97,9 m) y Viñao (1.051 m), y por su tipología, de arco ojival, el del Deza (913 m), ya al final del tramo. Cerca de Lalín se sitúa la base de mantenimiento del corredor en O Irixo, así como el puesto de adelantamiento y estacionamiento de trenes (PAET) de Botos.

Lalín-Santiago

El segundo tramo, de 44,1 kilómetros, acentúa la marcha hacia el noroeste, mayoritariamente por la comarca pontevedresa de Deza y en su parte final por la coruñesa de Santiago. El trazado discurre nuevamente separado de la línea férrea convencional, a la que salva en seis ocasiones, y situado mayoritariamente al norte del corredor de la autopista AP-53. La línea salva mediante viaductos tanto esta autopista como la AP-9, así como el río Ulla. Desde el punto de vista geográfico, la línea atraviesa por un terreno probablemente más accidentado que en el tramo anterior y por zonas medioambientalmente valiosas que ha habido que preservar con medidas protectoras. De hecho, en algún subtramo, como el Lalín (Baxán)-Lalín (Anzo), las ac-

La red española crece

La conexión Ourense-Santiago-A Coruña ha ampliado en unos 150 nuevos kilómetros el tamaño de la red de alta velocidad que se construye en nuestro país desde mediados de los años 80 del pasado siglo. Con esta aportación, España suma 2.863 kilómetros de líneas de alta velocidad, siendo el primer país de Europa y el segundo del mundo, detrás de China, en número de kilómetros de altas prestaciones en explotación.

En estos casi 20 años, la red española se ha extendido por los cuatro puntos cardinales y discurre ya por 8 de las 15 comunidades peninsulares (Comunidad de Madrid, Castilla-La Mancha, Andalucía, Castilla y León, Aragón, Cataluña, Comunidad Valenciana y Galicia), con actuaciones en marcha en las restantes para alcanzar esos territorios. Por ciudades, son ya 27 (20 de ellas capitales provinciales) las que disponen de conexión a la red de alta velocidad. Se trata de Madrid, Toledo, Ciudad Real, Puertollano, Córdoba, Sevilla, Antequera, Puente Genil, Málaga, Tardienta, Huesca, Burgos, Segovia, Valladolid, Guadalajara, Calatayud, Zaragoza, Lleida, Tarragona, Barcelona, Cuenca, Albacete, Requena-Utiel, Valencia, Ourense, Santiago de Compostela y A Coruña.



Tramo periurbano y urbano de A Coruña, en la parte final de la línea.

tuaciones medioambientales han supuesto hasta el 33% del presupuesto.

Este tramo incluye el paso del S 121 por 21 túneles y sobre 19 viaductos, que suman una longitud conjunta de 23.000 metros. Entre los primeros destacan los de Carboeiro (1.360 m), Vilar do Xestal (1.215 m) y Marrozos (1.158 m), ya al final del tramo. Entre los viaductos sobresalen los del Sáramo (1.484 m, el más largo de la línea), Deza y O Eixo (1.175 y 1.224 m respectivamente, ambos con tipología de arco ojival), Rego das Lamas sobre la AP-53 y el que salva el río Ulla, de 630 metros de longitud y 116,9 metros de altura máxima de pilas, que constituye el gran icono de la línea.

El tramo se adentra en su última parte en la zona periurbana y urbana de Santiago de Compostela por un corredor duplicado y concluye en la terminal ferroviaria, que ha sido adaptada para los nuevos servicios de alta velocidad mediante la ampliación de su andén 3, un nuevo paso inferior, nueva marquesina y ascensores. El trazado de vías ha quedado redistribuido para dar entrada a la nueva línea.

Santiago-A Coruña

El tercer tramo, de 61,7 kilómetros, en servicio sin electrificar desde finales de 2009, ha estrenado la electrificación en diciembre pasado como parte de la nueva línea. Los S 121 pueden conectar entre los tramos anteriores y el Eje Atlántico hacia Vigo/Pontevedra sin pasar por la estación de Santiago mediante un ramal de vía única de 1.060 metros. Al oeste de Santiago arranca el último tramo de la línea, que enfila en sentido norte hasta su destino final siguiendo el corredor de la línea convencional a través de las comarcas coruñesas de Santiago, Ordes y A Coruña, en un trazado sin pasos a nivel que incluye cinco variantes (Berdía, Ordes, Queixas, Bregua y Meirama), gracias a las cuales el recorrido se ha reducido en casi 13 kilómetros respecto a la línea original.

Aunque el terreno por donde discurre la línea es menos accidentado que en los dos tramos anteriores, más del 37% del trazado está constituido por estructuras singulares, en concreto 17 túneles (que suman 20,2 kilómetros) y 10 viaductos (2,8 kilómetros). Destacan por su longitud los túneles de Meirama (3.468 m), Nemenzo (3.177 m) y Bregua (2.993 m), así como el viaducto de Valiñas (744 m). En el trazado existen tres estaciones intermedias (Ordes, Cerceda/Meirama –también con funciones de PAET– y Uxes), donde tienen parada los trenes convencionales. Los trenes S 121 que cubren el servicio desde Ourense arriban a su destino en la estación coruñesa de San Cristóbal, final del itinerario de la que ya es la primera línea de alta velocidad gallega. ■

EN EJECUCIÓN LA FASE IV DE LA CIRCUNVALACIÓN DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA (GC-3), CON EL VIADUCTO MÁS ALTO DE LA ISLA



Por un accidentado relieve



Parte inicial del trazado, con una glorieta de enlace y dos viaductos sobre barrancos, todos en construcción.

JAVIER R. VENTOSA FOTOS: ACCIONA INFRAESTRUCTURAS/J. FALCÓN

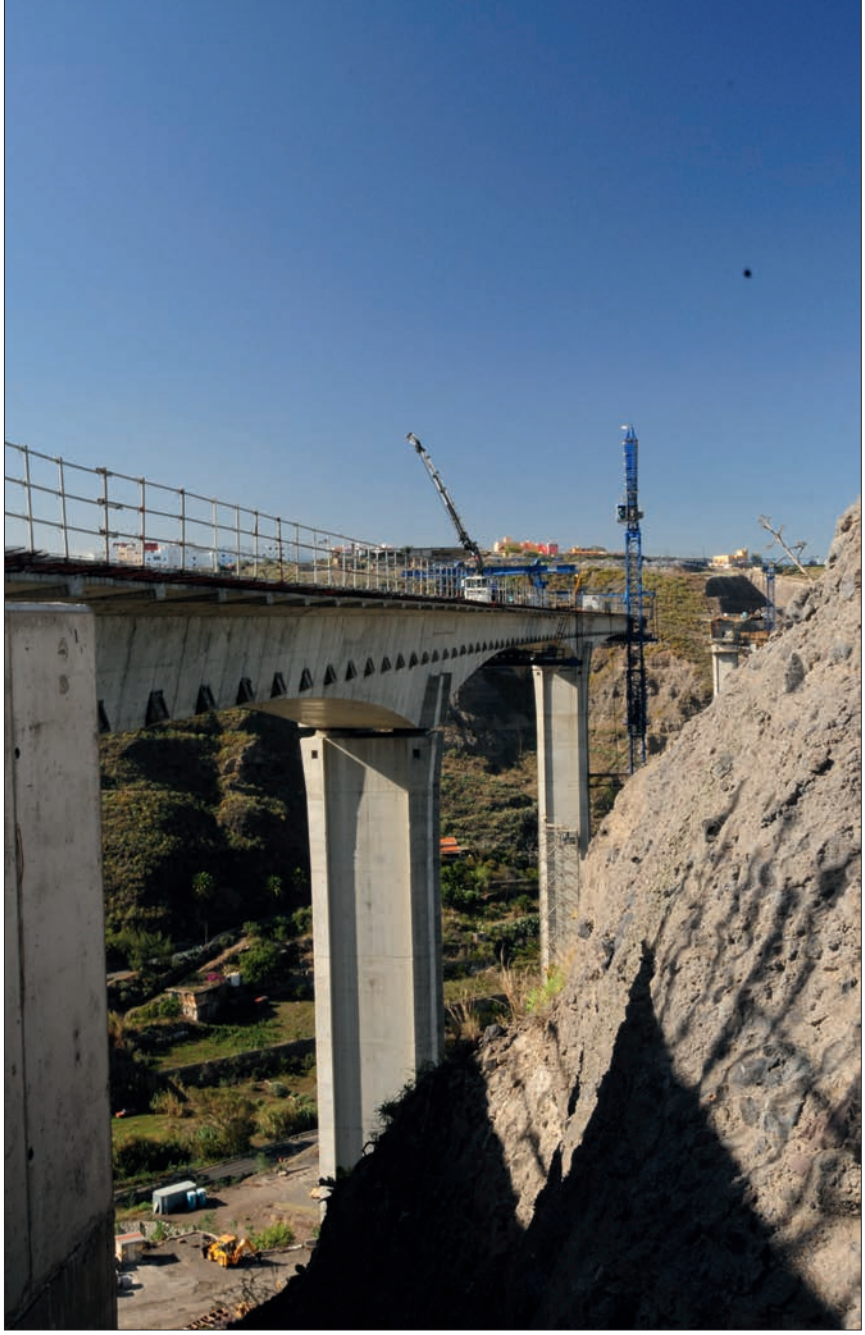
La construcción del tramo Tamaraceite-Tenoya-Arucas Costa, que cerrará la autovía de circunvalación de Las Palmas de Gran Canaria (GC-3), conlleva un importante esfuerzo de ingeniería para atravesar la accidentada orografía de la isla. El 49% del presupuesto de obra se destina a construir estructuras, entre las que sobresale el viaducto de Tenoya, con una altura máxima de pilas de 113 metros para salvar un barranco, lo que lo convertirá en el más alto de la isla y en uno de los más elevados de España.

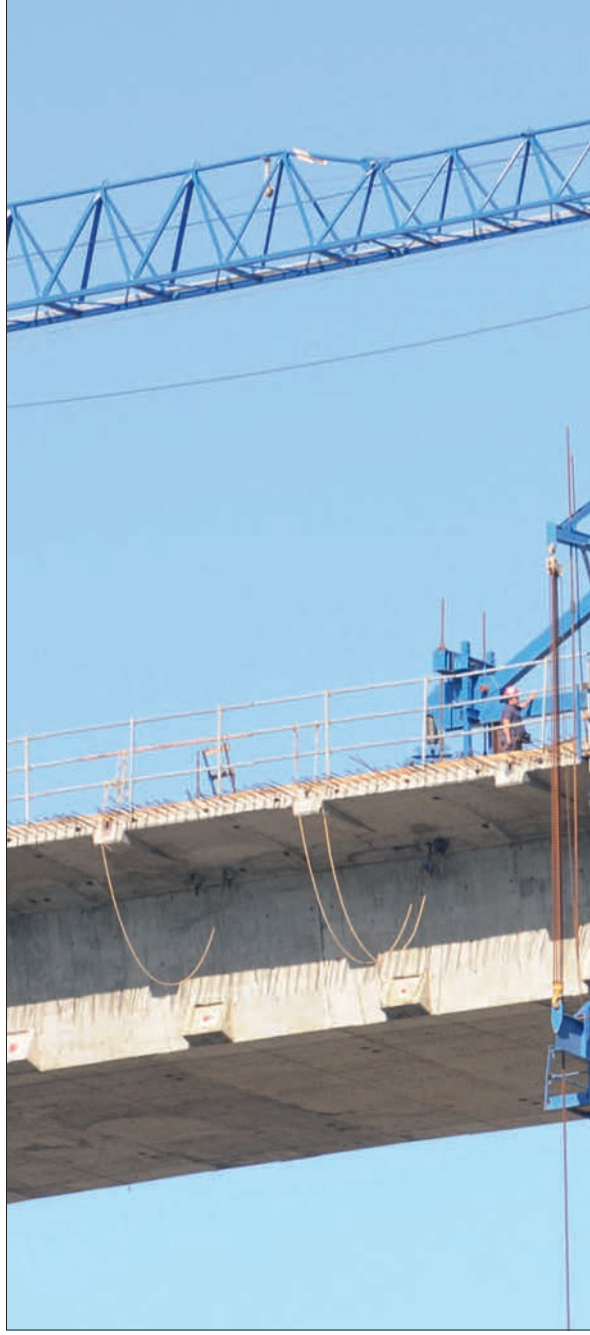
La circunvalación de Las Palmas de Gran Canaria (GC-3) es una autovía que discurre al sur y al oeste de la capital grancanaria, con origen en la autopista del Sur (GC-1) y final previsto en la autovía del Norte (GC-2), cuyos objetivos son canalizar el tráfico norte-sur y sur-este de la isla, mejorar la movilidad en la ciudad y su área metropolitana (636.000 habitantes) y descongestionar los accesos al casco urbano. Esta infraestructura de gran capacidad tiene una longitud prevista de 29,5 kilómetros.

Su construcción se enmarca en los sucesivos convenios de colaboración en materia de carreteras suscritos entre el Gobierno autónomo de Canarias y el Ministerio de Fomento, actualizados en 2009 para el periodo 2009-2017. En virtud del convenio actualizado, el Gobierno autónomo aprueba, licita y ejecuta las obras de carreteras, mientras que el Ministerio de Fomento financia las actuaciones hasta un límite determinado (en el pasado hubo participación de los fondos europeos Feder).

Fases de la autovía

La autovía de circunvalación GC-3 se encuentra actualmente en la parte final de su desarrollo, con tres de sus cuatro tramos o fases abiertos al tráfico entre los años 2001 y 2003 (Plaza de América-Nueva Paterna-Tamaraceite, Nueva Paterna-Pico Viento-San Cristóbal y Pico Viento-Jinámar), totalizando 22,7 kilómetros que discurren en su mayor parte por una zona eminentemente montañosa, característica de la isla grancanaria, donde se han construido un total de doce túne-





les y 6 viaductos. Su puesta en servicio ha tenido importantes beneficios para la circulación en el área metropolitana de Las Palmas de Gran Canaria, aliviando el tráfico en zonas habitualmente congestionadas de la ciudad como la subida a Tafira o la avenida Marítima.

Actualmente se ejecuta la fase IV de la circunvalación, Tamaraceite-Tenoya-Arucas-Costa, de 6,8 kilómetros de longitud, que cerrará el anillo por el oeste, uniendo los municipios de Las Palmas de Gran Canaria y Arucas por el interior. Con esta actuación se mejorará la conexión de la ciudad con otras zonas de la isla, propiciando una segunda entrada desde el norte hacia la capital grancanaria (junto a la ya existente por la GC-2). Asimismo, se prevé un efecto positivo en la movilidad similar al producido con la apertura de las fases anteriores, con la esperada mitigación de la congestión de tráfico en la plaza de América, los túneles de Julio Luengo y el nudo de Torre Las Palmas, y la consiguiente reducción de las emisiones contaminantes a la atmósfera. Según la Consejería de Obras Públicas del Gobierno de Canarias, más de 47.000 vehículos circularán a diario por este tramo.

La plataforma de autovía que se construye tiene 31 metros de anchura, que incluyen dos calzadas de dos carriles cada una, con 7 metros de ancho total, arcenes exteriores de 2,5 metros, interiores de 1 metro y mediana de 10 metros, lo que permitirá ampliar la autovía a tres calzadas por sentido en el futuro. Las características geométricas del nuevo trazado corresponden a una velocidad de proyecto de 100 km/h.

El trazado en construcción discurre por un terreno generalmente accidentado, a través de montañas y barrancos, lo que está exigiendo un importante esfuerzo de ingeniería a la hora de ejecutar desmontes o terraplenes (se calcula que se moverán más de 3,8 millones de metros cúbicos de desmonte de tierras y otros 2,3 millones de terraplén), así como de construir nuevas estructuras. En total, el 49% del presupuesto de ejecución material, que asciende a 96,2 M€, se destina a la construcción de ocho viaductos, dos túneles, cuatro pasos superiores, cinco pasos inferiores y diez muros, además de cinco enlaces, lo que da una idea de la complejidad de la actuación. En la actualidad, la obra está ejecutada al 55%.

Trazado en ejecución

El trazado del tronco, con origen en la intersección de la GC-3 con la carretera Teror-Tamaraceite (GC-21), se superpone inicialmente con la actual fase I de la circunvalación, para tomar dirección noroeste y discurrir entre Las Mesas Bajas y Tenoya, don-



Estado actual del viaducto de Tenoya, con tres de sus cuatro pilas terminadas y dos vanos del núcleo del tablero ya construidos.

de se sitúa el enlace para acceder a ambas poblaciones (de tipo giratorio con glorieta central sobre el tronco). De este enlace se han ejecutado ya los dos pasos superiores que conforman la glorieta, el movimiento de tierras y uno de los ramales. En concreto, para mejorar el acceso a Tenoya, se ha construido ya, paralelo al túnel actual, un subterráneo nuevo de 94 metros de longitud y con un carril por sentido, que sustituirá al existente, de dirección única y regulado semafóricamente. Construido mediante el nuevo método austriaco, el sostenimiento se ha realizado a base de paraguas de micropilotes, cerchas y hormigón proyectado con fibras de polio-

TRAZADO DE LA CIRCUNVALACIÓN GC-3



lefina, método empleado con éxito en otros túneles de la isla y que garantiza una mínima deformación del terreno durante la excavación.

A partir de este enlace el terreno se vuelve más accidentado y la traza debe salvar consecutivamente dos barrancos. En primer lugar, el barranquillo de Tenoya, sobre el que se ha construido un viaducto con dos tableros de 150 metros de longitud a base de vigas prefabricadas, con ocho pilas de hormigón armado y altura máxima de 35,5 metros, del que solo queda por colocar la capa de rodadura de un tablero y el firme completo del otro. Posteriormente se salva el barranco de Tenoya mediante un viaducto de 528 me-



Avance por voladizos sucesivos desde la pila 2 del viaducto de Tenoya.

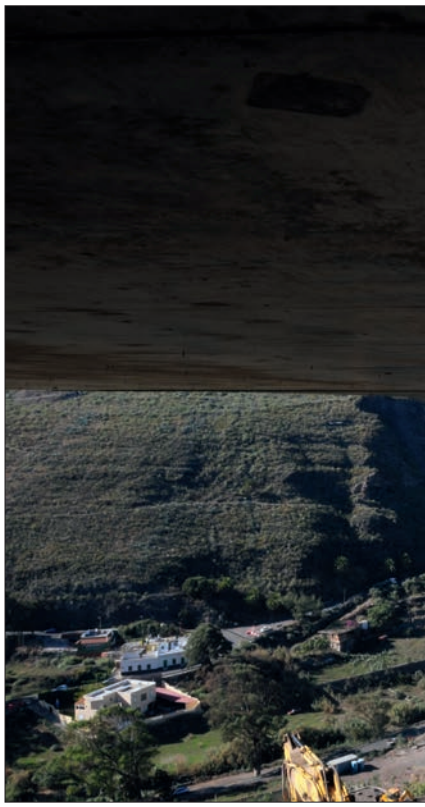
tros de longitud (el más largo de los proyectados) y con altura máxima de pilas de 113 metros, que se construye mediante voladizos sucesivos. Se trata de la actuación más singular del tramo, y por sus magnitudes es la estructura con la pila más alta del archipiélago canario y una de las mayores de España. Actualmente se ha ejecutado el 60% del viaducto, con las pilas 1, 2 y 4 terminadas, quedando por terminar de construir el tramo superior de la pila 3 –la de mayor altura–, la mitad del núcleo del tablero y los voladizos.

Entre ambos barrancos, el trazado discurre entre el casco de Tenoya y su cementerio, cortando el acceso a este último, que se ha repuesto mediante la construcción de un peculiar paso superior tipo pórtico de patas inclinadas e intradós curvo de 87 metros de longitud, que ya está terminado.

A continuación, el trazado atraviesa la zona de Lomo Grande y posteriormente el barranquillo de La Dehesa, mediante un viaducto doble de 360 metros de longitud divididos en nueve vanos, con altura máxima de 56 metros, y que está siendo ejecutado

La obra en cifras

- 6,8 kilómetros de autovía
- 11,3 kilómetros de ramales, vías auxiliares y caminos
- 5 enlaces
- 8 viaductos (más de 1,5 kilómetros en total)
- 1 túnel
- 4 pasos superiores
- 5 pasos inferiores
- 22 obras de drenaje
- 10 muros.
- 3,8 millones m^3 de desmonte de tierras
- 2,3 millones de m^3 de terraplén
- 132.200 m^3 de hormigón
- 12 millones de kilogramos de acero



Carro con el que se ejecutan las dovelas del viaducto de Tenoya (arriba) y vista aérea del avance de la estructura (debajo).





con vigas prefabricadas. Se ha construido ya cerca del 85% de esta estructura.

Tras este barranco el trazado cruza en terraplén el paraje de La Herradura, donde se construye el semienlace de acceso a Cardones y Santidad (tipología semidiamante con dos glorietas, unidas por una vía de enlace bajo la autovía y dos ramales directos en di-

Gigante sobre el abismo

Por la altura de su mayor pila (113 metros), el viaducto de Tenoya es una estructura singular llamada a ocupar un lugar entre los grandes de la carretera en España, entre los que figuran el viaducto de Montabliz en la A-67 (128 metros de altura máxima de pilas) y el del Samprón en la A-6 (124 metros). Debe salvar el barranco de Tenoya con una longitud de 528 metros y a una considerable altura sobre el fondo del mismo, con una alineación curva de radio 1.500 metros y otra en clotoide de parámetro 535 metros.

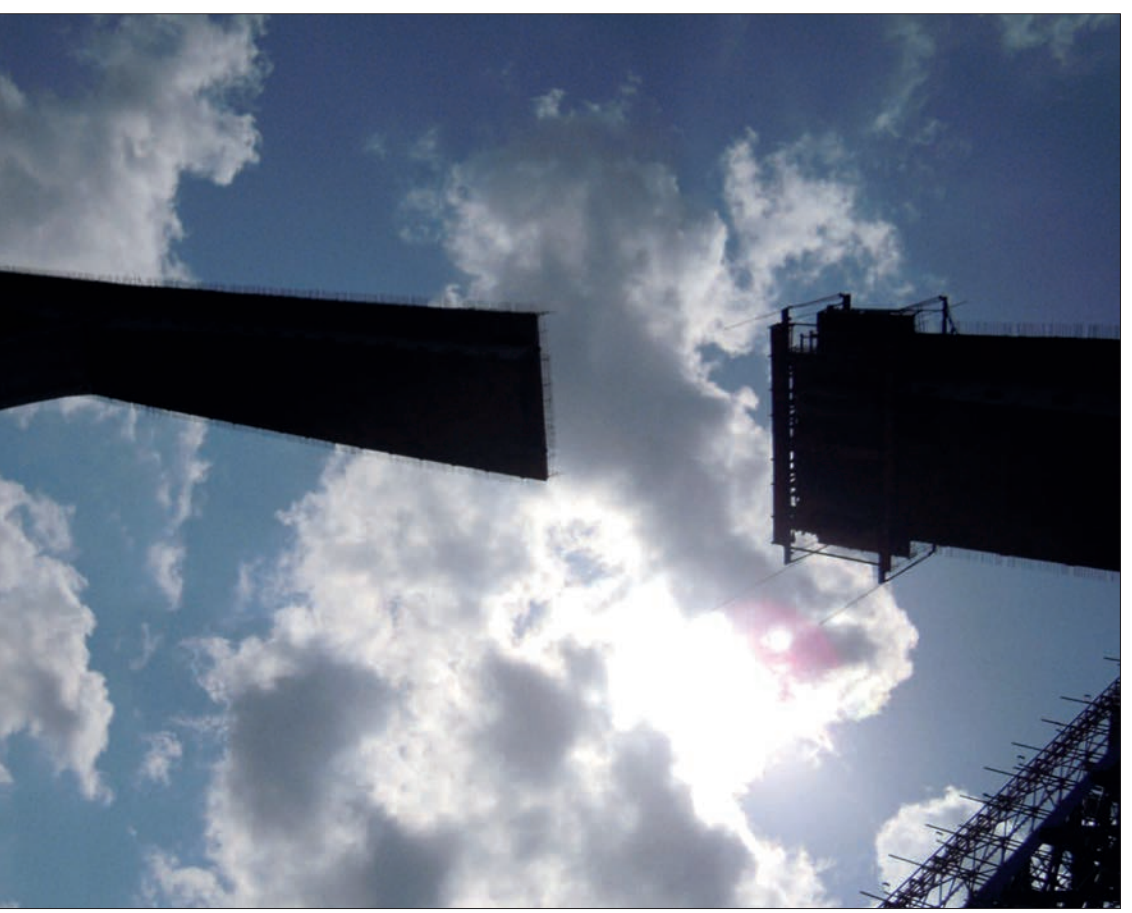
Dada la profundidad del barranco, se proyectó una estructura de grandes luces, repartidas en tres vanos centrales de 124 metros y en dos vanos extremos de 78 metros, para una longitud total de 528 metros, adecuados a la altura de la rasante sobre el terreno y con las que se salvan holgadamente las dos carreteras inferiores. La altura de las pilas motivó también la elección de un tablero único que engloba las dos calzadas, solución que aporta grandes ventajas desde el punto de vista estético, económico y de plazo.

El tablero tiene una anchura de 26,60 metros, lo que permite una futura ampliación a tres carriles por sentido. Se trata de una viga continua de hormigón pretensado de sección cajón monocelular, con canto variable desde 7 hasta 3,30 metros. El cajón, de 14,10 metros de ancho en su parte superior, se completa con unos grandes voladizos de 6,25 metros que se apoyan en jabalcones prefabricados de hormigón armado situados cada 4 metros y prelosas nervadas.

Las pilas son de sección rectangular hueca de hormigón armado. Las pilas 1 y 4, de unos 55 metros de altura, son de dimensiones constantes de 5,50 metros de canto por 7 metros de ancho, mientras que las pilas 2 y 3, con alturas respectivas de 79 y 113 metros, mantienen la misma sección que la 1 y 4 en la mitad alta de la pila, para luego variar en las dos direcciones según un círculo de radio 800 metros. La cimentación ha sido directa en las cuatro pilas, habiéndose dispuesto una cimentación semiprofunda en la pila 3, enterrada unos 13 metros.

El tablero está empotrado monolíticamente en las pilas 2 y 3, mientras que se apoya en aparatos de neopreno en las pilas 1 y 4, ya que la rigidez de estas últimas generaría unos esfuerzos excesivos para absorber las deformaciones reológicas y de temperatura del tablero.

Por último, los estribos, con altura máxima de 13,8 metros, son de tipo cerrado y visitables para permitir operaciones de inspección y conservación.





Cajón y tablero del viaducto de Tenoya (primer plano) y paso superior tipo pórtico entre Tenoya y su cementerio, ya terminado (parte superior).

rección sur). De este enlace se han realizado dos galerías de servicios con bóvedas prefabricadas y se está rellenando el terraplén.

Después de un tramo de unos 250 metros en desmonte se alcanza el barranco de Arucas, que se salva mediante un viaducto de 150 metros de longitud y altura máxima de 42 metros, estructura que se construye con vigas prefabricadas. De este viaducto se han ejecutado dos de los cuatro estribos y seis de las ocho pilas, lo que supone aproximadamente un 45% del total.

A partir de este punto, el trazado enfila en sentido norte, discurriendo por el este de la población de Arucas y situando el tercer enlace (tipo trompeta) de la autovía, del que actualmente se está ejecutando el movimiento de tierras. De este enlace parte un ramal que conecta la autovía con Arucas sobre el corredor de la actual GC-20 y que finaliza en la glorieta de la intesección de la carretera GC-20 con la GC-300.

Hasta el final del tramo, la traza discurre en desmonte en paralelo a la carretera GC-20,

Proceso constructivo del viaducto de Tenoya

A continuación se describe el método constructivo del viaducto, que se ejecuta mediante avance por voladizos sucesivos.

1. Construcción de zapatas y alzado de estribos y pilas. Las pilas 1 y 4 se ejecutan con encofrado trepante y las pilas 2 y 3, con encofrado autotrepante.
2. Ejecución del núcleo de la dovela 0, de 8,8 metros de longitud, situada sobre la cabeza de la pila.
3. En las pilas 1 y 4 se realiza el pretensado vertical provisional, que permanece hasta que los vanos 1 y 5, respectivamente, se han cerrado.
4. Ejecución del núcleo de las 14 dovelas que forman cada semivano mediante dos carros especiales que parten de cada pila y avanzan apoyándose en las dovelas ya ejecutadas. Los tramos contiguos a los estribos se construyen con una cimbra especial.
5. La continuidad de cada vano se obtiene con la ejecución de la dovela de cierre. Según se cierran vanos se realiza el tesado de los tendones del pretensado interior inferior que pasan por el vano realizado.
6. Construcción de tabiques desviadores del pretensado exterior y tabiques rigidizadores.
7. Una vez ejecutado todo el núcleo del tablero, se procede a construir los voladizos laterales, de 6,25 metros de longitud. Para ello se colocan los jabalcones prefabricados, las prelosas nervadas y, por último, se hormigona el tablero *in situ*.
8. Tesado de los tendones transversales de la losa superior.
9. Colocación y tesado del pretensado exterior.
10. Finalización de estribos y terraplenes.
11. Obras de acabado: pavimento, impermeabilización, juntas de dilatación...

proyectándose un semienlace en el lugar donde actualmente se encuentra la glorieta de la intersección de la GC-20 con la GC-301. Dicho semienlace permitirá el acceso a la autovía en dirección norte mediante dos ramales directos y conectará con las poblaciones de Arucas, Cardones y Santidad a través de distintas vías auxiliares.

En los últimos 1.200 metros el trazado continúa discurriendo en desmonte –actualmente se encuentra en plena ejecución– hacia la costa paralelamente a la GC-20, hasta conectar con la carretera GC-2. En ese punto se sitúa el enlace final del tramo, que incluirá la construcción de varias estructuras sobre el barranco de Cardones y sobre la carretera GC-2.

Para garantizar el acceso a los núcleos de población colindantes y a las propiedades cercanas a la autovía, y para reponer las carreteras y caminos agrícolas afectados por el nuevo trazado, se construirán un total de 8,2 kilómetros de variantes de carretera y nueve caminos con una longitud total de 3,1 kilómetros. ■





Puerto de Gijón hacia 1890 y obras de ampliación en la actualidad. Fotos A.P. Gijón

Los tiempos cambian

Te ayudamos a ver la diferencia

Revista del Ministerio de Fomento

La historia y el presente de la obra pública, el transporte y la vivienda

---

Revista del Ministerio de Fomento

TARJETA DE SUSCRIPCIÓN

EMPRESA _____

NOMBRE Y APELLIDOS _____

PROFESIÓN _____ **N. I F.** _____

DOMICILIO _____ **Nº** _____

LOCALIDAD _____ **PROVINCIA** _____ **C. P.** _____

PAÍS _____ **TELÉFONO** _____

MODALIDAD DE SUSCRIPCIÓN	ESPAÑA	EXTRANJERO
☐ 1 año (11 números)	**25 €**	**35 €**
☐ 2 años (22 números)	**40 €**	**50 €**

Envíenme gratis los números extraordinarios *"Ingeniería Romana en España"* y *"Puentes, fuentes y hositales en el Camino de Santiago"* que regalan por una suscripción de dos años *(Hasta agotar existencias)*

☐ Número extraordinario atrasado..... **6 €** ..... **8 €**

FORMA DE PAGO ☐ **Envío cheque adjunto** ☐ **Envío giro postal nº**..... ☐ **Domiciliación bancaria** (sólo suscriptores)

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal, usted tiene derecho al acceso, cancelación, rectificación y oposición de los datos facilitados mediante solicitud por escrito a : Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. E-mail: cpublic@fomento.es

Revista del Ministerio de Fomento

DOMICILIACIÓN BANCARIA

Entidad bancaria.....

Domicilio entidad.....Nº.....

C.P.....Localidad.....Provincia.....

Muy Sres. míos:
Ruego que, con cargo a mi cuenta y hasta nuevo aviso, atiendan el pago de los recibos correspondientes a mi suscripción que les presentará al cobro la Revista del Ministerio de Fomento, editada por el Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento.

Les saluda atentamente
(firma)

CÓDIGO CUENTA CLIENTE			
Entidad	Oficina	D.C.	Núm. de cuenta

....., de.....de 201

EL TITULAR, Fdo.:.....

Enviar a: **Revista del Ministerio de Fomento**
Pº de la Castellana, 67. 28071 Madrid. **Información y suscripciones: 91 859 11 12.** **Correo electrónico: cpublic@fomento.es**



LA LÍNEA C-2 AMPLÍA LA RED DE CERCANÍAS SEVILLANA

Cerrando el anillo

PEPA MARTÍN FOTOS: ADIF Y RENFE

La línea C-2 de Cercanías de Sevilla entre Santa Justa y La Cartuja, en la que el Ministerio de Fomento ha invertido más de 52 M€, ya está operativa después del periodo de pruebas que se realizó durante la celebración de la Copa Davis de tenis en la ciudad hispalense. Con ella se amplían las posibilidades de conexión entre la urbe y su anillo metropolitano.





Las estaciones de Sevilla-Santa Justa (arriba) y Estadio Olímpico (debajo) están unidas por la nueva línea.

Sevilla cuenta con nueva línea de Cercanías, la C-2, una insfraestructura que mejora sustancialmente el servicio ferroviario del área metropolitana, y que permite comunicar la ciudad con el Parque Científico y Tecnológico Cartuja 93, dando así servicio a la universidad, a los centros administrativos y a la Torre Pelli.

Construida por el Ministerio de Fomento a través de Adif, la C-2 dispone de tres nuevas estaciones: la de San Jerónimo, de nueva apertura, y las de Estadio Olímpico y La Cartuja, que se han adecuado para formar parte de ella, pasando de ser apeaderos a modernas estaciones con una arquitectura inspirada en Andalucía.

Inversiones

El Ministerio de Fomento ha invertido más de 52 M€ en la construcción de la nueva línea. De ellos, 32,45 M€ se han destinado a la duplicación de la vía en todo el recorrido, de 12 kilómetros de longitud, a las obras de infraestructura, vía y edificación a lo largo de 7,2 kilómetros, y a la instalación de doble vía balizada, que puede ser utilizada indistintamente en ambos sentidos. Otros 11,48 M€ corresponden a los trabajos de señalización y comunicaciones, y el resto se ha destinado a materiales de vía, expropiaciones y asistencias técnicas.

Con la entrada en funcionamiento de la nueva infraestructura se espera conseguir un mayor aprovechamiento de la red ferroviaria existente y se incrementarán la capacidad y la regularidad al duplicar la línea en tramos que hasta ahora discurrían en vía única. También se mejorará la inter-



En la estación de La Cartuja se han rehabilitado las arquerías con función de marquesina en la zona de andenes.

conexión con otros medios de transporte al aprovechar los aparcamientos existentes en las proximidades de las estaciones y otros servicios ferroviarios con conexión con otras líneas de Cercanías y de metro.

De forma previa a la entrada en funcionamiento de la línea, ha estado operando en pruebas el tramo entre Santa Justa y el estadio Olímpico para atender la demanda de pasajeros durante la final de la Copa Davis de tenis, celebrada en Sevilla del 2 al 4 de diciembre pasados.

Estaciones

El nuevo apeadero de San Jerónimo dispone de un andén central de 200 metros de longitud, que se comunica con una pasarela peatonal metálica de 100 metros con el edificio de viajeros, de 300 m^2 de superficie, para salvar la ronda Super-Norte y el arroyo Tamarguillo. En el exterior se ha construido un aparcamiento disuasorio de 5.500 m^2.

En la estación de Estadio Olímpico se ha adecuado el apeadero a los requerimientos de la nueva línea, se han construido dos andenes de 200 metros de longitud y un edificio de viajeros de unos 500 m^2, mientras que en la estación de La Cartuja son tres los andenes, también de 200 metros, y un edificio de viajeros de 405 m^2 de superficie. También se han rehabilitado las arquerías que hacen de marquesina en la zona de andenes.

Las tres estaciones incluyen las instalaciones necesarias para la explotación ferroviaria, entre ellas sistemas de alumbrado, fuerza y datos, sistemas de alimentación auxiliares, ascensores en las estaciones de San Jerónimo y Estadio Olímpico, sistema de antiintrusismo, circuito cerrado de televisión, protección contraincendios y preinstalaciones de control de accesos, información al viajero y megafonía, medidas de seguridad que se han incrementado con la instalación de cerramientos en el entorno de las estaciones y apeaderos.

Planes de futuro

La nueva línea C-2 ha sido concebida para que pueda continuar en el futuro hacia Torretriana y Blas Infante, donde enlazaría con la red de metro, permitiendo así cerrar el anillo del transporte metropolitano de Sevilla. Adif y el MInisterio de Fomento realizan estudios previos para decidir la información pública, el estudio de impacto ambiental y los proyectos constructivos.

A esto se suma la reciente ampliación de la red de Cercanías de Sevilla hasta Benacazón, de 32 kilómetros de longitud, en la que se ha invertido 42 M€. Es la línea C-5, que extiende la cobertura del servicio de Cercanías hacia el Aljarafe Norte. Se han construido tres nuevas estaciones (Valencina-Santiponce, Salteras y Benacazón), un nuevo apeadero en Camas y se han rehabilitado las estaciones de Villanueva del Ariscal-Olivares y Sanlúcar la Mayor.

Con estas dos nuevas líneas de Cercanías, la ciudad está unida con la isla de La Cartuja y el Aljarafe Norte por medio de nueve estaciones que conectan las poblaciones de Camas, Valencina, Santiponce, Salteras, Villanueva del Ariscal, Olivares, Sanlúcar la Mayor y Benacazón.



La red de Cercanías de Sevilla ha crecido hacia el oeste con la entrada en servicio de la línea C-5 y la finalización de la C-2.

En materia de infraestructura, se ha construido una nueva plataforma en la zona de vía a duplicar, de 1,3 kilómetros de longitud, en el tramo comprendido entre las bifurcaciones de Los Naranjos y de San Jerónimo, al tiempo que se han consolidado los terraplenes existentes en el resto del tramo. También se ha construido un nuevo paso superior en el pk 0/520 de la línea férrea de ancho convencional Sevilla-Huelva, así como un viaducto en la vía a duplicar al paso sobre la cota del río Guadalquivir, denominado viaducto del Tapón, que se ha ejecutado debido a la mala capacidad portante de los terrenos en esa zona.

De forma complementaria, se ha conectado la bifurcación de San Jerónimo con el tramo de vía paralelo a la línea de ancho convencional Sevilla-Huelva y el ramal a La Cartuja, 5,6 kilómetrros en total, que permanecía en ancho UIC y se ha cambiado al ancho convencional.

Para la electrificación de la línea ha sido necesario instalar un total de 216 kilómetros de catenaria para el funcionamiento desde la bifurcación de Los Naranjos hasta la estación de La Cartuja, además de realizarse operaciones de montaje de cinco escapes y ocho desvíos, así como en las estaciones incluidas en el trazado.

Asimismo, se ha redistribuido la alimentación eléctrica de la zona de Majarabique, adaptándola a las nuevas líneas de Cercanías C-2 y C-5, instalando un total de 8 kilómetros de *feeders* de alimentación, con sus correspondientes seccionadores telemandados desde el puesto central de Santa Justa.



Señalización y comunicaciones

Además de las obras de infraestructura, edificación y duplicación de la vía, el Ministerio de Fomento ha destinado un total de 12,6 M€ a los sistemas de señalización y comunicaciones, un proyecto que engloba todos los materiales, piezas y equipos in-



La estación Estadio Olímpico se ha adecuado a las necesidades de la C-2, con dos nuevos andenes de 200 metros y un edificio de viajeros.

dustriales necesarios para el montaje y correcto funcionamiento de la línea de Cercanías entre Sevilla y La Cartuja, así como la seguridad de las circulaciones.

Las actuaciones llevadas a cabo comprenden las instalaciones de seguridad, el sistema de protección del tren, el puesto de mando, las comunicaciones tren-tierra, la obra civil, el tendido de cables, el suministro de energía y el desmontaje de instalaciones.

Para ello ha sido necesario acometer una serie de obras entre el punto kilométrico 564/988 de la línea convencional Madrid-Sevilla y la estación de La Cartuja, y en el tramo comprendido entre los pk 0/000 y 6/782 de la línea convencional Sevilla Huelva, extendiéndose al puesto central de Control de Tráfico Centralizado (CTC) de Sevilla-Santa Justa, desde el cual se efectuará el telemando, control remoto, gestión y control de las instalaciones, y en el que también se han acometido todas las obras necesarias para integrar la nueva línea en todos los sistemas que lo componen.

Entre ellas se encuentra la integración de las nuevas instalaciones en el sistema de CTC existente, incluyendo modificación de imágenes y bases de datos, nuevo controlador de elementos del triángulo de Majarabique dependiente del nuevo enclavamiento instalado en la estación de La Cartuja, y adaptación del sistema central de comunicaciones de explotación de puesto de mando para incluir las nuevas estaciones.

En materia de seguridad, además del sistema de Bloqueo Automático Banalizado (BAB), se han instalado nuevos enclavamientos de tecnología electrónica, que son los dispositivos para regular el tráfico ferroviario, en la estación de La Cartuja. A ello se añaden los sistemas de protección del tren; en concreto se ha instalado el sistema Asfa (Anuncio de Señales y Frenado Automático), diseñado para eliminar posibles perturbaciones debido a la proximidad de catenaria electrificada a 25 Kv que puedan alterar el funcionamiento de los sistemas Asfa convencionales, y que actualmente es el que ofrece las máximas garantías de seguridad.

> Con la C-2 se espera conseguir un mejor aprovechamiento de la red existente, incrementado su capacidad y regularidad

En cuanto a las comunicaciones, se ha procedido a integrar los apeaderos contenidos en el tramo en la red de transmisión digital existente en la línea Sevilla-Huelva. Respecto a la implantación del sistema tren-tierra, que es el sistema de radiotelefonía utilizado para comunicar los trenes con el puesto de mando, la línea ferroviaria Sevilla-Huelva en uso está actualmente equipada con las instalaciones necesarias para realizar estas comunicaciones, por lo que se realizarán los controles necesarios para comprobar el correcto funcionamiento a lo largo del tramo comprendido entre las estaciones de Estadio Olímpico y La Cartuja.

Las obras de integración ambiental, de reposición de servicios afectados y la disposición de cerramiento urbano completan las actuaciones llevadas a cabo a lo largo de esta línea, cuya construcción ha sido obra de una unión temporal de empresas. ■

Revista del Ministerio de
Fomento



Alta velocidad en España



MONOGRÁFICO JULIO-AGOSTO 2011

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

RESERVE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 6478 / 6449
Por fax: 91 597 61 86 (24 horas).
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es



ENTRA EN SERVICIO LA NUEVA ESTACIÓN DE LOGROÑO

Terminal para el siglo XXI

PEPA MARTÍN
FOTOS: SACYR VALLEHERMOSO Y ADIF

El pasado 18 de diciembre la nueva terminal ferroviaria de Logroño abría sus puertas a los primeros viajeros de la mañana, al paso por la capital riojana del tren de larga distancia Bilbao-Barcelona. Con esta nueva infraestructura se avanza en la integración ferroviaria en la ciudad, mediante el soterramiento de un tramo de casi 1.400 metros de vías y con las tareas de adaptación para la llegada de la alta velocidad.

Los viajeros que llegaban y partían en la línea Barcelona-Bilbao fueron los primeros en conocer las instalaciones y servicios de la nueva estación ferroviaria de Logroño, por la que pasan cerca de 186.000 pasajeros al año.

Situada en la plaza de Europa de la capital riojana, esta nueva infraestructura sustituye a la estación provisional puesta en servicio por Adif en abril de 2007, que se mantuvo operativa durante su construcción.

La nueva terminal, diseñada por el equipo de Iñaki Ábalos y Juan Herreros, cuenta con un vestíbulo en superficie, una nave de andenes en la planta sótano y una cubierta exterior en forma de loma artificial transitable de 8.000 metros cuadrados, que







Fachada principal y detalles del interior de la nueva terminal ferroviaria riojana.

se urbanizará –al igual que la parte superior de la losa que cubre las vías– como zona de paseo. Dispone, además, de dependencias destinadas a la venta de billetes, aseos, locales comerciales, servicio de cafetería y consigna.

Todo ello ha sido diseñado teniendo en cuenta criterios de accesibilidad total, favoreciendo el tránsito de todos los viajeros, incluidos aquellos que tienen dificultades de movilidad.

Para ello se cuenta con rampas, escaleras mecánicas y ascensores para los accesos a andenes y encaminamientos en el suelo que guían a las personas invidentes hasta los lugares de uso común. Además se han instalado aseos adaptados para personas con movilidad reducida, así como una sala de lactancia.

Grandes espacios

El interior de la estación de Logroño se caracteriza por sus grandes espacios. El edificio de viajeros, de planta irregular, tiene en el vestíbulo una superficie de algo más de 1.500 metros cuadrados –con techos escultóricos de gran altura–, en torno al que se distribuyen las áreas de servicio a los viajeros y comercial.

Para favorecer el acceso y tránsito de los viajeros cuenta con un acceso principal por la fachada oeste –desde la que se accede también a la parada de taxis y autobuses, y a la futura estación de autobuses–, además de un segundo acceso por la fachada sur del edificio, así como una tercera salida de emergencia por el lado norte.

En cuanto a los materiales utilizados, el pavimento del



vestíbulo es de baldosa de gres, de color gris oscuro para facilitar su mantenimiento. Las paredes son en su mayor parte de vidrio y aluminio en el interior, y de acero y hormigón en la fachada exterior.

Para el techo se han utilizado lamas de aluminio lacadas, creando grandes triángulos que conforman la cubierta interior. La sala del vestíbulo se sostiene por columnas recubiertas del mismo material.

Andenes

Ascensores y escaleras tradicionales y mecánicas permiten el acceso a los andenes directamente desde el vestíbulo.

La nave de andenes es una sala cubierta y sostenida por columnas, con una longitud de 400 metros, una anchura de 42 metros y una altura de casi 7 metros. En ella se han dispuesto 18 pares de pilares, con acabados en gris oscuro, a los que se han adosado los elementos de mobiliario, instalaciones y publicidad.

La claridad de esta zona se ve reforzada por lucernarios que permiten filtrar la luz exterior, al tiempo que sirven de elementos de iluminación en la zona de esparcimiento que se creará sobre la losa que cubre las vías.

Aunque ya está en servicio, la estación de Logroño tiene pendiente la ejecución de algunas zonas para estar al cien por cien de operatividad. Quedan por construir la zona sur del edificio, con zonas comerciales, y el parking subterráneo, que se ubicarán en el espacio que actualmente ocupa la estación provisional cuando sea demolida.

Además, y como resultado de la integración ferroviaria



Acero y hormigón son los materiales predominantes en la fachada exterior de la terminal riojana.



en la ciudad de Logroño, se han soterrado casi 1.400 metros de la línea Castejón-Miranda de Ebro de la red convencional creando un nuevo centro urbano en los terrenos que libera.

Este nuevo espacio permitirá la conexión de los barrios situados al sur de la vía férrea a través de la prolongación de cuatro viales: Belchite, avenida Colón, Juan Boscán y Pedregales. También posibilitará el posterior desarrollo del Plan Especial de Reforma Integral (PERI).

Alta velocidad

Otro de los beneficios del proyecto de la integración ferroviaria en Logroño es la adaptación ferroviaria de la estación a los tráficos que se generarán con la conexión de alta velocidad entre Zaragoza, Logroño y Pamplona.

Esencialmente aporta modernidad a la línea con la instalación de materiales y equipos de última generación para posibilitar la llegada de la nueva línea.

Además, la actuación de la integración del ferrocarril ha sido el paso necesario para adaptar la red ferroviaria a los estándares marcados por las directivas europeas de interoperabilidad de la red ferroviaria.

Con esta actuación se adapta la infraestructura urbana para posibilitar la implantación de doble vía en un corredor que hasta la fecha se explota con vía única. Igualmente se prepara la estación para la explotación de una red ferroviaria moderna y se implanta el primer hito para la futura llegada de la red de alta velocidad mediante la colocación de material adaptable a este futuro uso.

A todo ello se suma también una mejora de la seguridad con la adecuación del esquema de vías para tecnología punta en sistemas de conducción automática de trenes. ■

Integración del ferrocarril: fase I

Además de la nueva estación ferroviaria de Logroño, el proyecto constructivo de la fase I de la integración del ferrocarril en Logroño, con un presupuesto de 134.877.042 €, incluye:

El nuevo trazado de la vía, de 2,8 kilómetros, entre el paso superior de República Argentina (p.k. 0/000) y las proximidades del río Iregua (p.k. 2/815,8), y la duplicación de la vía única actual entre la estación y las proximidades del río Iregua, de la línea de ancho convencional Castejón-Miranda de Ebro. Este nuevo trazado permitirá la futura implantación de doble vía de alta velocidad con ancho de vía UIC, montándose inicialmente en ancho ibérico.

El cubrimiento de la infraestructura ferroviaria desde el paso superior de Vara de Rey (p.k. 0/247) hasta las proximidades de la calle Baltasar Gracián (p.k. 1/660), que discurre a lo largo de 1,4 kilómetros. En el área soterrada se han montado cinco vías, dos generales y tres de apartado.

También corresponde a la fase I la instalación de la superestructura ferroviaria del tramo (vías, electrificación e instalaciones de seguridad y comunicaciones) en vía doble, con ancho de vía polivalente (preparada para alta velocidad), así como las instalaciones de seguridad y protección civil (ventilación, protección contra incendios...).

La financiación total del proyecto de construcción de la integración del ferrocarril en Logroño corresponde a la Sociedad Logroño Integración del Ferrocarril 2002, integrada en un 50% por el Ministerio de Fomento y en dos partes iguales, con el 25% cada una, por la Comunidad Autónoma de La Rioja y al Ayuntamiento de Logroño.

EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ENERGÍA DESARROLLA UN PROYECTO DE BALANCE ENERGÉTICO CERO PARA EDIFICIOS

Consumir solo lo producido

MORENA MORANTE FOTOS: CABALLERO

El Instituto Tecnológico de la Energía (ITE) ha puesto en marcha un proyecto para lograr la eficiencia energética en la edificación. El proyecto se basa en tres grandes líneas de actuación: reducción de consumos, integración de energías renovables y sistemas de control inteligentes que optimicen el funcionamiento de todas las instalaciones para que el diferencial entre energía consumida y generada sea igual a cero.



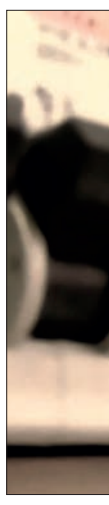
Este proyecto, cofinanciado por el Instituto de la Pequeña y Mediana Industria de la Generalitat Valenciana (Impiva), a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (Feder), se inscribe dentro del programa de I+D para Institutos Tecnológicos y tiene como gran objetivo conseguir un balance energético cero, lo que significa que el edificio produciría la misma cantidad de energía que consume.

De este modo, los edificios contribuirían a la sostenibilidad de las ciudades y es que, actualmente, el sector de la edificación es responsable de cerca del 40% de las emisiones de CO_2 a nivel mundial.

Para alcanzar el objetivo de equilibrar el balance energético en el edificio, el ITE ha desarrollado y analizado una serie de medidas que pueden aplicarse tanto a edificios de nueva construcción como a los ya existentes. Su desarrollo ha sido posible no solo gracias a la combinación de diferentes disciplinas, sino también a la fusión de distintos métodos de trabajo.

Las puntos clave del proyecto del ITE se basan, en primer lugar, en la mejora de la eficiencia energética y la disminución de consumos; en segundo, en el fomento de uso e





Los edificios son responsables de casi el 40 por ciento de las emisiones de CO_2 a nivel mundial.



ITE



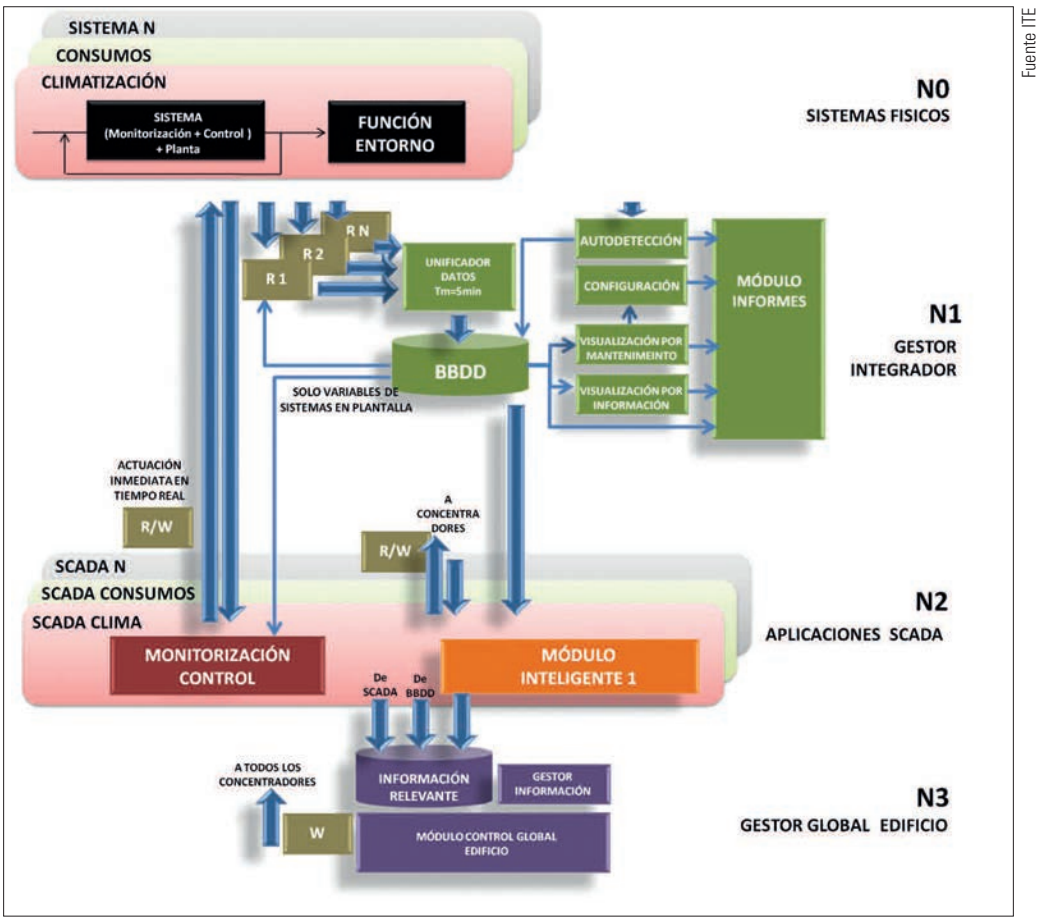


ITE

Un 60 por ciento del consumo energético en edificios se debe a la climatización.

integración viable de energías renovables y sistemas de almacenamiento, y por último, en la óptima gestión automatizada de recursos y funcionalidades mediante el diseño de nuevos sistemas de control locales que sean dirigidos por un único gestor artificial centralizado e inteligente, que permite optimizar el funcionamiento de las instalaciones de consumo y generación para equilibrar el balance energético de los edificios terciarios.

En este proyecto se desarrollan, además, los trabajos necesarios para obtener la justificación técnica y económica de la viabilidad de la rehabilitación energética de los edificios del sector terciario y la promoción de nuevos diseños, tecnologías y estrategias de control inteligentes para los mismos. Esta rehabilitación energética de los edificios permite ajustar el consumo de energía a la generación en los mismos, consiguiendo que el



Fuente ITE

Esquema para la optimización de consumos de climatización mediante gestión global inteligente en un edificio.



ITE

Una interacción viable de fuentes de energía renvables ayuda a equilibrar el balance energético entre edificios.

coste energético global sea próximo a cero.

Por lo tanto, los trabajos desarrollados en el proyecto EBEC (Edificio de Balance Energético Cero) permiten mejorar la calificación energética del parque de edificios existente asegurando sus funcionalidades y confort, además de identificar las acciones necesarias para la consecución de edificios de balance energético cero.

Los resultados obtenidos a partir de las investigaciones realizadas en la ejecución del proyecto EBEC se validan en un edificio real del sector terciario, la misma sede del edificio ITE. Esta validación permite justificar la extrapolación de los resultados obtenidos en el proyecto a otros edificios del sector. En este aspecto, cabe destacar la obtención ya de prototipos reales y el carácter no estrictamente teórico, sino también práctico del proyecto.

Entre los pequeños cambios que mejoran notablemente la factura energética de la edificación, cabe mencionar que la sustitución de las luminarias tradicionales por lámparas led puede conllevar ahorros a partir del 40%. También la colocación de persianas que dejen pasar la luz, pero no el calor logra reducir la temperatura interna del edificio y por tanto el consumo derivado de la climatización. Y es que el 60% del consumo de los edificios suele deberse a climatización y agua caliente sanitaria, y casi otro 28% a la iluminación.

Metodología

La metodología de trabajo del proyecto EBEC comienza con la realización de un diagnóstico energético completo del edificio, identificando los puntos de mejora, además de la definición de un protocolo de medidas que permiten cuantificar el ahorro energético.

A partir de los primeros resultados obtenidos, el proyecto se centra en el diseño concreto de un centro de control global para edificios, desde el nivel de campo al nivel de información y decisión, que en este caso se adentra en el incipiente uso de técnicas artificiales inteligentes de optimización de criterios de acción para minimización del coste energético. El trabajo incluye el desarrollo de un sistema de centralización de datos, monitorización y visualización de consumos y generación de energía, así como la optimización del control de las instalaciones y un completo diseño integrado de automatización para instalaciones de generación y gestión del consumo.

Además de todos los niveles, se pretende desarrollar a futuro un sistema de control inteligente basado en modelos dinámicos y predicción de escenarios, que permita generar las acciones adecuadas para gestionar todos los procesos

Asimismo, se han diseñado y se están mejorando sensores inalámbricos destinados a medir todas las variables energéticas, ambientales y de confort de los edificios. Con estos dispositivos se obtienen datos enfocados a la realización de estudios, proponer mejoras y verificar los ahorros. A la vez, se le muestra al usuario el con-





Con el proyecto "Edificios de Balance Energético 0" se busca desarrollar actuaciones inteligentes que faciliten al usuario datos de consumo y coste en tiempo real.

sumo que está realizando y los costes que su comportamiento supone en el edificio, concienciando así sobre su uso.

En un futuro próximo se espera gestionar todos los sistemas de forma conjunta desde un centro de control energético, tratando el edificio y los sistemas que lo componen como un todo.

Partiendo de los datos recogidos del edificio también es posible estimar qué cantidad de energía necesita el edificio para desempeñar sus actividades habituales y cómo podría cubrirse ésta con instalaciones de energías renovables.

Estas directrices han podido ser evaluadas de primera mano por los técnicos de ITE, ya que se han implementado en las instalaciones del propio Instituto que ha actuado como piloto. De este modo se ha comprobado que la introducción de estas medidas supone una disminución de los consumos y el aumento de la eficiencia energética, sin por ello disminuir la funcionalidad o el confort.

Optimizar la climatización

Una parte muy importante de la mejora de la eficiencia energética del edificio es la optimización de la climatización. El edificio del ITE dispone, desde su construcción en el año 1989, de un sistema de climatización centralizado por conductos con bomba de calor.

El referido sistema cuenta con un total de diez zonas de climatización, que son alimentadas por climatizadores independientes. La regulación de temperatura de cada zona del edificio se realiza midiendo los grados en cada área concreta y, conforme a los datos de temperatura registrados, se regula la apertura de las válvulas que realizan el aporte de agua fría/caliente a cada uno de los climatizadores correspondientes.

Desde su diseño inicial, la distribución física de las estancias ha sufrido diversas modificaciones. Por otra parte, también algunos componentes del sistema han sufrido algún tipo de deterioro, produciendo mal funcionamiento de sensores o fallo mecánico en válvulas. Todo ello hizo aconsejable la adopción de nuevas medidas de rehabilitación y optimización del sistema, que se basaron principalmente en el diseño y sustitución del cuadro eléctrico de control; la sustitución, reubicación y ampliación de la "sensorización" del sistema, y la optimización de las técnicas de regulación.

> La gestión centralizada inteligente de edificios busca la máxima eficiencia energética sin disminuir el confort

Una vez estudiado el funcionamiento y conexiones eléctricas del cuadro de control, se procedió también a elaborar nuevos planos eléctricos con la herramienta Eplan, incorporando las señales analógicas de los nuevos sensores y sustituyendo el aparato eléctrico y el nuevo dispositivo controlador (autómata CJ1M de Omron), en el que se implementaron las nuevas funciones de regulación y control del sistema, así como la adquisición y almacenamiento local de las variables ambientales.

Anteriormente el control era automático por programación horaria y las consignas se fijaban en unos dispositivos reguladores (uno por cada zona) a través de un selector manual analógico. El funcionamiento manual se efectuaba a través de selectores manuales, por lo que se debía acceder al cuadro para realizar funciones de ajuste del sistema y de mantenimiento de los equipos. La se-



Reducir el consumo energético en el horizonte del año 2020 es uno de los grandes objetivos de la UE.

lección del modo frío y calor era totalmente manual, efectuándose por el personal de mantenimiento en los cambios de estación.

Con el nuevo sistema, la configuración de las consignas de temperatura, así como la programación horaria y los parámetros de control son introducidos en una pantalla táctil HMI (*Human Machine Interface*) ubicada en el cuadro, que incorpora más funciones de configuración del sistema, tanto de fecha como de hora de encendido/apagado y evita el acceso a las zonas del cuadro con tensión.

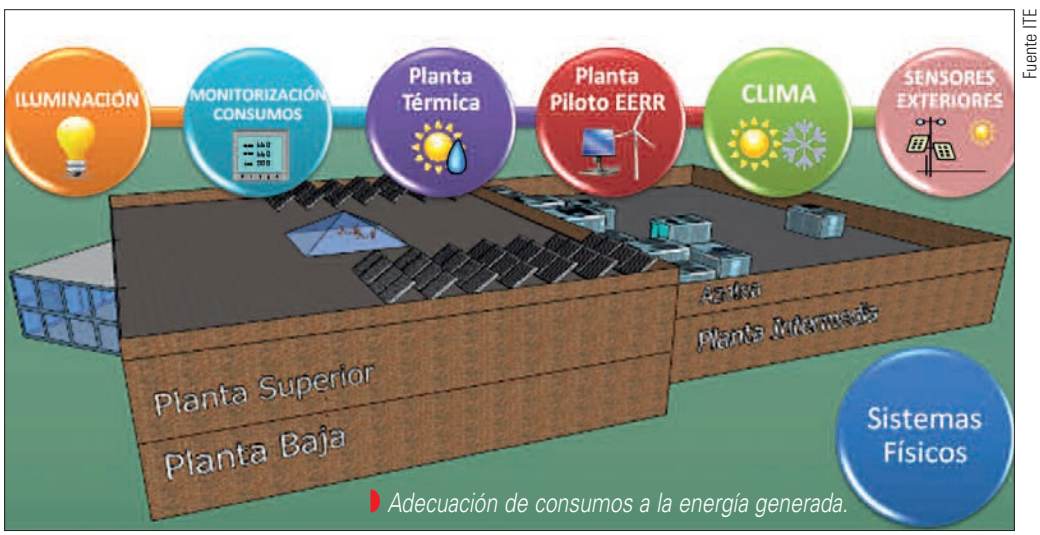
Además de los modos de funcionamiento tradicionales (manual y automático), se ha incorporado el modo de funcionamiento inteligente, que permite la toma de decisiones desde una aplicación Scada (*Supervisory Control and Data Adquisition*) remota y forma parte del Centro de Control.

Aplicaciones Inteligentes

En este nivel se encuentran las aplicaciones software encargadas de la supervisión, control y adquisición de datos de los sistemas del edificio. Hay una aplicación Scada o aplicación inteligente por cada proceso o funcionalidad del edificio.

Su objetivo dentro del Centro de Control es el de facilitar una mayor Concienciación del usuario sobre sus consumos energéticos; favorecer la interacción de los sistemas con los usuarios, y la optimización del consumo de las instalaciones mediante un control más eficaz de los sistemas consumidores.

Gracias a todas estas aplicaciones se pueden visualizar de forma continua todos los datos de proceso, así como las variables ambientales, el consumo energético y calidad de suministro de las diferentes instalaciones de consumo al momento. El usuario percibe al instante el consumo y costes que están ocasionando sus actividades en el edificio y tiene también acceso al historial de datos de consumo. De esta forma se pueden detectar y corregir actividades poco eficientes de los usuarios y problemas de funcionamiento en equipos. Asimismo, mediante el análisis de estos datos pueden obtenerse las tendencias de la demanda en función de la evolución de parámetros como la temperatura, humedad, horario, periodo estacional, etc.



Adecuación de consumos a la energía generada.

Fuente ITE



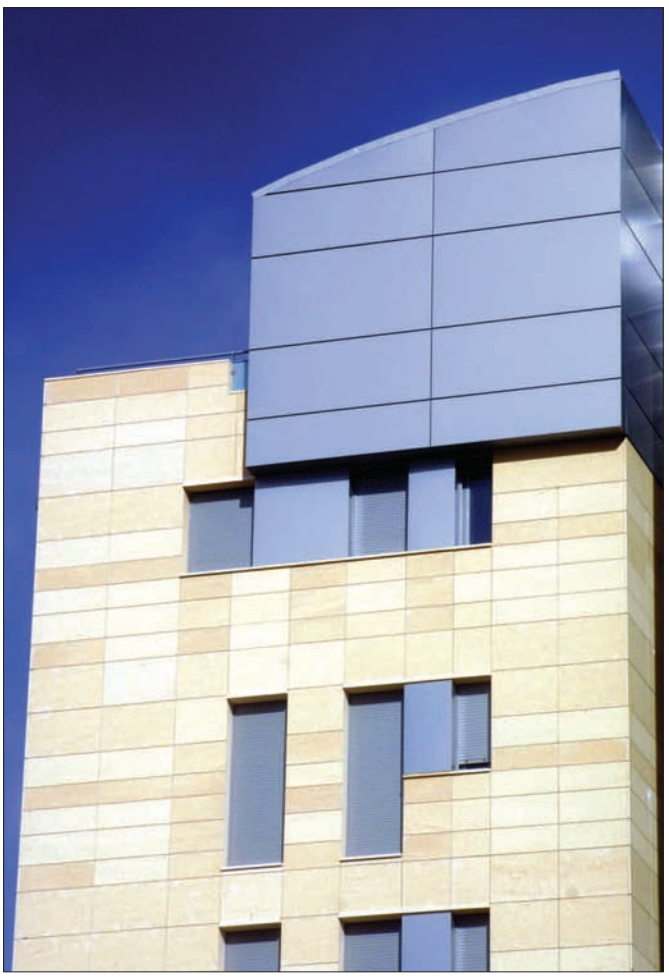
Sustituir combustibles fósiles por energías renovables mejora la eficiencia energética.

Marco legal comunitario

El proyecto EBEC (Edificios de Balance Energético Cero) recoge, en definitiva, tanto la necesidad social, medioambiental y económica de mejora del estado energético de los edificios, como la exigencia en normativa existente en el sector en relación a la reducción, control y gestión eficiente de la energía.

La reducción del consumo de energía en este ámbito constituye una prioridad en el marco de los objetivos «20-20-20» en materia de eficiencia energética. La Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios se inscribe en esta voluntad, proponiendo directrices para los Estados miembros en relación con la eficiencia energética de los edificios.

Se define en esta directiva la eficiencia energética como la cantidad de energía calculada o medida que se necesita para satisfacer la demanda de energía asociada a un uso normal del edificio, que incluirá, entre otras cosas, la energía consumida en la calefacción, la refrigeración, la ventilación, el calentamiento del agua y la iluminación.



Los Estados miembros de la UE tienen la obligación de adoptar, a nivel nacional o regional, una metodología de cálculo y de mejora de la eficiencia energética de los edificios que debe tener en cuenta determinados elementos como las características térmicas del edificio (capacidad térmica, aislamiento, etc.); la instalación de calefacción y de agua caliente; las instalaciones de aire acondicionado; la instalación de iluminación incorporada y las condiciones ambientales interiores.

Además, deben asegurar que, como muy tarde el 31 de diciembre de 2020, todos los edificios nuevos sean al menos edificios de consumo de energía próxima al balance cero, y que después del 31 de diciembre de 2018, los organismos públicos que ocupen y posean un edificio nuevo garanticen que el edificio es un edificio de balance energético cero.

A este marco normativo centrado en la mejora del estado energético de los edificios, se le suma un contexto mundial de crisis económica y elevadas volatilidades de precios de materias primas en el que España es particularmente vulnerable, ya que tiene que importar cerca del 80% de su energía primaria.

Por lo tanto es obvia la necesidad de desarrollar proyectos en la línea de reducir el consumo de energía en todos los ámbitos, y en especial en los edificios, ya que el mix energético que los abastece está basado fundamentalmente en fuentes combustibles de origen fósil, que no sólo no permiten eliminar la dependencia energética, sino que además producen elevadas emisiones de gases de efecto invernadero.

Actualmente existen en el mercado diferentes tecnologías que contribuyen a reducir el consumo de diferentes instalaciones dentro de los edificios terciarios. Estas tecnologías por separado aportan una reducción considerable, pero no son suficientes por sí solas para alcanzar el balance energético cero. Es necesario entonces, combinar el mayor número de tecnologías posibles. Esa es una de las grandes apuestas del proyecto EBEC, desarrollado como parte de las líneas de investigación y desarrollo de mejora de la eficiencia energética de los edificios de nueva construcción y existentes del sector terciario en la que viene trabajando el ITE desde 2009. ■

MUSEO DEL FERROCARRIL



www.museodelferrocarril.org

MUSEO DEL FERROCARRIL
Fundación de los Ferrocarriles Españoles

Paseo de las Delicias, 61
28045 Madrid



EL NUEVO PUENTE ATIRANTADO DE TALAVERA DE LA REINA CONCENTRA VARIOS RÉCORDS, ENTRE OTROS EL DEL PILONO INCLINADO MÁS ALTO DE EUROPA

El más esbelto



R. F. Fotos: AIA

Su esbelta silueta se perfila majestuosa contra las cumbres de Gredos señalando el nuevo acceso a la ciudad del Tajo por su Ronda Sur. Pero más allá de su estilizada apariencia, el nuevo puente atirantado de Talavera de la Reina es un prodigio de la ingeniería que atesora varios récords y cuya construcción ha exigido una meticulosa planificación y un más exigente control de obra.



El nuevo puente de Castilla-La Mancha salva el río Tajo al sur de Talavera de la Reina (Toledo).

El pasado 17 de octubre entró en servicio el puente de Castilla-La Mancha, de acceso a la ciudad de Talavera de la Reina por su nueva Ronda Sur. El nuevo puente se suma a los otros tres que salvan el río Tajo, el más antiguo de los cuales es el llamado puente de Santa Catalina, más conocido también como puente Viejo, cuya fábrica actual data del siglo XV aunque sus orígenes se remontan a la época de dominación romana en la Península.

El singular diseño del nuevo puente de Castilla-La Mancha obedece a los requerimientos inicialmente exigidos de salvar el Tajo mediante un único vano sin pilas intermedias en el brazo más ancho del río, a fin de evitar cualquier posible afección medioambiental, y de constituirse en nuevo referente urbano y nexo de unión entre el casco antiguo y los desarrollos futuros de la ciudad. Todo ello ha contribuido a que el puente ostente también diversos récords y a que durante todo el proceso constructivo, así como en las fases previas y pos-





teriores, se hayan efectuado unos meticulosos estudios del comportamiento de todas y cada una de sus estructuras y materiales –principalmente hormigón y acero–. El elemento más singular del puente y el que le dota también de su imagen más poderosa es su único pilono, que, con 192 metros de altura y un ángulo de inclinación de 22º, es el más alto de España. En él se sustenta el tablero, con una longitud de 320 metros y una anchura de 36 metros, lo que le hace también el más ancho de los atirantados de un solo vano construidos hasta ahora en nuestro país.

El tablero tiene continuidad en un viaducto de acceso de 408 metros de longitud conformado por 9 vanos y dos únicos cajones de hormigón blanco gemelos.

La distribución de espacios en el tablero permite acoger dos carriles por sentido para circulación de vehículos, con posibilidad de ampliación para un tercero, además de sendas aceras peatonales y un carril bici. El canto del tablero es de solo 2,75 metros, lo que confiere aún más sensación de liviandad y esbeltez a todo el puente. En su construcción se utilizó hormigón blanco con distintos rangos de alta resistencia, desde los 80 MPa (megapascales) en los puntos más exigidos, como el empotramiento del estribo, hasta los 45 MPa en los tramos con flexiones menos elevadas. Debido precisamente a las mayores exigencias de flexión en el último tercio de tablero (135 metros) que concentra los tirantes de mayor longitud e inclinación, la zona se reforzó con un pretensado interno adherente, construyéndose el resto solo en armado.

Poderoso anclaje

Para sustentar el tablero, el equipo de ingenieros responsable del proyecto, Ramón Sánchez de León y Christian Bernal Pérez, diseñaron un sistema de atirantamiento inte-



grado finalmente por 38 pares de cables de anclaje al pilono, con una separación transversal de 28 metros y longitudinal de 7 metros sobre tablero. Del pilono arrancan a su vez otros 38 pares de tirantes de retenida, fijados a dos muertos de anclaje de hormigón postesado que actúan como contrapeso de 40.000 tn y aseguran la estabilidad del puente. A fin de equilibrar las fuerzas horizontales, los muertos de anclaje se han conectado al pilono mediante puntales de hormigón. Al estar enterrados y cercanos al río, sendos contrapesos fueron especialmente diseñados para garantizar la estabilidad de la estructura incluso completamente sumergidos. Los anclajes de los tirantes de retenida se pueden admirar sobre el techo de una galería subterránea abierta al efecto.

Los cables de los tirantes constan de un número variable de cordones de acero que oscila desde un mínimo de 11 hasta un máximo de 97, con una tensión de rotura de 1860 MPa y 0.62 pulgadas de diámetro. Todos los cables incorporan un sistema de triple protección consistente en el propio galvanizado de los cordones, una vaina de polietileno de alta densidad individual y grasa entre la vaina y el propio cordón. Cada tirante está recubierto además de una vaina exterior de color rojo y relieve helicoidal, diseñada especialmente para prevenir posibles incidencias derivadas de fenómenos meteorológicos ad-

Prueba de carga estática del puente, poco antes de su entrada en servicio.

Ficha técnica

- Autores: Ramón Sánchez de León y Christian Bernal Pérez (Estudio AIA, S.A.)
- Volumen de hormigón: 72.108 m^3
- Acero pasivo B-500 S: 7.800 tn
- Acero en tirantes: 1.785 tn
- Acero estructural S-355: 753 tn



Cables de atirantamiento, imagen general del puente (página opuersta) y parte inferior del tablero.

versos como la coincidencia de viento y lluvia. Todos los cables se dotaron además de amortiguadores a fin de evitar las posibles vibraciones a causa de esos mismos agentes. En total, el sistema de atirantamiento requirió 1.785 toneladas de cable de acero.

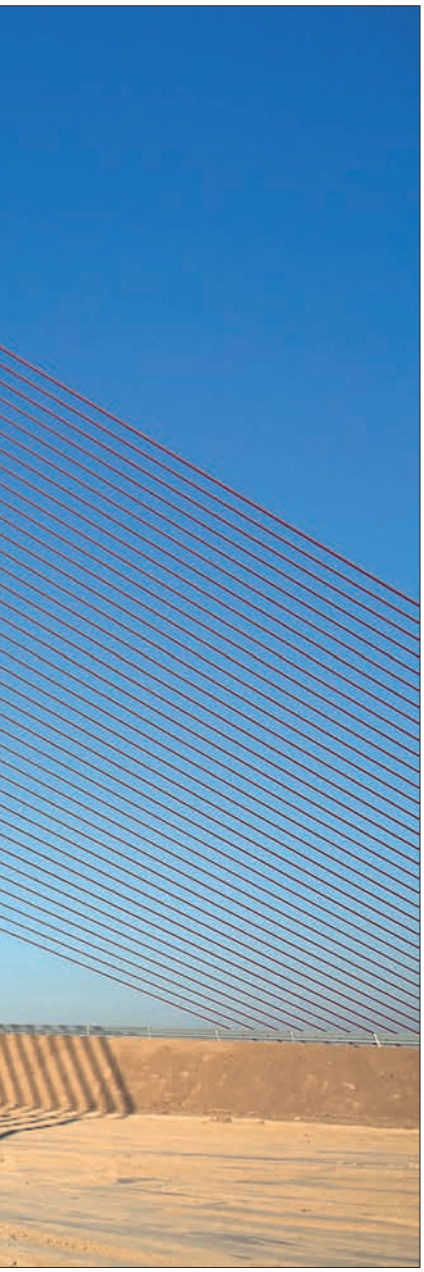
Esbeltez de vértigo

La esbeltez y aerodinamismo del tablero se corresponden con las del pilono inclinado que lo soporta que, con 192 metros de altura y 185 metros de proyección vertical sobre el terreno, ostenta el récord en nuestro país. Su anchura constante de tan solo 4 metros refuerza aún más la rotunda esbeltez de toda la estructura. Está construido en hormigón blanco autocompactante de 70MPa y para fijar los anclajes de los tirantes incorpora una célula interior de acero S-355 cortén de 3x3 metros y 750 toneladas. Esta célula se aprovechó como encofrado perdido, sirviendo de apoyo para levantar los encofrados trepantes distribuidos en tramos de 3 metros de altura. Sus paneles laterales son de mayor grosor (40 mm) que los frontales (30 mm) para reducir las tensiones de trabajo del acero por equilibrio de cargas de los ti-

Puente de récords

- Pila inclinada más alta de Europa (192 metros).
- Pila más esbelta, con una anchura de 4 metros para los 192 de altura.
- Tirantes más largos de España, con una longitud de 405 metros entre anclajes.
- Puente atirantado con tablero más ancho (36 metros).
- Puente atirantado de un solo pilono con más luz de España (vano de 318 metros).
- Puente atirantado de un solo pilono y tablero de hormigón con mayor luz del mundo.









rantes del tablero y retenida, evitando posibles riesgos de deformación en el metal y que, a su vez, puedan afectar al hormigón.

El interior de la célula metálica aloja las placas de anclaje de los tirantes, diseñadas, tras largos estudios de modelización, para transmitir las cargas de la manera más adecuada a sus paneles superiores e inferiores correspondientes y desde allí a las paredes de la célula, donde se compensan con los tirantes contrarios y el recubrimiento de hormigón.

El pilono se asienta sobre un encepado acorde a su singularidad, construido en hormigón gris y con una superficie de 36x32 metros en planta y canto de 6 metros. El encepado se fijó sobre 56 pilotes de 29 metros de profundidad y 2,5 metros de diámetro. La carga máxima en cabeza de pilotes se calculó en torno 1.000.000 kN en estado límite de servicio y, a fin de obtener la distribución más idónea de cargas a todos los pilotes, se dispusieron varias piezas adaptadas como pre-encepado en las uniones con pilono y tablero. ■

El tesado, la clave

La gran elasticidad del puente exigió un exhaustivo cálculo y modelización previos para definir el proceso de tesado de los 152 cables, algunos de más de 400 metros de largo, de que consta su sistema de atirantamiento y, con posterioridad, un no menos riguroso control de cargas en cada momento de obra. El resultado fue un modelo evolutivo que permitió analizar todas las situaciones de la estructura, garantizando su integridad en todas y cada una de las fases de ejecución de obra. Se obtuvo así un procedimiento de tesado que sirvió como protocolo básico a desarrollar durante todo el proceso:

1.- Ejecución de cimentaciones y muertos de anclaje.

2.-Ejecución del tablero sobre pilas provisionales.

3.-Ejecución del pilono hasta la cota del primer cable.

4. Avance en altura del pilono conforme a la instalación de cables principales y de retenida, tesados en torno al 85% de la carga final.

5.-Desapeo del tablero a medida que se tesan cables.

6. Disposición de carga muerta.

7. Pesaje de cables y retesado hasta el 100% de carga definitiva.

A fin de controlar todo el proceso se dispuso de un sistema de instrumentación del puente compuesto por células de carga en cables, bandas extensométricas en tablero y pilono, clinómetros y termómetros en hormigón y acero de tirantes. Se practicaron asimismo seguimientos de las cargas en tirantes mediante pesajes, seguimientos topográficos en diversos puntos de control de tablero y pilono, además de un estricto control térmico en todas las fases del tesado para adaptar las cargas en cada momento a los requerimientos de obra. Para la instalación de cables se aplicó el sistema de monotensión, procediéndose al tesado uno a uno de los cordones de cada tirante mediante gato monocordón, aplicando al principio cargas diferentes a cada cordón para distribuir al final idéntica carga entre todos.

EL PUERTO DE SANTANDER ESTRENA UNA TERMINAL AGROALIMENTARIA QUE LE PERMITE QUINTUPLICAR SU CAPACIDAD DE DESCARGA

Tecnología punta en Raos



PEPA MARTÍN FOTOS: TASA

La nueva terminal agroalimentaria del puerto de Santander, situada en los muelles de Raos, ya está preparada para entrar en funcionamiento. Considerada como una de las más avanzadas del mundo, se calcula que podrá llegar a canalizar el tráfico de más de dos millones de toneladas de cereales al año.

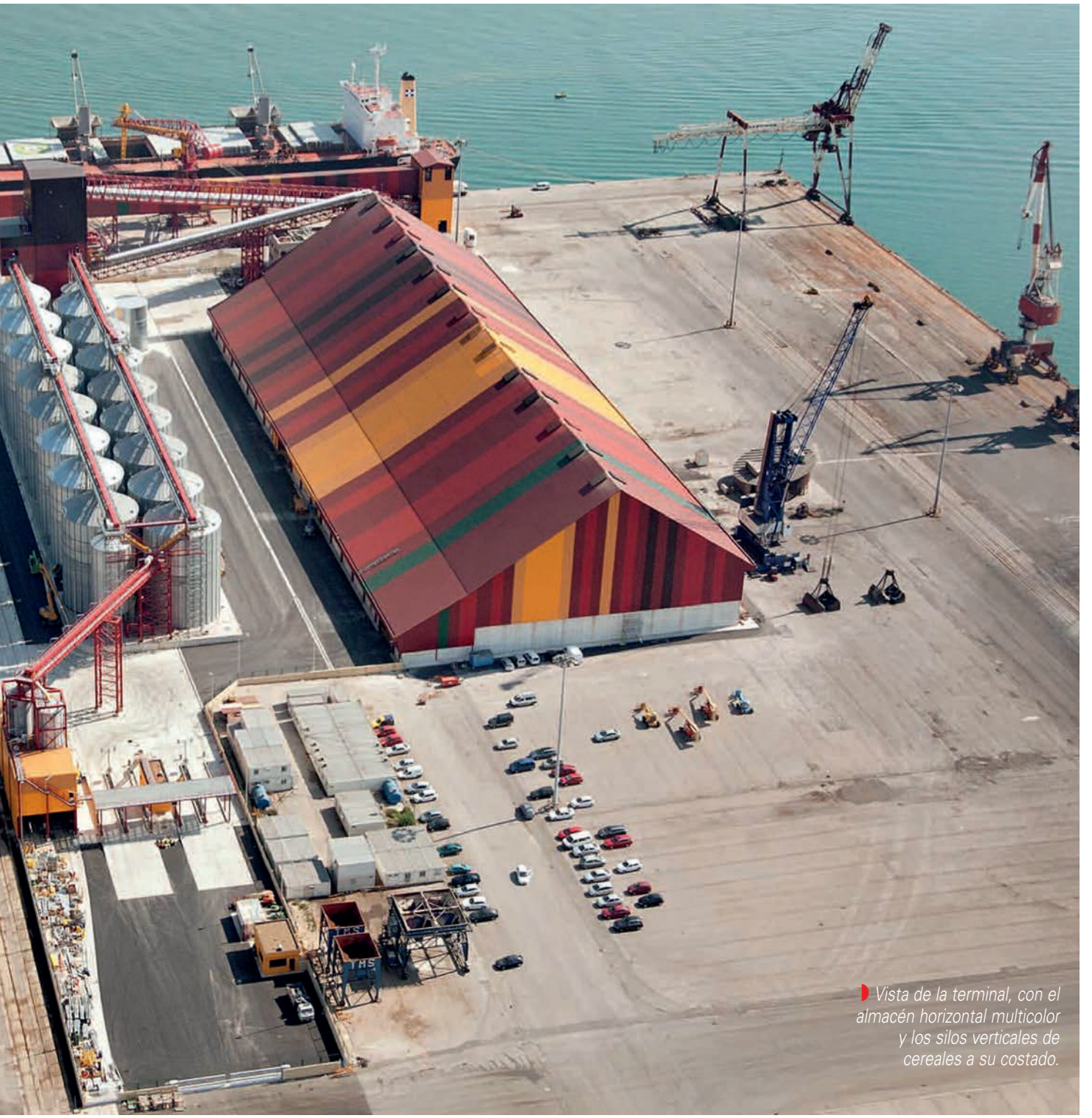
Reforzar el liderazgo y la competitividad en el tráfico alimentario del norte de España, y afianzar el puerto de Santander como punto de paso obligado para la cadena de suministro de la industria agroalimentaria castellano-leonesa. Son los dos objetivos a conseguir con la entrada en funcionamiento de la nueva terminal agroalimentaria cántabra, en la que se han invertido 38 M€. Se trata de un edificio singular, ubicado en una parcela de 33.500 m^2 en el espigón norte del muelle 4 de Raos, que destaca por su volumetría y colores. Ha sido diseñado por el pintor Gómez Bueno.

Con esta infraestructura destinada al almacenaje principalmente de cereales, harinas de soja y colza, y cuya actividad se centrará en la recepción por mar y posterior expedición por carretera o ferrocarril de los granos o harinas a granel, el puerto santanderino multiplica por cinco su capacidad de descarga de graneles agroalimentarios, hasta superar las 28.000 toneladas al día, cuando antes se situaba en las 6.000.

A medio plazo, se calcula que va a permitir duplicar el cerca del millón de toneladas de cereales que anualmente se mueven por los muelles de Raos, lo que significa que en quince años podrán llegar a pasar hasta dos millones de toneladas por la terminal agroalimentaria.

Ya se la considera una de las terminales agroalimentarias más avanzadas del mundo. De hecho, incorpora equipos y sistemas propios que por su carácter innovador han sido registrados como patentes, y está diseñada para gestionar de manera eficiente las operaciones de descarga, desestiba, transporte horizontal, almacenamiento cubierto y recepción y expedición de graneles sólidos agroalimentarios.

Las instalaciones de la nueva terminal comienzan en la zona donde los barcos descargan las harinas y cereales. Para ello, paralelamente al muelle de atraque nº 4, en sentido norte-sur, se han instalado dos cintas transportadoras de producto dentro de una galería metálica visitable, que dan servicio a dos descargadores con capacidad para 600 toneladas de trigo por hora cada unidad. Estos se desplazan sobre carriles a lo largo del muelle y sirven para sacar



Vista de la terminal, con el almacén horizontal multicolor y los silos verticales de cereales a su costado.

el producto de las bodegas de los barcos. En el extremo sur de las cintas transportadoras se ubica una torre metálica, la torre de transferencia, cuya misión es la de realizar la prelimpieza y transferencia de producto desde las cintas de muelle a las cintas inclinadas de alimentación a la torre de pesaje.

Estos elementos (descargadores, cintas de muelle, torre de transferencia y parcialmente la cinta de conexión a la torre de pesaje) quedan localizados en terrenos del muelle fuera del contorno de la parcela de la concesión. El resto de elementos e instalaciones componentes de la terminal han quedado localizados en el interior del límite de la parcela.

Las cintas de alimentación a la torre de pesaje discurren en diagonal con respecto a la parcela y tienen una inclinación aproximada de 15º, para poder verter de esta forma el producto a las tolvas de alimentación de las básculas. En la torre de pesaje, ubicada en el extremo este de las hileras de silos verticales de almacenamiento, se han situado dos básculas de tolva discontinuas.

La transferencia desde el pesaje a los distintos puntos de almacenamiento se realiza a través de dos transportadores de cadenas, cada uno de los cuales recibe el producto desde una báscula de pesaje, y lo distribuyen a las diferentes líneas de flujo.

Para la alimentación a los silos verticales, desde cada uno de estos transportadores el producto se puede transferir al transportador de alimentación de la hilera norte



Con la nueva terminal, el puerto de Santander aspira a competir con otros puertos graneleros del Cantábrico.

o sur de cada alineación de silos. Para la alimentación al silo horizontal de harinas, desde los transportadores que reciben el producto de las básculas, el producto es transferido a una cinta transportadora cabinada inclinada que lo dirige hasta la cinta de descarga en el silo.

Almacenamiento

El espacio de almacenamiento tiene capacidad para 102.000 toneladas de cereales mediante un sistema de doble almacenaje con el que se garantiza la capacidad de la terminal para absorber tráficos que superen los volúmenes esperados, además de aspirar a mejorar la seguridad alimentaria y las condiciones higiénico-sanitarias en el área de influencia del puerto de Santander.

Las instalaciones de almacenamiento se distribuyen en un silo horizontal que ocupa la parte sur de la parcela. Se trata de una nave de estructura metálica en cuyo interior se conforman cuatro celdas de almacenamiento mediante muros de hormigón armado con capacidad para aproximadamente 66.200 toneladas. En el lado norte de la nave se ha construido un pasillo cubierto destinado a la entrada de camiones para su carga mediante pala cargadora para el almacenamiento de harina, y se han ubicado 20 silos verticales metálicos para el almacenamiento de grano.

Alrededor de estos silos se han configurado los viales de tránsito del tráfico rodado de la parcela. Los silos se han dispuesto en dos hileras paralelas con orientación este-oeste, situados al tresbolillo, cada hilera a su vez con ocho silos metálicos de 2.600 toneladas de capacidad cada uno y un silo de cabecera de línea de menor dimensión de 500 toneladas de capacidad, con lo que la capacidad total es de aproximadamente 42.000 toneladas. En la parte sur del área de ubicación de las dos líneas se ha dejado una zona libre para en un futuro poder acometer la ampliación de una nueva hilera de silos.

Recuperar el liderazgo

La construcción de esta instalación ha sido responsabilidad de la sociedad conjunta TASA, formada por el grupo local Gof, propietario de Cobasa, y Ahorro Corporación Infraestructuras, concesionara a la vez de la terminal.

Una apuesta en la que el operador logístico cántabro ha invertido 38 M€ confiando en el potencial de crecimineto del sector agroalimentario de Castilla y León y en la capacidad del puerto santanderino para competir ventajosamente con los puertos graneleros del Cántabrico para abastecer tanto a ese mercado como al de la fabricación de biocombustible.

Hay quien va más lejos y asegura que servirá para que el puerto recupere el liderazgo que alcanzó a mediados del siglo XVIII, cuando la apertura del Camino de Castilla a través de Reinosa colocó a Santander en un lugar privilegiado para el tráfico harinero y el comercio colonial.



Instalaciones de carga

Para la descarga desde la zona de almacenamiento a los camiones o al ferrocarril se han construido dos estaciones de carga, una para cada uno de estos medios de transporte, que disponen de básculas-puente para el control del peso del producto cargado.

La estación de carga de camiones, ubicada en el extremo noreste de la parcela, dispone de cinco puntos de carga independientes automatizados. Para la alimentación a este punto de carga desde los silos verticales se han dispuesto, bajo cada hilera de silos verticales y en galería subterránea,



Autoridad Portuaria de Santander

La tecnología de la terminal reduce las emisiones contaminantes a la atmósfera.

transportadores de cadenas que dirigen el producto hasta dos elevadores de cangilones ubicados en la torre de pesaje.

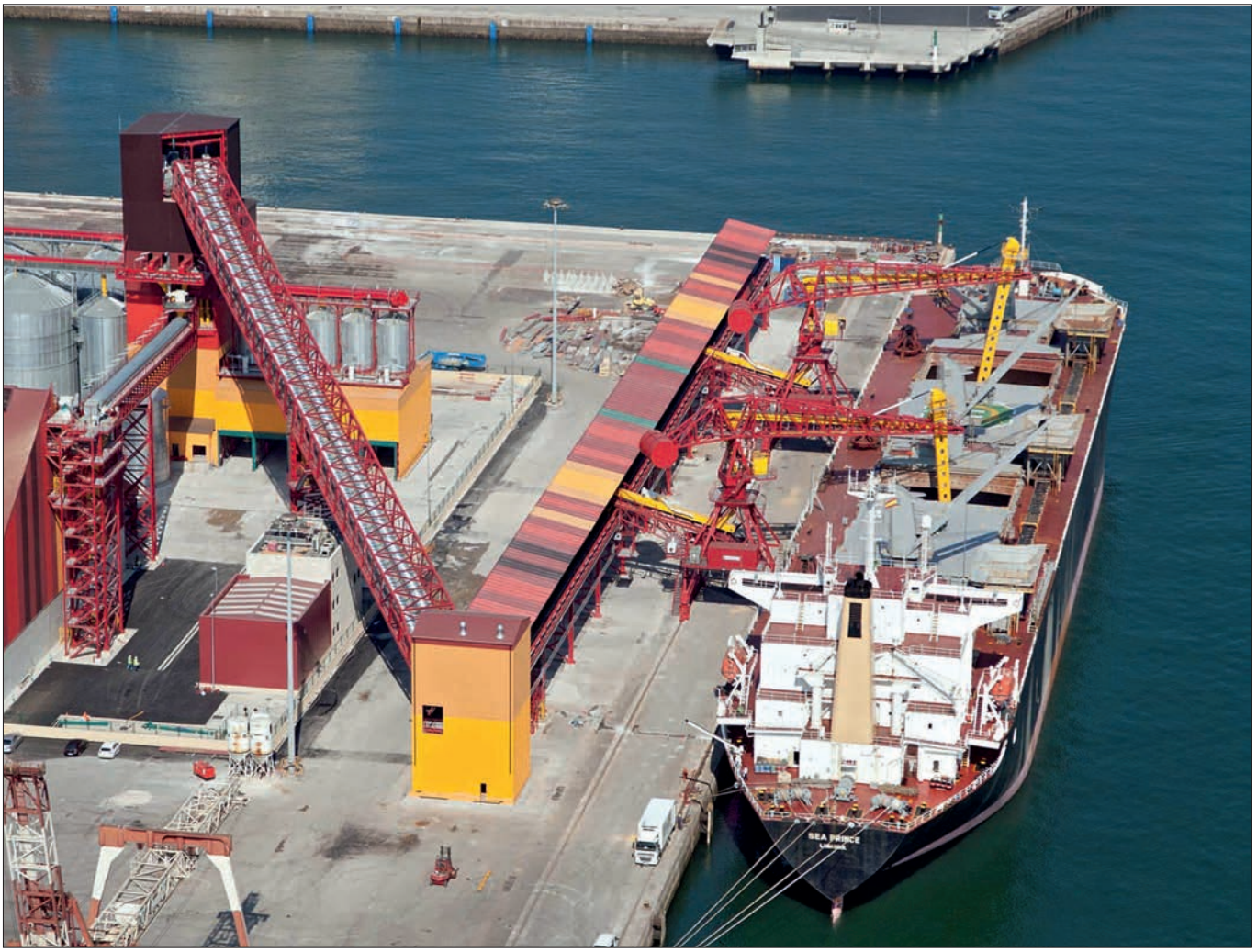
Desde ahí, una vez elevado el producto, se realiza la transferencia a dos transportadores de cadenas que alimentan la estación de carga de camiones. Si la descarga se realiza directamente desde el barco a la estación de carga, los transportadores que reciben el producto de las básculas de pesaje transfieren el producto directamente a los transportadores de alimentación a dicha estación.

La estación de carga de ferrocarril se ubica en la parte noroeste de la parcela. Dispone de dos puestos de carga independientes manuales, y la alimentación a este punto de carga se realiza, por un lado, para la salida, transporte y elevación del cereal, los mismos elementos que para la estación de carga de camiones, y desde los cangilones el producto se transfiere a cualquiera de los dos transportadores de alimentación de las hileras de silos. Una vez ahí, ambos transportadores se conectan por un tercero auxiliar para transferir el producto al transportador de alimentación de la estación de carga de ferrocarril.

Protección medioambiental

El proyecto, desarrollado en un entorno de máxima calidad ambiental, reducirá la generación de gases de efecto invernadero y CO_2 asociados a la operación de descarga, almacenamiento y expedición de las mercancías, proceso que se realizará a través de un sistema de circuito cerrado. Para minimizar las emisiones de partículas se plantea un sistema con descarga mediante cadenas y encapsulado, de tal forma que se erradican los problemas medioambientales que ocasionan los métodos tradicionales.

Se han instalado más de 30 equipos de aspiración y control de emisiones. Todos los puntos de transferencia disponen de filtros de partículas que permiten reducir las emisiones, especialmente de PM10 (partículas de diámetro inferior a 10 micras) presentes en las mercancías agroalimentarias y en el vertido de la descarga de los buques. Al minimizar las emisiones de polvo, derrames de mercancía o la exposición a contaminaciones microbiológicas se aspira a mejorar también la seguridad alimentaria y las condiciones higiénico-sanitarias en el área de influencia del puerto de Santander.



Vista de los dos cargadores, la pareja de cintas de alimentación y la torre de pesaje de la nueva terminal.

Instalaciones auxiliares

Para que la terminal funcione correctamente ha sido equipada con varias instalaciones auxiliares, entre ellas un edificio de oficinas al sureste de la parcela que ocupa la terminal, en el que se han integrado también los talleres para la reparación de la maquinaria rodante y el mantenimiento general de la instalación.

También se han construido dos edificios de transformación eléctrica: el CT-1, ubicado junto al edificio de oficinas, que alberga un transformador de servicios auxiliares de 500 kVA; y el CT-2, situado junto a la torre de pesaje, en el que se encuentran los dos transformadores principales, de 1.250 kVA cada uno.

Otros edificios del complejo son el de compresores de la red de aire comprimido de la terminal, necesario para accionar los elementos neumáticos de los equipos de mecanización y para mantenimiento; el de control de entrada y salida de vehículos y básculas de pesaje, y el de descanso de camioneros. El complejo incluye también las salas eléctricas, tres de ellas en la torre de pesaje a diferentes alturas, y las dos restantes en el cargadero de ferrocarriles y en la torre de transferencia, que albergan los cuartos eléctricos de las citadas zonas.

Por otro lado, también se han construido dos depósitos para 5.000 litros de gasoil y un depósito de almacenamiento de agua para la protección contra incendios, que consta también de un edificio para albergar las bombas que dan servicio a la instalación.

La terminal se encuentra limitada al norte por una línea de ferrocarril, al oeste por un vial, al sur y parcialmente al oeste por zonas del puerto dedicadas a acopios, y al este por el cantil del muelle nº 4 del espigón. Teniendo en cuenta esta ubicación, se ha proyectado el acceso y salida del tráfico rodado a la terminal en la zona noroeste de la parcela, y al norte de la misma el acceso para la línea ferroviaria. Además se han ejecutado cuatro accesos peatonales al norte, sur, este y oeste de la parcela, y un quinto acceso auxiliar para tráfico rodado en el este de la parcela hacia el muelle de carga.

Accesos

Los viales de circulación principales para el tráfico rodado se desarrollan en torno a los silos verticales de almacenamiento de cereal. El acceso de los camiones se realizará por el vial situado entre los silos verticales y el silo horizontal, que dispone de tres carriles de circulación hasta la estación de carga de camiones; su salida se realizará por el vial situado entre los silos verticales y el apartadero ferroviario, que dispondrá de dos carriles de circulación.

Un aspecto que se ha tenido muy en cuenta en el diseño de la terminal ha sido la eficiencia de costes, que se ha introducido en los procesos tanto de descarga como de repercusión de los fletes sobre las mercancías importadas. Esto aportará al puerto cántabro una ventaja competitiva frente a otras instalaciones del norte, cuestión a la que se suman otras tan importantes y que se han cuidado hasta el detalle, como la calidad medioambiental y sanitaria, la trazabilidad de las partidas o la agilidad en la expedición de mercancías vía camión o ferrocarril. ■

Proyecto
Vías de Empleo Verde

La Fundación de los Ferrocarriles Españoles desarrolla en alianza con la Fundación Biodiversidad a través del Program empleaverde el Proyecto "Vías de Empleo Verde", cofinanciado por el Fondo Social Europeo y con la colaboración de las Diputaciones de Cádiz, Jaén y Toledo. Las actividades desarrolladas en el marco de este proyecto pretenden la mejora del empleo y la sostenibilidad de las actividades generadas en torno a las Vías Verdes españolas.

En el proyecto Vías de Empleo verde está prevista la realización de 28 acciones distintas, más de la mitad de índole formativa. Las acciones que se van a realizar son:

- Organización de 15 acciones formativas presenciales
- Dos Jornadas técnicas para el intercambio de experiencias entre los destinatarios, trabajadores y profesionale
- Campañas de Sensibilización en materia de empleo y medio ambiente mediante material divulgativo en papel y on line
- La página web www.viasdeempleoverde.com, donde quedará recogida toda la información del proyecto, donde se emitirá periódicamente un boletín electrónico y se accederá a una RED para el intercambio de experiencia el fomento de trasferencias de buenas prácticas en materia de formación ambiental y fomento del empleo.
- Asesorías presenciales y a distancia para profesionales y trabajadores en la creación de nuevas estructuras de trabajo relacionadas con las Vías Verdes.

Para más información escribenos a empleaverde@ffe.es o puedes consultar toda la información en la Web:

www.viasdeempleoverde.com

PROGRAMA emplea verde 2007-2013

UNIÓN EUROPEA
FONDO SOCIAL EUROPEO
El FSE invierte en tu futuro

Fundación Biodiversidad

Fundación de los Ferrocarriles Españoles

Colabora:

Diputación de Toledo · Diputación de Cádiz · Diputación de Jaén

Acción Gratuita cofinanciada por el FSE

EL PRIMER AVIÓN PROPULSADO ÚNICAMENTE POR ENERGÍA SOLAR CULMINA SU ESTRENO EN VUELOS INTERNACIONALES

Solo con sol

JAIME ARRUZ

Dar la vuelta al mundo con un avión propulsado únicamente con energía solar. Ese es el objetivo del Solar Impulse, el proyecto puesto en marcha por Bertrand Piccard y André Borschberg, dos experimentados pilotos que se han aliado con Altran para llevar a cabo esta iniciativa. Tras culminar con éxito varios vuelos internacionales en Europa, los próximos desafíos son, en 2012, nuevos vuelos intercontinentales; en 2013, las travesías del Atlántico, y en 2014, completar la primera vuelta al mundo con escalas.





El Solar Impulse ha efectuado varios vuelos continentales y se apresta a los primeros transcontinentales.

Solar Impulse/Jean Revillard/Rezo.ch

Este desafío arrancó en 2003 con el estudio de viabilidad llevado a cabo por la Ecole Polytechnique de Lausanne. El 28 de noviembre de ese año, una vez comprobado que esta iniciativa tenía visos de poder hacerse realidad, se anunció el comienzo de su desarrollo, con un presupuesto total de 40 millones de euros y la compañía Altran como pilar básico para su realización. Entre 2004 y 2006 se desarrolló el concepto y de 2007 a 2009 se diseñó y se fabricó un prototipo, denominado HB-SIA y que tenía una envergadura de 63 m y contaba con una cabina no presurizada.

En esos años se pusieron en marcha una serie de vuelos virtuales para evaluar las necesidades de un avión propulsado por energía solar que debía tener autonomía suficiente como para poder efectuar también vuelos nocturnos. Las pruebas fueron posibles gracias a la colaboración de diversos organismos como el Real Instituto Meteorológico de Bruselas (Bélgica) y el aeropuerto de Ginebra (Suiza), así como el municipio de Dübendorf (Suiza).

A principios de 2010, el piloto de prueba profesional Markus Scherdel efectuó los primeros vuelos de puesta a



Solar Impulse/Laurent Kaeser

El Solar Impulse tiene la envergadura de un Airbús A-340 pero pesa solo 1.300 kilogramos.



Solar Impulse/Laurent Kaeser

punto para examinar el ámbito de vuelo en el que podía operar el HB-SIA y certificar su capacidad para realizar vuelos de noche. Así, en abril de ese año se ejecutó un vuelo de prueba sobre Payerne (Suiza), que duró 87 minutos y permitió alcanzar una altura de 1.200 m. El 8 de julio de 2010, el Solar Impulse estableció dos récords mundiales para un aeroplano propulsado por energía solar, uno en cuanto al número de horas, al volar durante 26 horas y 9 minutos, y otro en lo que se refiere a la altura, al alcanzar los 8.564 metros sobre el nivel del mar. A sus mandos estaba André Borschberg, una de las dos cabezas visibles del proyecto.

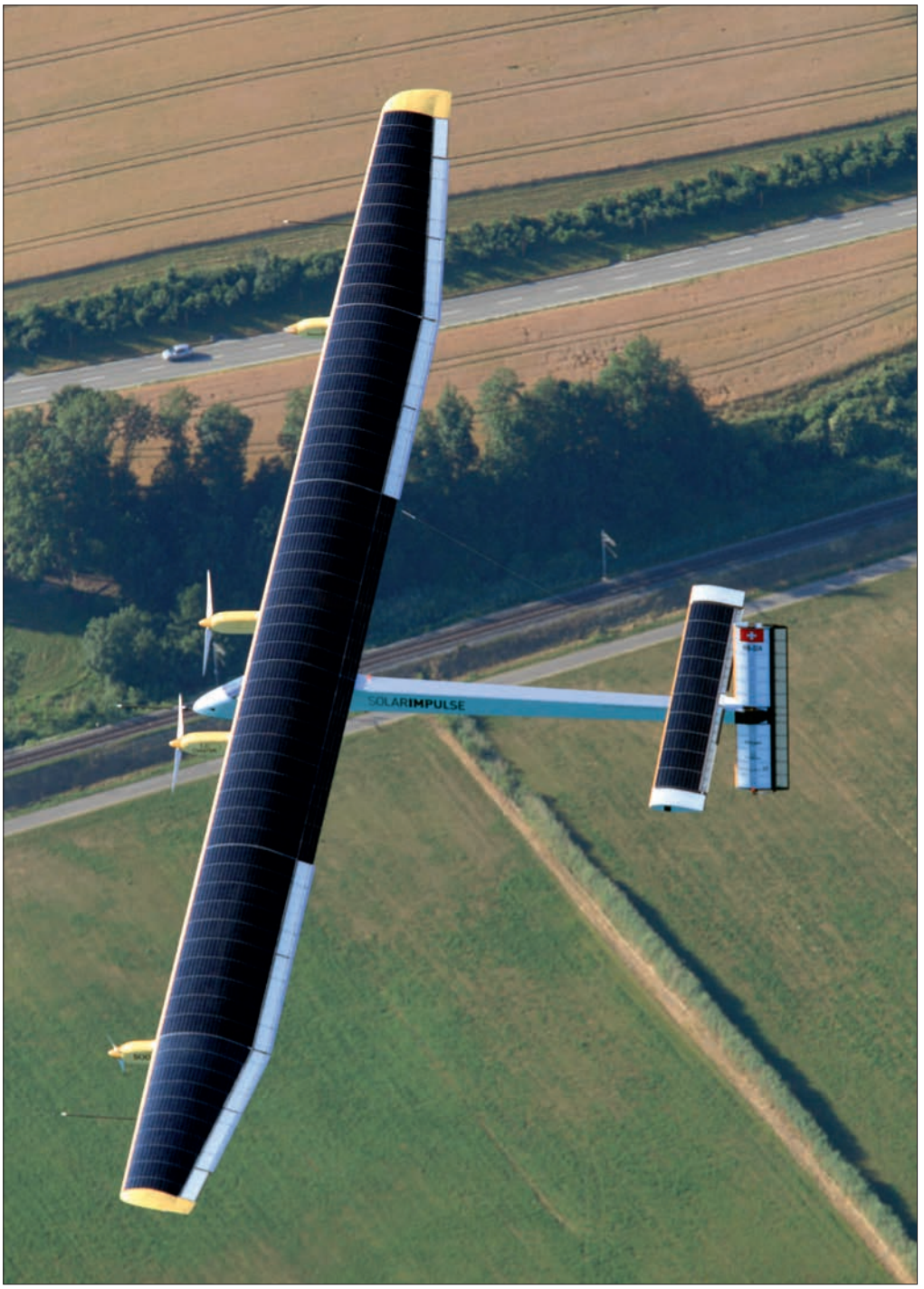
El año 2011 ha sido el del diseño y construcción de un segundo prototipo, de mayores dimensiones, destinado a efectuar vuelos de larga duración, travesías continentales sin escala y el cruce del océano Atlántico. Se denomina HB-SIB. Sin embargo, su predecesor continuó su actividad y fue el que permitió al proyecto Solar Impulse pasar a formar parte de la historia de la aviación al completar el primer vuelo internacional de un avión solar, el 13 de mayo de 2011, recorriendo en 12 horas y 59 minutos la distancia que separa Payerne (Suiza) y Bruselas (Bélgica), de nuevo con André Borschberg como piloto. Así, se convirtió en el primer avión propulsado por energía solar capaz de realizar vuelos tanto diurnos como nocturnos –partió de la ciudad suiza a las 8.40 horas y aterrizó en la capital belga a las 21.39 horas–. El 24 de mayo se presentó en el aeropuerto de Bruselas como una de las principales atracciones de la Semana Verde organizada por la Unión Europea (UE).

A principios de junio, concretamente el día 11, el Solar Impulse intentó llevar a cabo su segundo vuelo internacional. El objetivo era unir las ciudades de Bruselas y París, pero las malas condiciones climatológicas abortaron la misión, ya que la escasez de luz solar hizo que se agotaran sus baterías. Cuatro días después, el día 15, el prototipo sí logró llegar a la capital francesa tras despegar de Bruselas a las 5.10 horas. Tras 16 horas de vuelo, el Solar Impulse aterrizó en el aeropuerto parisino de Le Bourget hacia las 21.15 horas.

El aeroplano solar permaneció sobrevolando París unas seis horas por la formación de corrientes ascendentes desde el suelo que podían generar bolsas de aire capaces de desestabilizarlo y por el elevado tráfico aéreo en la zona del aeropuerto Charles de Gaulle, por donde debía transitar el prototipo. Este vuelo no pudo ser homologado debido a que el 40% de la capacidad de las baterías se recargó con carburante convencional tras la cancelación del primer intento cuatro días antes, como medida de previsión ante nuevas eventualidades climáticas.

El 4 julio de 2011, tras permanecer unos días expuesto en el Salón Aeronáutico de París, el HB-SIA emprendió regreso a casa. Después de despegar del aeropuerto de Le Bourget a las 7.11 horas, el aeroplano solar aterrizó en Payerne a las 19.42 horas, tras 12

Para aligerar peso, toda la estructura del Solar Impulse es de carbono. Las células fotovoltaicas son de silicio cristalino.



Solar Impulse/Jean Revillard/Rezo ch

horas y 31 minutos de vuelo. Esta ha sido la última expedición relevante del Solar Impulse, cuyo objetivo final será dar una vuelta al mundo por etapas en 2014.

Previamente, a lo largo del año 2012 se llevarán a cabo diferentes misiones de varios días, travesías atlánticas y una primera toma de contacto con su gran fin mediante cinco etapas de largo alcance alrededor del mundo. Para realizar la vuelta al mundo en 2014, principalmente por el hemisferio norte del planeta, se trabajará en los próximos meses en incrementar la capacidad de almacenamiento de las baterías. Esto permitirá reducir el peso del aeroplano y que éste pueda transportar dos pilotos.

Características

El HB-SIA, el primogénito del proyecto Solar Impulse, es un avión de 63,4 m de envergadura –equivalente a la de un Airbus A340–, 21,85 metros de longitud y 6,40 metros de altura que pesa 1.600 kilogramos y cuenta con cuatro motores eléctricos de 10 CV cada uno, que tienen un reductor que limita a 400 rpm de rotación la hélice. Ésta es de dos paletas y 3,5 metros de diámetro. Los propulsores eléctricos se alimentan de la energía que se almacena en unas baterías que se recargan mediante las 11.628 células solares que hay en la parte superior del fuselaje, 10.748 sobre las alas y 880 sobre el estabilizador horizontal.

Las baterías son de litio polimérico y tienen 70 acumuladores, además de un sistema de gestión que controla su límite máximo de carga y temperatura de funcionamiento. El aislamiento térmico les permite funcionar a pesar de los 40 grados bajo cero que se pueden alcanzar a la altitud máxima a la que puede volar: 27.900 pies (8.500 m). El Solar Impulse es capaz de volar a una velocidad media de 70 km/h y de alcanzar una velocidad de desenganche de 35 km/h.



La estructura está realizada en fibra de carbono, lo que contribuye a que su peso sea el mínimo posible, igual que los materiales ligeros empleados para construir la cade-



Solar Impulse/Jean Revillard/Rezo ch

El Solar Impulse puede alcanzar 8.500 metros de altitud y soportar temperaturas de hasta 40 grados bajo cero.

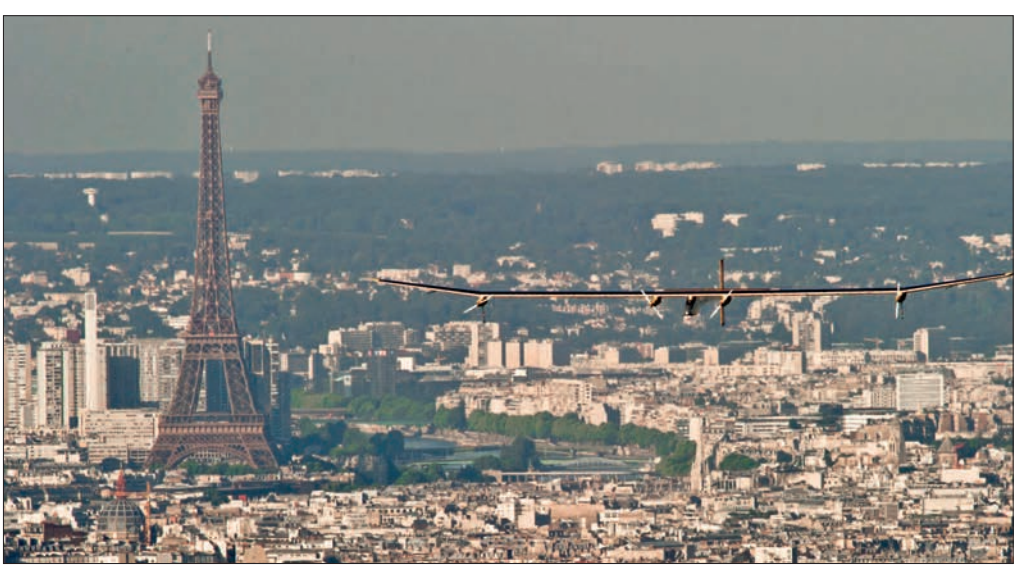
na de propulsión, la instrumentación y el resto de elementos del prototipo. Las células fotovoltaicas del Solar Impulse son de silicio monocristalino de 145 micrones de grosor, lo que combina ligereza y gran capacidad de rendimiento. El equipo de desarrollo valoró la posibilidad de dotarlo con unos paneles solares de mayor capacidad de absorción de energía, pero esto hubiese supuesto un peso demasiado elevado, lo que hubiera perjudicado los vuelos nocturnos.

Debido a que la clave del proyecto es la capacidad de volar cuando no hay luz natural, las baterías tienen una gran capacidad de almacenamiento de energía –tienen una densidad energética de 240 Wh/kg–, lo que repercute en su peso, que alcanza los 400 kg, un cuarto del total del avión. Además de partir del condicionante de su estructura de bajo peso, el Solar Impulse ha sido diseñado teniendo como objetivo el lograr el máximo rendimiento aerodinámico, para lo que dispone de un perfil de ala especialmente concebido para vuelos a baja velocidad. Así, entre las alas y la parte central del prototipo hay 120 nervaduras de fibra de carbono, distribuidas cada 50 centímetros, lo que contribuye a lograr un correcto perfil aerodinámico.

En 2011 comenzó el desarrollo de un segundo prototipo, denominado HB-SIB, de mayor envergadura y con el que, si todo marcha según lo previsto, se acometerá la vuelta al mundo. Las características técnicas son similares.

Equipo y socios

Los fundadores del proyecto Solar Impulse son Bertrand Piccard, psiquiatra, aeronauta y protagonista de la primera vuelta del mundo en globo sin escalas, y André Borschberg, ingeniero, licenciado en Ciencias de la Dirección, piloto de caza y piloto profesional de avión y helicóptero. El Grupo Altran de ingeniería y consultaría en innovación, con presencia en España, es el principal socio de ingeniería, que ha participado en diferentes áreas. Así, creó un simulador de misión que ha permitido definir los distintos parámetros de la aeronave y la mejora de las diferentes opciones tecnológicas y de las estrategias de vuelo, en especial bajo condiciones meteorológicas adversas. También asumió la gestión de proyectos de soporte para asistir al equipo en la optimización de la organización del proyecto, división de tareas, programación y documentación. Y ha participado también en el desarrollo y optimización de todo el sistema eléctrico del avión. Además, la iniciativa de Piccard y Borschberg cuenta con patrocinio y soporte financiero de un nutrido grupo de empresas multinacionales de diferentes sectores, desde el bancario al automovilístico. ■



Solar Impulse/Jean Revillard/Rezo ch

Revista del Ministerio de

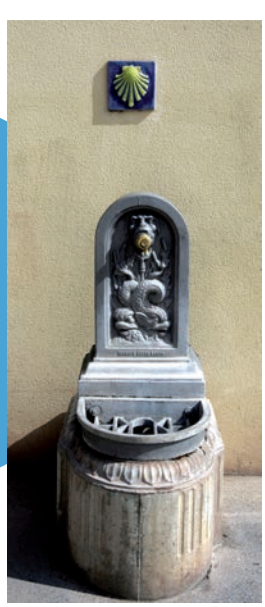
Fomento





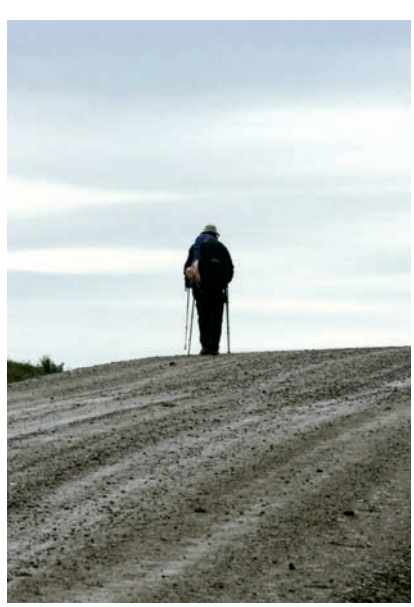
PUENTES, FUENTES Y HOSPITALES EN EL CAMINO DE SANTIAGO

MONOGRÁFICO
JULIO-AGOSTO
2010



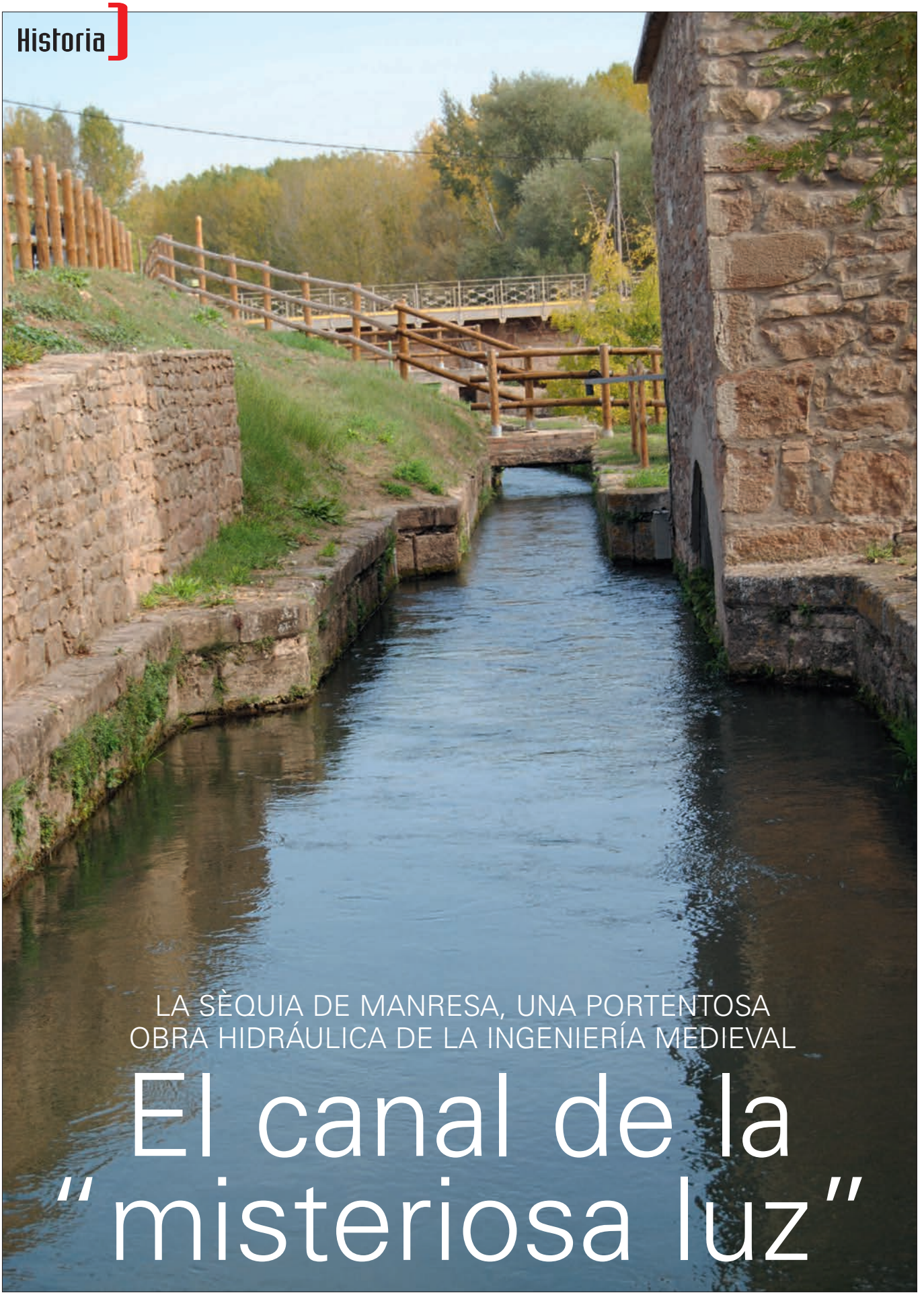






GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

RESERVE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 6478 / 6449
Por fax: 91 597 61 86 (24 horas).
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es



LA SÈQUIA DE MANRESA, UNA PORTENTOSA OBRA HIDRÁULICA DE LA INGENIERÍA MEDIEVAL

El canal de la "misteriosa luz"

El módulo hidrométrico regula el agua derivada del río Llobregat.



La terrible sequía de 1333 impulsó la construcción de la Sèquia. En la imagen, azud en la margen derecha del Llobregat.

JESÚS ÁVILA GRANADOS. (TEXTO Y FOTOS)

Hace ya casi siete siglos del inicio de la construcción de la más ambiciosa obra de ingeniería hidráulica en suelo catalán durante la Edad Media. Se trata de la "Sèquia" (acequia), un canal de 26 kilómetros de longitud concebido para calmar la sed de los habitantes de Manresa y también para el riego de las tierras de labor, una tarea que sigue cumpliendo en nuestros días. Los trabajos se prolongaron durante 44 años llenos de vicisitudes –guerras, epidemias, actos de bandidaje y hasta una excomunión resuelta felizmente gracias a un fenómeno milagroso, conocido como la "Misteriosa Luz"–.

A comienzos del siglo XIV, Manresa era la segunda ciudad más importante de Cataluña, después de Barcelona, y en sus arrabales se respiraba una atmósfera de intensa actividad comercial y artesanal. Fruto de este esplendor fue el aumento de población, la ampliación del perímetro del recinto amurallado, y las construcciones de la Seo (catedral); la iglesia del Carmen, el convento de Santo Domingo, los dos puentes sobre el río Cardener…; todo ello, del más puro estilo gótico. Sin embargo, en 1333, una terrible sequía condenó a la miseria, el hambre y la emigración a buena parte de sus habitantes; las peregrinaciones a Montserrat no sirvieron de nada, y la situación se hizo verdaderamente preocupante. Aquella sequía pasaría a los anales históricos como "lo mal any primer".

Años calamitosos

Y solo tres años después, se produjo otra sequía de igual o peor gravedad que la del 1333. Y, ante tantas calamidades, con la intención por parte de las autoridades de destinar el agua principalmente a los cultivos de regadío, se llegó al año 1339 al borde de la locura colectiva, porque lejos de resolverse, la sequía no cesaba de cobrarse nuevas víctimas. La despoblación seguía incesante, sumando día tras día nuevos abandonos de las tierras y la desaparición entera de familias por la falta de agua para beber.

En la primavera de aquel año, los *consellers* (consejeros) de la ciudad (Bertran de Castellbell, Pere Vilella, Jaume d'Arters, Bernat de Sallent, Jaume Amergós y Berenguer Canet) pensaron en un trasvase de agua, a través de una "Sèquia" –acequia– que proporcionara agua para regar los huertos y, al mismo tiempo, calmar la sed de los habitantes de la ciudad. Pero no tardaron en comprender que el caudal del río Cardener sería insuficiente para las necesidades; y luego se pensó en el Llobregat. El trayecto de este último, sin embargo, distaba varias leguas de Manresa. A pesar de tal inconveniente, se decidió esta última opción porque presentaba tres ventajas de peso: un mayor caudal, respecto al río Cardener y, por tanto, más agua, menor salinidad y la orografía menos accidentada de la comarca, que facilitaba la captación del agua del río Llobregat. La situación en Manresa seguía siendo dramática y el 23 de agosto de aquel año se decidió llevar hasta el monarca el ambicioso proyecto. Pedro III "el Ceremonioso" (IV de Ara-



El canal a su paso por el municipio de Santpedor.

gón) no vio ninguna dificultad y dictó privilegio real a la ciudad para construir la Sèquia, dando libertad de trazado, mientras se indemnizara por los daños a terceros; al mismo tiempo, el monarca concedía protección y ayuda económica a los manresanos, a cambio de algunas exenciones para poder pagar una obra de tal magnitud.

Y esta ayuda económica al pueblo de Manresa se estableció por real mandato en una reducción de cinco mil sueldos de los impuestos que de ella recibía la corona anualmente. Además, el monarca cedía todos los derechos, rentas y dineros procedentes de los beneficios del canal. El rey también permitió la creación de impuestos indirectos sobre las ventas producidas en los mercados locales para la construcción y el mantenimiento de la Sèquia.

Arrancan las obras

Una vez obtenido el beneplácito de Pedro III, los *consellers* de Manresa, tras haber recibido algunas informaciones de expertos en obras hidrográficas llegados de Lleida, Barcelona y del Rosellón, no dudaron en emprender este difícil reto, coincidiendo en contratar al maestro barcelonés Guillem Catà, "alineador de agua" (ingeniero). Catà eligió como ayudantes a los hermanos Simó y Pere de Rodener, naturales de Lleida.

El director de obras no sólo aprobó la decisión de optar por el Llobregat, en lugar del Cardener sino que, tras meticulosos cálculos matemáticos y de todo el entorno geográfico, estableció el punto de arranque de la "Sèquia" en la pequeña presa de un molino harinero situado en el meandro que traza el río a la altura de la colina sobre la que se alza arrogante el castillo de Balsareny. Con ello se conseguía aprovechar aquel pequeño embalse para encauzar las aguas del Llobregat hacia la futura acequia. Mateo Villalonga, el molinero, al enterarse de las importantes obras que iban a llevarse a cabo junto a su presa, informó de inmediato a su señor, el barón Ramón de Peguera, del castillo de Balsareny y propietario de las tierras; el barón no dudó en elevar al monarca los ruegos de una compensación por tales trabajos, y Pedro III ayudó al señor de Balsareny en la restauración y ampliación de su nuevo castillo, en sustitución del viejo torreón andalusí que fue estratégica torre de vigía desde el siglo IX.. Estas obras, llevadas a cabo paralelamente a la primera etapa de la construcción de la "Sèquia", y terminadas en 1368, darían lugar a la fortaleza de planta pentagonal y sin torre del homenaje que hoy admiramos.

Fue a comienzos del otoño de 1339, exactamente el 9 de octubre, cuando se otorgaron los documentos que daban luz verde al inicio del ambicioso proyecto hidrográfico de la "Sèquia". Una tarea de la mayor envergadura, en la cual intervinieron centenares de trabajadores de distintos oficios: maestros de obra, picapedreros, *traginers* (portadores de carros), carreteros y un incontable número de peones que iban abriendo el canal a pico y pala.

La Sèquia arrancaba con una importante presa de madera, junto al antiguo molino harinero, para seguir con un tramo subterráneo, a pocos metros de la orilla derecha del Llobregat y salvando sus primeros obstáculos, que se presentaron a la altura de la rie-



Manresa, con el puente medieval que salva el curso del río Cardener.

ra del Mujal, donde tuvo que levantarse el espectacular puente de Santa María, de tres arcos, que en su parte interior es acueducto y por arriba es viaducto.

Comienzan los problemas

Las primeras grandes dificultades se iniciaron cuando, a finales de 1340, las obras llegaron a Sallent, al sur de Balsareny. Y nada más comenzar las excavaciones en el citado término, compareció un delegado episcopal quien, con documento firmado por el obispo Galcerán Sacosta, prohibía la ejecución de las obras alegando que estaban en terrenos de la Iglesia de Vic. Sacosta, señor jurisdiccional de las tierras de Sallent y obispo de Vic, se oponía al trazado del canal porque el canal ocuparía más terreno de lo pactado.

Los manresanos, no obstante, estaban dispuestos a indemnizar a la Iglesia, con las cantidades que el obispo estableciera, pero este no se avenía a razones. El obispo se quejaba de la gran extensión de terreno que sería expropiado a la Iglesia, y sugería vías alternativas que no le perjudicasen; pero los expertos en nivelación de tierras las rechazaban por inviables. Pero el motivo real del prelado era otro; Sacosta había calculado que, como consecuencia del trasvase, a partir de Balsareny el río Llobregat perdería gran parte de su caudal, y los molinos harineros de Sallent, propiedad de la diócesis, perderían productividad y también sus rentas y beneficios. Los consellers de Manresa no dudaron en ningún momento en aprobar la negociación de compensaciones con el obispo de Vic; sin embargo, este se mantenía firme en su rechazo al trazado del canal.

Se llegó a la primavera de 1341, y todo seguía igual; el pleito se alargaba con idas y venidas, protestas y embajadas ante diversas instancias, sin que nadie cediera en la defensa de sus criterios y derechos. Los obreros, no obstante, continuaban trabajando en la "Sèquia", lo cual llenó de cólera al obispo, quien decidió cortar por lo sano, y decretó una fulminante sentencia de excomunión contra los consellers y jurados de Manresa, y toda la ciudad, así como contra los maestros de obras de la acequia, comenzando por su jefe, Guillem Catà. La sentencia fue proclamada en la basílica de la Seo manresana y la ciudad entera resultó excomulgada.

Los manresanos perdieron el derecho a servicios religiosos, recibir los sacramentos, ni tan siquiera la extremaunción y, lo que era más vejatorio, sus muertos no podían ser sepultados en tierra sagrada. Las misas se celebraban a puerta cerrada de los templos y los manresanos debían seguirlas desde el exterior o desplazarse a poblaciones vecinas. Se les privaba de celebrar procesiones y cualquier manifestación de carácter religioso en la ciudad. Ante esta situación, los *consellers* acudieron al rey, también al arzobispo de Tarragona y al mismo pontífice Clemente VI, pero las gestiones fueron infructuosas…

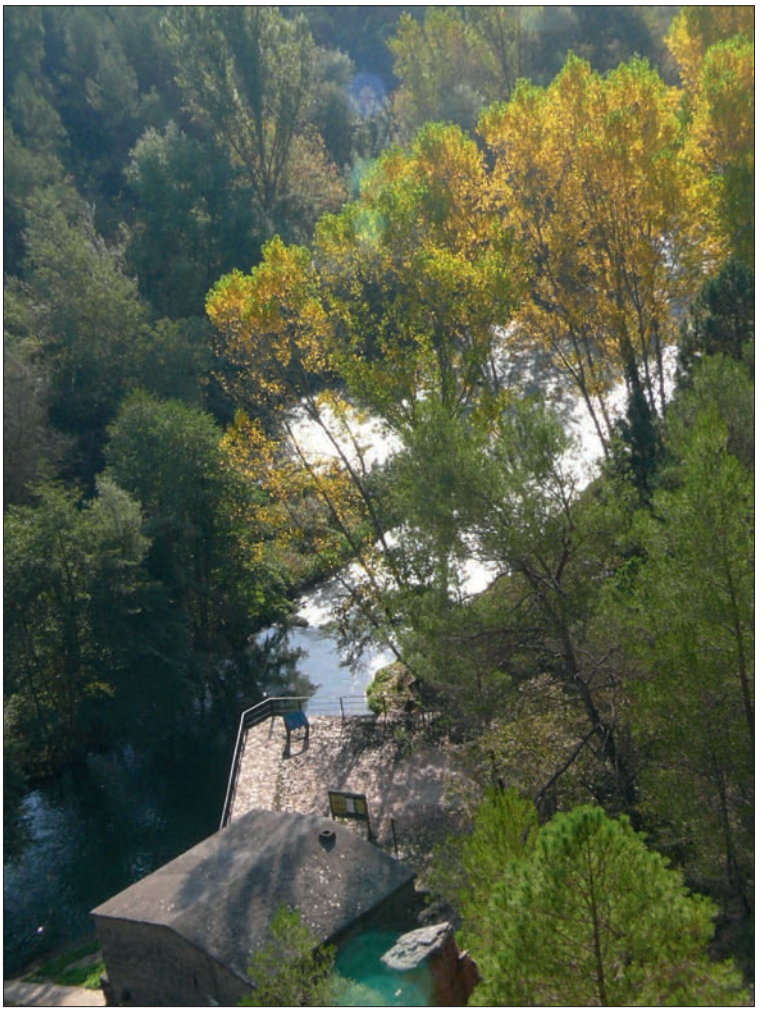
Mientras tanto, y a pesar de los impedimentos eclesiásticos, en 1344 los maestros de obras del canal habían levantado en Sallent el puente de El Vilar, de seis arcos y más de 20 metros de altura, que salvaría el trazado del canal.

Luz que atraviesa el cielo

Entonces sucedió algo insólito: a las nueve de la mañana del 21 de febrero de 1345, un globo de luz resplandeciente "que superaba la luz del sol", según las crónicas, procedente de la monta-



"Pontarron" de piedra que cruza el canal.



Esclusa del canal a vista de pájaro.

ña de Montserrat, se proyectó sobre la fachada de la iglesia del Carmen, en la zona más elevada de la ciudad de Manresa, penetrando en el interior a través del rosetón. Aquel potente resplandor dorado se dirigió hacia el ábside, y en el altar mayor el rayo se dividió en tres haces, de igual tamaño e intensidad lumínica, que llenaron de luz las capillas de la Trinidad y de San Salvador, para después volver a reunirse en una sola luz, que salió al exterior por el mismo ventanal que había entrado, elevándose de nuevo hacia la montaña sagrada de donde había venido, mientras que las campanas no cesaban de repicar solas. Este fenómeno sobrenatural se posicionaba a favor de los manresanos en el conflicto. El prodigio divino fue presenciado por numerosos ciudadanos; el prior del Carmen, que no salía de su asombro, procedió de inmediato a levantar acta de tan singular milagro, por medio del notario Pere de Bellsolà; en el citado documento, guardado celosamente en el Ayuntamiento de Manresa, se cita un total de 83 testigos (29 hombres y 54 mujeres), muchos de ellos pertenecientes a distinguidos linajes de la ciudad.

Enterado sobre el particular el obispo Sacosta, exclamó: "Puesto que Dios, de un modo tan portentoso, se digna conceder su gracia a esa ciudad obrando tan singular misterio, no la tendré por más tiempo excomulgada". Sin embargo, la decisión de liberar a los manresanos de la excomunión no llegó a cumplirla, y su muerte, ocurrida el 5 de abril de 1345 le alcanzó sin haber sabido rectificar, porque mantuvo hasta último momento su oposición a la "Sèquia" y el castigo a la ciudad.

Con el nombramiento del sucesor al frente de la diócesis de Vic, Miguel de Risomà, el 12 de mayo siguiente, cambió la situación. El nuevo obispo, a cambio de grandes compensaciones, levantó la excomunión a la ciudad, pero no fue hasta el 19 de noviembre de aquel año. Poco después, un pregonero de la fiesta cantaba en las calles y plazas de Manresa: "El milagro ha sido que el obispo Sacosta falleciera…".

Pero este no fue el único obstáculo en las obras de la construcción de la "Sèquia". En 1348, la peste negra llevó al cementerio a la mitad de la población de Manresa. Al año siguiente, una crecida del Llobregat arrasó la presa de Balsareny, retrasando notablemente los trabajos, y, lo más

La acequia de Manresa, en cifras

- Longitud del canal: 26 km y 319 m, excavado en terreno natural desde la "Resclosa dels Manresans" (azud), a la altura del castillo de Balsareny, hasta el "Parc de l'Agulla", al NE de Manresa).
- Municipios que atraviesa: Balsareny, Sallent, Sant Fruitós de Bages, Santpedor y Manresa.
- Desnivel de todo el recorrido: 10 m y 630 cm.
- Velocidad del agua: 0,40 m/seg. de media (el agua tarda 14 horas en llegar a Manresa).
- Profundidad media del canal: entre 1,10 y 1,20 m.
- Caudal de concesión: 1.000 l/seg, en origen; y actualmente, 1.250 l/seg.
- Población dependiente del canal: 83.000 habitantes.
- Volumen diario de agua para uso doméstico e industrial: 38.000 m^3.

grave, la sustitución de Guillem Català por el maestro Arnau Martor, en julio de 1350, porque Català consideró que tales destrozos de las crecidas del río se hubiesen podido evitar de haber seguido sus instrucciones.

Finaliza la obra

En 1356, la guerra de los dos Pedros, entre Castilla y Aragón, obligó a Manresa a destinar gran parte de su presupuesto a reforzar y ampliar su perímetro de murallas. Ya sin Guillem Català en las duras tareas de la construcción del canal, los *consellers* de la ciudad movilizaban a ciudadanos para trabajar en la acequia. Al no haber suficiente mano de obra, se mandó forzados a los presos y esclavos, que llegaban fruto de batallas libradas dentro y fuera del país. Por ello, hasta 1376 no se terminaron los brazales que debían distribuir el agua por el término de Manresa, y dentro de su trazado urbano para abastecer el servicio doméstico y también para el riego de huertos de las casas. Una nueva peste, en 1377, puso otra losa en el desarrollo de los trabajos del canal. Pero, por fin, en 1383, el agua cruzó los cimientos de las murallas para bendición de todos, y la "Sèquia", a través de ocho brazales, entraba en Manresa, cuarenta y cuatro años después de iniciarse las obras. Pocos de sus iniciadores tuvieron la dicha de ver culminada esta impresionante obra.

El monarca Pedro III, que tanto amaba a Manresa, estableció los derechos de la ciudad sobre la acequia; Juan II los ratificó; Alfonso IV (V de Aragón), el Magnánimo, puso el canal bajo salvaguarda de la Corona. El emperador Carlos I y su hijo Felipe II, entre otros monarcas, lo confirmaron. En 1808, en plena Guerra de la Independencia, se constituyó la Junta de la Acequia, compuesta por representantes municipales y de los propios usuarios. En 1861 se creó la Junta de Aguas Potables y cuatro años después, Manresa, gracias a la "Sèquia", ya contaba con depósitos de agua de distribución a los domicilios, convirtiéndose en una de las primeras ciudades de Europa en disponer de un sistema de distribución de agua potable. El mantenimiento de esta sorprendente obra se sigue llevando a cabo por los denominados *sequiaires* (conservadores de la acequia).



Lago artificial del Parc de l'Agulla, de Manresa.



El río Llobregat, poco antes de dar vida al canal.

La "Sèquia" es la obra civil más importante de la historia de Manresa; el canal ha dado vida y riqueza a los manresanos y su área de influencia a lo largo de los últimos 625 años. Detrás quedan guerras, conflictos, pasiones, miseria, hambre, peste… y también sobrecogedores y hermosos milagros, como el Misterio de la Luz; pero todo ello ya forma parte de la historia. En torno al trazado del canal, un camino de sirga que facilita su recorrido a pie, y permite la contemplación de los 71 *pontarrons* (puentecillos), que sirven para desviar las aguas de la lluvia..

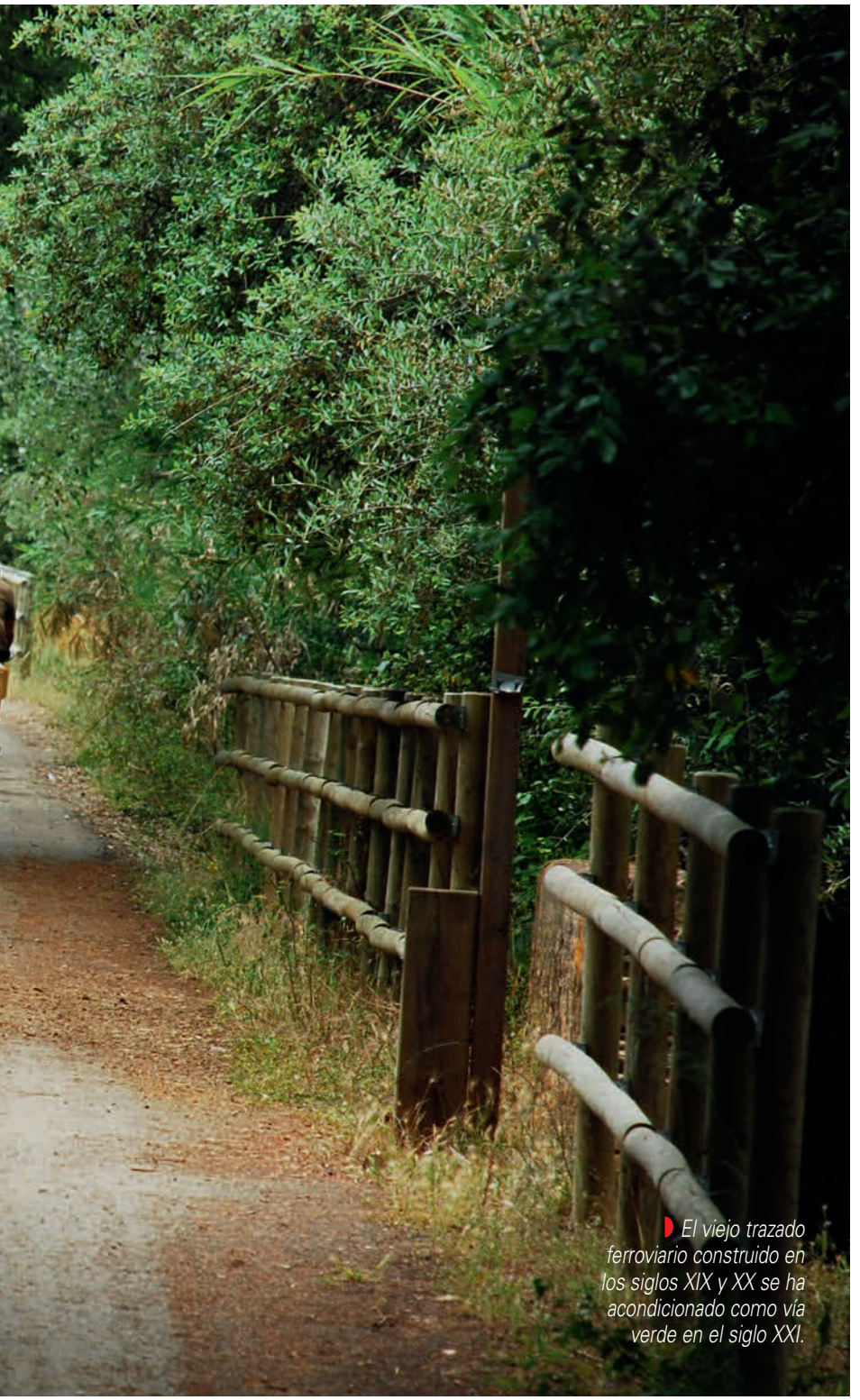
Con el tiempo se han renovado algunos elementos de control hidráulico del canal, como los pequeños azudes, que desvían el agua de la "Sèquia" hacia los torrentes para regular el caudal, o como el módulo hidrométrico, que controla el agua derivada del río. Actualmente, la Junta de la Sèquia y la empresa Aguas de Manresa se hacen cargo de la gestión y el mantenimiento de la acequia. Las aguas del canal se recogen en el estanque de l'Agulla, que, además de una agradable zona lúdica, constituye una importante fuente de reserva, y de aquí pasan a la planta potabilizadora. Con las oportunas modernizaciones, la "Sèquia" continúa suministrando agua potable a la ciudad de Manresa y a otros municipios de esta comarca barcelonesa. ■

El ferrocarril del Tinto



JULIA SOLA LANDERO FOTOS: FUNDACIÓN DE LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES

Hubo un tiempo, a caballo de los siglos XIX y XX, en que las empresas británicas construyeron numerosas líneas férreas de vía estrecha para explotar las minas de hierro y cobre en la provincia de Huelva. Sobre el trazado de una de estas líneas, entre Buitrón y San Juan del Puerto, clausurada en 1969, se ha acondicionado la Vía Verde de los Molinos de Agua, que permite a caminantes y ciclistas compaginar el disfrute de la naturaleza con la evocación de aquella época pasada.



El viejo trazado ferroviario construido en los siglos XIX y XX se ha acondicionado como vía verde en el siglo XXI.



En el mapa de los ferrocarriles de la provincia de Huelva, durante los últimos años del siglo XIX y buena parte del XX, fue creciendo una tupida red de líneas promovidas por las empresas mineras que obtenían permisos de explotación para los ricos yacimientos de la provincia. Por aquellas vías férreas los trenes circulaban con destino a los puertos marítimos y fluviales del sur onubense, desde donde los cargamentos de metales, principalmente hierro y cobre, embarcaban rumbo a los mercados internacionales. Tantas eran las vías y tantos los ramales desplegados para alcanzar cada yacimiento, que Huelva llegó a ser, durante los primeros y bonancibles años del siglo pasado, una de las zonas con mayor concentración de tráfico ferroviario del mundo.

El ferrocarril Buitrón-San Juan del Puerto, convertido en parte de su trazado en la Vía Verde de los Molinos de Agua,



fue el primero de los construidos en Huelva y el tercero entre los ferrocarriles nacionales de vía estrecha, después de los de Sama de Langreo-Gijón y Denia-Carcagente.

Su origen estuvo en la mina de hierro y cobre de Castillo de Buitrón, situada a siete kilómetros al norte de Valverde del Camino. La explotación de aquel enorme yacimiento adquirió su mayor auge tras el desembarco, en 1862, de la compañía inglesa The South Europe Mining Company Limited, que edificó junto a la mina almacenes, oficinas y viviendas para los trabajadores, introdujo maquinaria para mejorar la extracción del mineral y construyó un muelle a orillas del río Tinto, en San Juan del Puerto, para dar salida al mineral.

Durante los años en los que esta compañía explotó el yacimiento, el transporte de minerales se realizaba a base de mulas de carga que avanzaban en lentas e interminables reatas desde la mina hasta la ría de San Juan. No es de extrañar que la escasa agilidad de este método de transporte llevara a la empresa a plantearse la necesidad de proyectar una línea férrea, en aquellas fechas el método más moderno y efectivo, que abaratara costes y aligerara la comercialización de los minerales.

Para construir la vía férrea se creó una nueva sociedad, The Buitrón & Huelva Railway & Mineral Company Limited, que arrendó la explotación a la anterior entidad inglesa y consiguió la concesión del ferrocarril en 1867.



De proyecto a realidad

En la primavera de aquel mismo año arrancaron las obras en San Juan del Puerto, con un costo de 3.747.825 pesetas. Tres años después, el 1 de septiembre de 1870 llegó el primer tren a la mina de Buitrón después de construir, en el último tramo, un túnel y el primer puente de hierro de la provincia de Huelva, que salvaba el arroyo de Los Aldeanos. En total, 48 kilómetros que fueron ampliándose con nuevos ramales, y por los que llegaron a circular 19 locomotoras.

En 1906, nuevamente otra compañía inglesa, The United Alkali Company Limited, creó una filial española, la Compañía Anónima de Buitrón, que compró diversas minas en la provincia de Huelva, y se hizo con la propiedad del ferrocarril Buitrón-San Juan del Puerto junto con todos sus ramales, que por aquellas fechas ya eran numerosos dada la frenética actividad minera desarrollada en las dos primeras décadas del siglo XX.

Años más tarde, la crisis financiera de 1924 propició el cierre de gran número de mi-



nas, lo que provocó también que en 1932 la United Alkali traspasase la propiedad de los yacimientos a la Compañía del Ferrocarril de Buitrón. Diez años más tarde la línea revertiría al Estado, que se hizo cargo de su explotación hasta su clausura en 1969.

Vía Verde

En 2001, la Mancomunidad Campiña-Andévalo firmó un convenio con la Fundación de los Ferrocarriles Españoles de Vía Estrecha para elaborar un proyecto de acondicionamiento de la antigua línea de Buitrón para su uso público como vía verde.

La vía verde se extiende a lo largo de 36 kilómetros que pueden recorrerse a pie, en bicicleta o a caballo entre las localidades de San Juan del Puerto y Valverde del Camino, pasando por Trigueros y a 3 kilómetros de Beas.

La Vía Verde de los Molinos de Agua tiene su origen en San Juan del Puerto, junto a las rojizas aguas del río Tinto, desde donde sigue la huella del ferrocarril minero. Este pueblo, con aproximadamente 9.000 habitantes, tiene una situación estratégica excelente por su conexión por carretera con Sevilla, Extremadura y Portugal, y por su cercanía al río Tinto. Esto favoreció que se convirtiera en uno de los centros de mayor actividad comercial de la provincia. De hecho, ya desde el siglo XVIII contaba con uno de los puertos fluviales más importantes del sur de España.

La vía verde, con firme mixto (asfalto y tierra compactada), discurre por la campiña, bosques de pinos, dehesas de alcornoques y repoblaciones de eucaliptos.



Pervive del viejo esplendor ferroviario la hermosa y peculiar estación de San Juan del Puerto, construida en estilo neomudéjar, al igual que muchas otras infraestructuras ferroviarias levantadas hacia finales del siglo XIX, como las estaciones de Toledo, Plaza de Armas en Sevilla, Aranjuez o Jerez de la Frontera, todas ellas aún en pie.

Desde esta estación el paseante caminará con dirección a la autovía A-49 (Sevilla-Huelva), atravesando la localidad de San Juan del Puerto, interesante por sus marismas y su histórico muelle del Tinto, magnífico reflejo de la importante actividad portuaria que allí se desarrolló.

Siempre en dirección norte, la vía verde atraviesa a continuación parajes llanos dedicados fundamentalmente al cultivo de cereal, hasta el kilómetro 9, donde se encuentra Trigueros, una pequeña población cercana a los cauces de los ríos Tinto y Odiel.



La Vía Verde de los Molinos de Agua se extiende a lo largo de 36 kilómetros, que se pueden recorrer a pie, en bicicleta o a caballo.

Muy cerca de esta localidad, en la finca "La Lobita", se yergue, solitario, el Dolmen de Soto, un monumento megalítico datado en el año 2.500 a. C., en muy buen estado de conservación y uno de los más importantes de la Península.

Una vez atravesado el pueblo por sus serpenteantes y angostas calles blanqueadas, espera al viajero un descenso de 6 kilómetros a través de un entorno más frondoso, con dehesas de alcornoques, eucaliptos y pinos, sobrevolados por grajillas, cernícalos, abubillas y tórtolas.

Beas

Tras un suave y prolongado descenso aparece, en el kilómetro 15, la antigua estación de Beas, de la que no se conservan edificaciones. Esta localidad, perteneciente a la comarca de La Campiña, se encuentra a 3 kilómetros de la vía verde, desde donde se puede divisar, sobre una colina, la iglesia parroquial de San Bartolomé Apóstol, edificio gótico-mudéjar del siglo XVI.

Desde la estación se accede al camino de Nicoba, a través del cual se llega al arroyo Renegoso, cuyo caudal sirvió a numerosos molinos de agua que dan nombre a la vía verde.

Desde aquí la ruta vuelve a toparse con paisajes de pinares y eucaliptos hasta el kilómetro 21, donde se alza el sobrio edificio de la estación de Pallares. Su referente se suma a un nuevo firme teñido de color verde, a veces protegido por trincheras, terreno por el que el viajero discurrirá en este último tramo.

Marcan esta última etapa la estación de El Cuervo, más tarde llamada estación de Los Pinos de Valverde, situada en el kilómetro 29, donde arrancaba otra línea ferroviaria que llegaba hasta las minas de Sotiel; y por último, la localidad de Valverde del Camino y su estación.

Las edificaciones ferroviarias de la estación de Valverde del Camino han sido conservadas y destinadas a otros usos. Así, el antiguo edificio de oficinas y de viajeros se ha convertido en conservatorio de música, mientras que el taller donde se reparaban todo tipo de artilugios ferroviarios se ha destinado a Feria de Muestras. ■

Museo Casa Dirección

Durante la segunda mitad del siglo XIX, el establecimiento de numerosas empresas inglesas que buscaban el cobre y la pirita de la provincia de Huelva dio lugar a la creación de núcleos residenciales con reminiscencias de la arquitectura colonial de ese país, como ocurre en Valverde del Camino, donde se construyeron varias edificaciones, entre las que destaca especialmente la Casa Dirección.

Construida en el año 1912 con cierto aire señorial y un jardín donde perduran los pinos de Flandes y las palmeras, era el lugar de residencia del director de la Alkali United Company, empresa que compró los derechos mineros de la mina de Sotiel. Hoy se ha habilitado como Museo Etnográfico donde, a lo largo de varias salas, se han recreado las actividades más representativas de la localidad, desde la época inglesa hasta hoy. También cuenta con un pequeño anfiteatro al aire libre y un parque ferroviario en el jardín.

www.viasverdes.com

Más información:
Fundación de los Ferrocarriles Españoles

Revista del Ministerio de
Fomento
Febrero 2012 ● Nº 614 ● 3 €



Ampliación del acceso sur de alta velocidad a Madrid

● Actuaciones de conservación en la Red de Carreteras del Estado ● Nuevos tramos de las autovías A-8 y A-38 ● El AVE del desierto

Revista del Ministerio de Fomento

En este número

FEBRERO 2012
Nº 614



Ampliación del acceso sur de alta velocidad a Madrid
Actuaciones de conservación en la Red de Carreteras del Estado · Nuevos tramos de las autovías A-8 y A-38 · El AVE del desierto



FERROCARRIL

2. La nueva puerta del sur. *Duplicación de vías entre Atocha y Torrejón de Velasco para afrontar las futuras líneas AVE a Levante.*

CARRETERAS

10. Recuperando firme. *El Ministerio de Fomento destina 432,1 M€ a la conservación y explotación de carreteras del Estado.*



FERROCARRIL

16. El AVE del desierto. *Adif, Renfe e Ineco participan en la construcción de la primera línea de alta velocidad saudí.*



CARRETERAS

20. Por el Occidente asturiano. *En servicio el tramo Navia-Tapia de Casariego de la autovía del Cantábrico (A-8).*



Y además...

26. En paralelo a la costa. *En servicio el tramo Sollana-Sueca de la autovía A-38 en Valencia.*

32. Puentes de plástico. *Experiencias con materiales compuestos basados en polímeros como alternativa al hormigón.*

38. El lugar que ocupa el saber. *La Biblioteca Nacional conmemora su tricentenario como el tercer mayor depósito bibliográfico del mundo.*

46. El poso del tiempo. *Exposición 'Arquitectura española 1975-2010. +35 años construyendo en democracia'.*

52. El tren del azúcar. *Vía Verde del Tajuña.*

Director de la Revista: Antonio Recuero

Edición: Javier R. Ventosa. **Maquetación:** J. A. Laiz. **Secretaria de redacción:** Ana Herráiz. **Fotografía:** José Caballero. **Archivo fotográfico:** Vera Nosti. **Portada:** Adif.
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor. **Colaboran en este número:** Pepa Martín, Beatriz Rodríguez López y Julia Sola Landero.
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).* **Vicepresidencia:** Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).*
Información de publicaciones del Ministerio de Fomento: 915 976 449 / 78.
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: 161-12-004-1

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

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.



Viaducto del 'by-pass' de enlace entre las líneas de alta velocidad Madrid-Sevilla y Madrid-Valencia, unos 35 kilómetros al sur de Atocha.

DUPLICACIÓN DE VÍAS ENTRE ATOCHA Y TORREJÓN DE VELASCO PARA AFRONTAR LAS FUTURAS LÍNEAS AVE A LEVANTE

La nueva puerta del sur

JAVIER R. VENTOSA FOTOS: ADIF

El Ministerio de Fomento, a través de Adif, prosigue a buen ritmo los trabajos para incrementar la capacidad del acceso ferroviario de alta velocidad a Madrid por el sur (tramo Atocha-Torrejón de Velasco) mediante la duplicación de las actuales dos vías a cuatro, con el objetivo de atender el aumento de circulaciones previsto con la llegada del AVE a Alicante y Murcia. Como parte de esta actuación, ya está listo para su explotación el *by-pass* de Torrejón de Velasco que enlaza las líneas de alta velocidad de Levante y Andalucía sin necesidad de pasar por Madrid, lo que ahorrará hasta una hora de viaje.



Vista del primer subtramo entre Atocha y la calle Pedro Bosch, con el viaducto del Abroñigal en primer término.

El corredor ferroviario de alta velocidad al sur de Madrid, formado por dos vías electrificadas de ancho UIC situadas entre la estación Madrid-Puerta de Atocha y Torrejón de Velasco, presta actualmente servicio compartido a las líneas Madrid-Andalucía y Madrid-Levante, pero la futura entrada en servicio de las conexiones a Alicante y Murcia sobrepasará su capacidad. Por ello Adif acomete los trabajos para implantar una doble vía adicional que duplicará la actual amplitud de la infraestructura, beneficiando a las circulaciones que utilizan dichas líneas y dando respuesta al previsible aumento del número de trenes previsto con la llegada de la alta velocidad a sus dos nuevos destinos en Levante.

Como parte de este proyecto, a unos 35 kilómetros al sur de la capital está ya concluido para su próxima entrada en servicio el *by-pass* sur de Torrejón de Velasco, que permitirá la conexión directa entre las líneas de alta velocidad Madrid-Andalucía y Madrid-Levante sin necesidad de pasar por la capital de España.

Junto al corredor actual

Todas estas actuaciones, relacionadas con la ampliación de la estación Madrid-Puerta de Atocha y el túnel pasante Atocha-Chamartín, se llevan a cabo desde mediados de 2010 junto al corredor ferroviario existente al sur de la terminal ferroviaria, a lo largo de 34,2 kilómetros a través de la provincia de Madrid y, en sus metros finales, de la de Toledo.

Con un presupuesto de más de 302 M€ para la obra de plataforma, los trabajos avanzan de acuerdo al calendario previsto y ya han alcanzado el 75% de ejecución.



Pérgola sobre la línea Madrid-Andalucía, en el subtramo Pinto-Torrejón de Velasco.



Construcción del tablero del viaducto sobre la autovía M-40, de 651 metros, en el subtramo Calle Pedro Bosch-Getafe.

Todo el tramo se construye con características geométricas de alta velocidad, con vía doble de ancho UIC, lo que permitirá velocidades máximas de 220 km/h. La sección tipo de la plataforma es variable, iniciándose con un ancho de plataforma de 13,3 metros y un entreeje de 4 metros, reduciéndose a una anchura de 8 metros, con el mismo entreeje, en la zona ocupada por la antigua línea de Cercanías C-4, pasando posteriormente a 14 y 4,7 metros respectivamente, lo que permite una ocupación reducida de terrenos por donde discurre el trazado. A lo largo del mismo se construyen un túnel artificial, seis viaductos, dos pérgolas y un puesto de banalización.

Ahorros con el *by-pass*

El nuevo *by pass* de Torrejón de Velasco es un elemento decisivo para interconectar directamente las líneas de alta velocidad Madrid-Andalucía y Madrid-Levante, como lo es desde su apertura en 2009 el *by-pass* de Los Gavilanes para enlazar las líneas Madrid-Andalucía y Madrid-Barcelona. Su entrada en servicio permitirá que un pasajero de Valencia o Cuenca que quiera viajar en tren de alta velocidad a Sevilla o Málaga, o viceversa, no tenga que llegar obligatoriamente hasta la estación Madrid- Puerta de Atocha para continuar camino hacia su destino final, sino que ahorrará casi 70 kilómetros de recorrido y cerca de una hora de viaje y de cambio de trenes gracias a la nueva infraestructura ferroviaria, situada a unos 35 kilómetros al sur de Madrid. En concreto, la conexión directa de alta velocidad entre Valencia y Sevilla pasará de las anteriores 4:47 horas a 3:50 horas, mientras que el viaje entre Valencia y Córdoba se realizará en 3:05 horas frente a las 4:02 horas actuales. Los tiempos de viaje de los trenes Alaris, que utilizan un recorrido diferente, se situarán en 7:20 horas para el trayecto Valencia-Sevilla y en 6:01 horas para el Valencia-Córdoba.

Las actuaciones

Las obras del tramo Estación Madrid Puerta de Atocha-Torrejón de Velasco se ejecutan en un entorno muy complejo debido a la proximidad de otras infraestructuras viarias o ferroviarias y por el elevado número de servicios a reponer, realizándose sin interrumpir la circulación de trenes. Las actuaciones se han dividido en cinco subtramos, que actualmente presentan el siguiente estado:

- **Estación Madrid Puerta de Atocha-Calle Pedro Bosch.** El primer subtramo, de 0,8 kilómetros de longitud, con un presupuesto de 13,8 M€, arranca en la cabecera sur de la estación, como prolonga-

Plataforma y viaducto en el ramal de conexión. Debajo, viaducto sobre la autovía A-4, en el subtramo Getafe-Pinto.





ción de la rampa de 30 milímetros procedente del futuro túnel *by-pass* bajo la estación, que enlazará con el túnel de ancho UIC de conexión entre Atocha y Chamartín. En la misma salida de la estación se dispone la nueva plataforma de alta velocidad, cuyo trazado discurre sobre la calle del Comercio y sobre la línea C-5 de Cercanías mediante un viaducto de 129,5 metros de longitud, formado por cuatro vanos con luces que oscilan entre 17,5 y 45,5 metros, con una altura máxima de pilas de 11 metros, según Adif. Consiste en una estructura mixta, formada por celosías de acero corten unidas por vigas transversales y losa de hormigón armado.

A continuación, la nueva línea de alta velocidad ocupa la plataforma que hasta ahora era utilizada por la línea C-4 de Cercanías, ya desmantelada, cuyos trenes entran ahora en Atocha a través de la línea C-3. Esta actuación previa fue necesaria para permitir la construcción de la nueva plataforma.

En este subtramo se ha ejecutado el 76 % de las obras de plataforma. Entre otras actuaciones, se ha concluido ya el mencionado viaducto.

● **Calle Pedro Bosch-Getafe.** Subtramo de 8,7 kilómetros, con un presupuesto de adjudicación de 96 M€, que se desarrolla por un corredor ferroviario urbano y periurbano ya consolidado. El trazado discurre inicialmente en paralelo junto a la doble vía existente hasta la estación de El Abroñigal, donde pasa a ser independiente hasta alcanzar la autovía M-40, punto en el que se desarrolla nuevamente junto a la línea de alta velocidad Madrid-Andalucía en el ámbito del Parque Lineal del



Parte superior del viaducto del by-pass. A la derecha, boca del túnel artificial de Perales del Río, en el subtramo Getafe Pinto.

Manzanares, permitiendo la geometría alcanzar ya velocidades cercanas a 200 km/h.

A la salida de la capital se sitúan tres viaductos casi continuos que constituyen los elementos singulares del subtramo. En primer lugar, el viaducto del Abroñigal, de 145,6 metros de longitud divididos en tres vanos, con las pilas cimentadas mediante pilotes y micropilotes dadas las afecciones con las vías de mercancías próximas. Seguidamente se levanta el viaducto de Santa Catalina, de 430,9 metros, para cruzar sobre la calle Embajadores y sobre las líneas C-3 y C-4 de Cercanías, así como sobre las líneas de mercancías que unen la estación de Santa Catalina con la de Villaverde. Este viaducto se sitúa entre la plataforma de la autovía A-4 y las líneas de alta velocidad, lo que ha constituido un reto constructivo. Se trata de una estructura dividida en tres partes: viaducto (87,9 metros), pérgola (130 metros) y viaducto (213 metros). Los viaductos están formados por dos vigas artesa prefabricadas de hormigón pretensado, mientras que la pérgola se construye a base de vigas tipo doble T. Por último, el viaducto sobre la M-40, de 651,20 metros de longitud, con una geometría particular para reducir la afección a los ramales y las vías de contorno sobre las que se sitúa.

En este subtramo se ha ejecutado el 85% de las obras de plataforma, con importantes avances en la ejecución de los tres viaductos.

● **Getafe-Pinto.** El tercer subtramo es el más largo, con 10,7 kilómetros de longitud, y discurre por los términos municipales de Getafe y Pinto. Su presupuesto de adjudicación se cifró en 74,2 M€. El nuevo trazado reproduce con exactitud la geometría de la línea de alta velocidad Madrid-Andalucía, por lo que se disponen nuevas estructuras para salvar los mismos obstáculos que esta infraestructura: un túnel artificial y tres viaductos, además de tres pasos superiores y cinco inferiores.

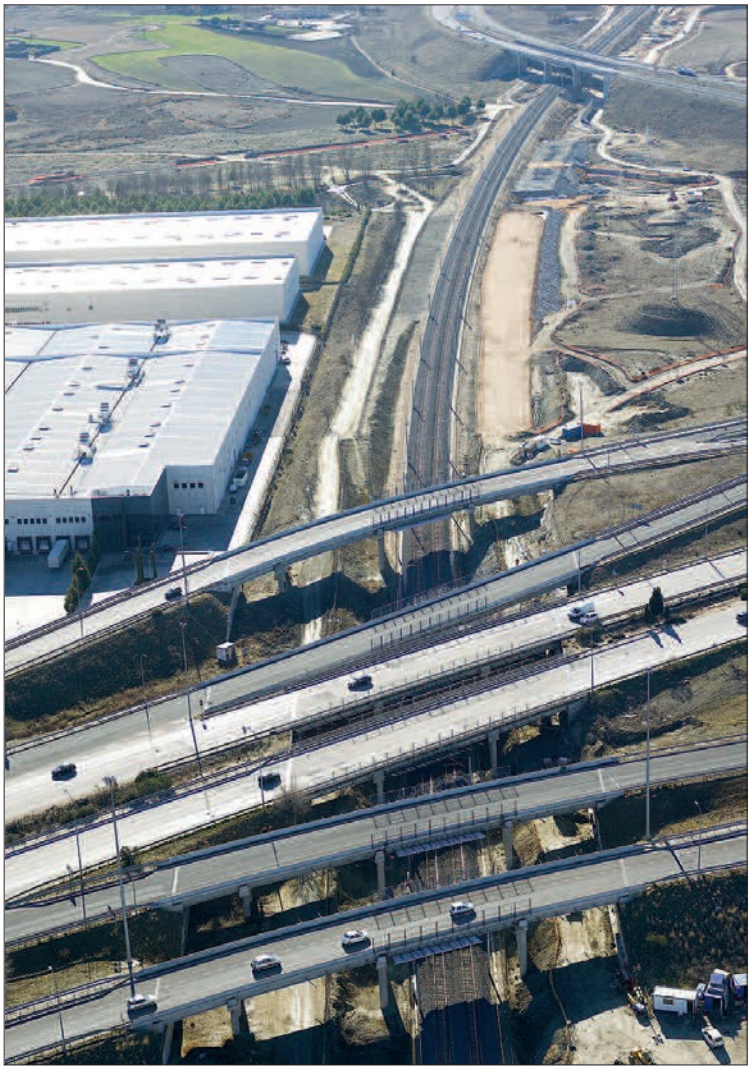
A la altura de Perales del Río se construye el único subterráneo del tramo. Se trata de un túnel artificial de 390 metros de longitud, paralelo al existente, que pretende evitar



Viaducto de Santa Catalina, entre las líneas existentes y la autovía.







La traza discurre bajo seis estructuras del enlace entre la M-50 y la R-4.

Actuaciones medioambientales

Adif ha destinado hasta el 5,25% del presupuesto de construcción del tramo Madrid-Torrejón de Velasco a las actuaciones para garantizar la integración medioambiental de la infraestructura ferroviaria, asegurando el cumplimiento de la Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA). Entre las medidas adoptadas destacan la protección del ecosistema de los ríos, la flora y la fauna del espacio por el que discurre la línea, así como la minimización del impacto paisajístico, sonoro y visual, según informa el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias.

En concreto, está prevista la plantación de casi 39.400 árboles, 230.000 arbustos y 1.384.734 m^2 de hidrosiembra. También se contempla la adecuación de 21 estructuras (entre viaductos y obras de drenaje) como pasos de fauna y la ejecución de 47 mecanismos de escape para la fauna en el vallado perimetral (rampas o puertas). En las zonas con restricciones de parada biológica (de marzo a mediados de junio) se han realizado censos de avifauna. Además, está prevista la instalación de hasta 7.200 metros de pantalla anticolisión para aves.

A la altura de Perales del Río se ha ejecutado un caballón de tierras como pantalla acústica y está prevista la instalación de pantallas acústicas. Para la protección de la fauna y en zonas residenciales se han utilizado pantallas fonoabsorbentes.

Por otra parte, se ha contratado una empresa especializada para verificar la presencia del galápago leproso antes de desviar el arroyo Guatén y, en caso de que así fuera, proceder al traslado de los ejemplares capturados.

Por último, durante todo el movimiento de tierras se ha realizado un seguimiento arqueopaleontológico, en el transcurso del cual se han hallado la quinta esclusa del Canal del Manzanares y el yacimiento calcolítico El Juncal, cuyos restos están siendo estudiados.



Túnel de Perales del Río y pilas del viaducto sobre el río Manzanares, en el subtramo Getafe-Pinto. Debajo, viaducto sobre la A-40.

afecciones a los vecinos de la localidad dada la cercanía de la traza a un núcleo habitado. Dispone de una sección libre de 85,9 metros cuadrados y un radio interior de 6,9 metros.

Para salvar el río Manzanares se construye un viaducto de 69 metros de longitud, una estructura hiperestática prefabricada con sección de viga artesa de 2 metros de canto. Posteriormente se ejecutan otros dos viaductos para salvar la autovía A-4, de 93 metros de longitud, y la línea convencional Madrid-Alicante, de 78 metros. A continuación la traza discurre bajo los vanos de las seis estructuras existentes en el enlace que conforma la autovía M-50 con la autopista radial R-4.



Cerca del 55% de las obras de plataforma de este subtramo ya están ejecutadas. En concreto, ya está finalizada la mayor parte de las obras de los terraplenes y se han terminado uno de los pasos superiores y tres de los inferiores. El viaducto sobre la autovía A-4 está concluido a falta de los acabados y en el viaducto sobre el ferrocarril convencional se procede al montaje del tablero.

● **Pinto-Torrejón de Velasco.** Con una longitud de 7 kilómetros, este subtramo discurre por los términos municipales de Pinto, Parla y Torrejón de Velasco, y su presupuesto de adjudicación es de 46,9 M€. La duplicación de vías, que hasta ahora se desarrollaba al oeste de la línea de alta velocidad Madrid-Andalucía, se bifurca, quedando cada una de las dos nuevas vías únicas adosadas a ambos márgenes de la línea en servicio. Para ello se ejecuta una pérgola sobre la línea Madrid-Andalucía, de 448,9 metros de longitud, que mediante un salto de carnero permitirá la nueva configuración de las cuatro vías, mientras que en sentido Valencia la línea cruza sobre otra pérgola ya ejecutada del trayecto Madrid-Cuenca. En este subtramo también está en marcha la reposición del estacionamiento de Cercanías de Parla.

Actualmente se encuentra ejecutado más del 70% de las obras de plataforma de este subtramo. Una vez finalizada la ejecución de las prelosas y las placas alveolares de la pérgola, se procede a la ejecución



Ejecución de la boca del túnel artificial de Perales del Río, en el subtramo Getafe-Pinto.

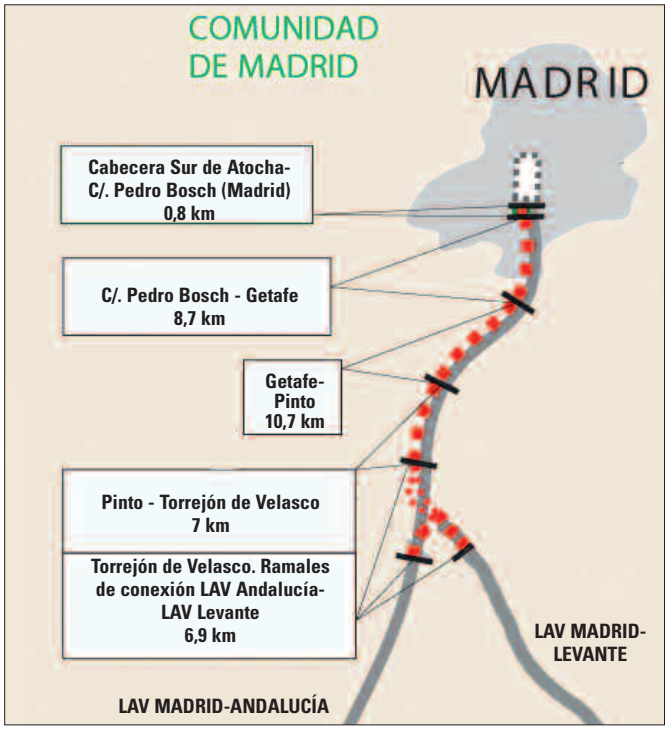
del armado de la losa de compresión. Por otra parte, en el antiguo estacionamiento de Parla se ha desmontado ya la vía, la catenaria, las marquesinas, los andenes y el edificio de la estación.

● **Torrejón de Velasco-Ramal de conexión con la LAV Madrid-Sevilla.** El quinto subtramo discurre por los términos municipales de Torrejón de Velasco (Madrid) y Yeles (Toledo), y su presupuesto de adjudicación es de 71,1 M€. El denominado *by-pass* de Torrejón de Velasco se corresponde con el ramal de conexión de las líneas de alta velocidad Madrid-Levante y Madrid-Andalucía, con origen en el p.k. 40/273 de la primera, en el término de Valdemoro (Madrid), y final en el p.k. 34/397 de la segunda, en el término de Yeles. Se trata de dos vías únicas, contiguas al actual trazado, que enlazan en ambos sentidos, con una longitud aproximada de 5,5 kilómetros cada una.

Los principales elementos de este subtramo son un viaducto de 1.079 metros de longitud, que permite un primer salto de carnero sobre la línea de alta velocidad Madrid-Levante, y una pérgola de 93 metros de longitud, para un segundo salto de carnero sobre la línea Madrid-Andalucía. El viaducto es una estructura dividida en 26 vanos de 40 metros, salvo los extremos, que suman 32 metros, y el décimo vano, que cruza sobre la línea Madrid-Levante, de 95 metros. Su tipología es doble: tableros con sección cajón de hormigón pretensado de 2,7 metros de canto en los tramos de acceso al cruce sobre la línea Madrid-Levante, y estructura mixta formada por un cajón metálico de 2,3 metros de canto y losa de hormigón armado variable en la parte que discurre sobre la mencionada línea. Las pilas son de hormigón armado con cimentación profunda mediante pilotes y se disponen dos pilonos metálicos de 15 metros de altura en el cruce sobre la línea de alta velocidad a Levante.

En este subtramo se ha ejecutado el 75% de la obra de plataforma. Ha finalizado el montaje del esqueleto de vía en el ramal de Levante y se ha terminado la estructura de los cinco pasos inferiores, así como del paso superior existente. En el viaducto en el ramal sentido Sevilla se han ejecutado todos los vanos y se trabaja a buen ritmo en la construcción de la pérgola. ■

DUPLICACIÓN DE VÍAS Y RAMALES DE CONEXIÓN





FOMENTO DESTINA 432,1 M€
A LA CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN
DE CARRETERAS DEL ESTADO

Recuperando firme



DCE Galicia

Obra de bacheo en la carretera N-550 en A Coruña.

R. F.

El Gobierno ha autorizado recientemente la licitación de 19 contratos de conservación y explotación de carreteras de la Red de Carreteras del Estado por un importe acumulado de 432,1 M€. Mediante este impulso económico se llevarán a cabo actuaciones en cerca de 2.400 kilómetros de autovías y carreteras de 18 provincias españoles.

La autorización para licitar este importante paquete de contratos de conservación y explotación de carreteras fue aprobada en dos Consejos de Ministros consecutivos, el 30 de diciembre de 2011 y el 5 de enero de 2012, y constituye una de las primeras medidas de choque para la mejora de la red vial gestionada por el Estado propuestas por el nuevo equipo del Ministerio de Fomento.

Las actuaciones tienen como objetivo principal la mejora del servicio que se presta a los usuarios de las carreteras mediante la defensa de la vía y su mejor uso. En concreto, las obras de conservación y explotación de carreteras a desarrollar consisten en actuaciones de seguridad vial, conservación ordinaria, vigilancia, inspecciones del estado estructural y funcional de las carreteras y de los puentes, la revisión y conservación de los túneles, la defensa del dominio público de las carreteras, así como el resto de los elementos que componen estas infraestructuras.

Desde el punto de vista geográfico, las actuaciones se desarrollarán en 18 provincias de siete comunidades autónomas españolas, y afectarán a un total de 85 carreteras, entre autopistas libres de peaje y autovías, carreteras de doble calzada y carreteras convencionales, siendo las mayoritarias estas últimas.

A continuación se detallan, por comunidades autónomas y provincias, los tramos de actuación previstos en los 19 contratos de servicios para la ejecución de operaciones de conservación y explotación de las carreteras. Los importes no incluyen el IVA.

Andalucía

Se han autorizado cinco contratos para actuaciones en cinco provincias andaluzas. Son los siguientes:

Almería. Importe: 28.895.703,78 € para actuaciones en tres autovías y tres carreteras convencionales. Autovía del Mediterráneo (A-7): tramo Límite Provincia de Granada-Cuesta Colorá, PK 377,400 al 467,900. Carretera N-340: tramo Límite Provincial con Granada-Origen Variante de Adra, PK 377,650 al 383,900. N-340A: varios tramos, PK 383,900 al 463,700. Autovía A-92: tramo Enlace de Tabernas-Enlace 452 Autovía E-15/A-7, PK 375,300 al 392,800. Auto-



Operación de fresado (arriba) y extensión de nuevo firme (debajo) en dos carreteras españolas.





La autovía de circunvalación M-40 madrileña tendrá actuaciones a lo largo de 61 kilómetros.

> Las actuaciones de conservación y explotación se desarrollarán en 18 provincias de siete comunidades autónomas

vía AL-14: acceso al puerto, tramo Enlace 438 de la autovía A-7 al puerto de Almería, PK 0,000 al 2,900. N-347: Acceso al aeropuerto, Enlace 456 de la A-7-Aeropuerto Almería, PK 0,000 al 3,930.

Granada. Importe: 15.600.555,72 €. Actuaciones en dos autovías y cuatro carreteras convencionales. Autovía del Mediterráneo (A-7): PK 302,000 al 314,920, tramo LP Málaga-Taramay; PK 355,000 al 359,000, tramo Castell de Ferro-Castillo de Baños; PK 325,3 al 328,5, enlace GR-14-Enlace A-44; PK 376 al 377,7, tramo Albuñol-Adra. Autovía GR-14: PK 0 al 2,9, Enlace A-7-Enlace N-340. Carretera N-340: PK 314,920 al 355,000, Final A-7-Castell de Ferro; PK 359,000 al 376,000, tramo Castillo de Baños-Albuñol. Carretera N-353: PK 0,000 al 1,800, tramo Enlace N-340-Puerto de Motril. N-323: PK 190,250 al 194,025, Enlace N 340-Puerto de Motril. N-340A PK 302,600 al 314,920, LP Málaga-La Herradura; PK 354,000 al 359,500, Castell de Ferro-Castillo de Baños; y PK 376,000 al 377,600, Albuñol-Límite Provincial Almería.

Cádiz. Importe: 20.212.622,08 € para actuaciones en dos autovías, cuatro carreteras de doble calzada y otras cuatro convencionales. N-IV: del LP Sevilla a la intersección con la N-346. A-4: desde la intersección con la N-346 a Tres Caminos. Autovía A-48: de Tres Caminos a Vejer de la Frontera. CA-31. Acceso Norte al Puerto de Santa María desde la A-4. CA-32: del Puerto de Santa María a Puerto Real. CA-33: de Cádiz a San Fernando. N-346: de la A-4 al aeropuerto de La Parra. N-349: conexión AP-4 con A-4. N-443: de la autopista AP-4 a Cádiz. N-340: de Chiclana de la Frontera a la Barca de Vejer.

Huelva. Importe: 15.384.522,28 €. Actuaciones en una autovía, dos carreteras de doble calzada y cinco convencionales. Autovía A-49: PK 84,000 al 132,860. H-30: PK 0,000 al 8,600 y PK 8,600 al 19,100. Carretera N-442: PK



4,740 al 7,056. N-431: PK 80,000 al 85,000. N-431: PK 89,000 al 109,200, PK 113,300 al 115,600 y PK 119,500 al 134,100. N-444: PK 0,000 al 3,400. N-445: PK 0,000 al 2,900. N-446: PK 0,000 al 1,300. N-447: PK 0,000 al 1,300.

Sevilla. Importe: 28.004.275,98 € para actuaciones en tres autovías y dos carreteras de doble calzada. Autovía SE-30: PK 0,000 (enlace con la A-4) al PK 22,450 (enlace Estadio Olímpico con la SE-020). A-49: PK 0,000 (enlace con SE-30) al PK 31,550 (Límite Provincial con Huelva). SE-020: PK 0,000 (enlace Superporte con A-4) al PK 10,500 (enlace estadio Olímpico con SE-30). N-630: PK 813,200 (enlace Pañoleta con SE-30) a PK 817,300 (enlace Juan Carlos I), PK 821,300 a PK 824,000 (acceso puerto Este de Sevilla), y PK 808,500 a 810,000 (Camas Norte a Santiponce). Autovía de circunvalación SE-40: PK 0,000 al 16,000.

Aragón

El Consejo de Ministros ha autorizado un contrato de conservación y mantenimiento en esta comunidad.

Huesca. Importe: 37.755.265,60 € para actuaciones en dos autovías, una carretera de doble calzada y otra convencional. Autovía Mudéjar A-23. Autovía Lleida-Huesca. Carretera N-240 de Tarragona a San Sebastián y Bilbao. Carretera N-330 de Alicante a Francia por Zaragoza.



Las actuaciones se llevarán a cabo en más de 80 carreteras españolas.

Castilla y León

En esta comunidad se han autorizado cinco contratos para operaciones de conservación y mantenimiento en cuatro provincias. Son los siguientes:

Ávila. Importe: 14.846.095,81 € para actuaciones en dos carreteras convencionales. N-110: PK 262,6 al 352,0. N-502: PK 6,2 al 85,3.

Burgos. Importe: 21.612.189,19 € para actuaciones en una autovía, dos carreteras de doble calzada y otra convencional. A-1. N-1 de Madrid a Irún. N-120 de Logroño a Vigo. N-232 de Vinaroz a Santander. BU-12 Acceso al aeropuerto de Burgos y acceso al polígono industrial de Bayas (Miranda de Ebro).

León. Importe: 50.954.368,61 € (dos contratos) para actuaciones en una autovía y cuatro carreteras convencionales. Autovía del Noroeste A-6: PK 360,750 al 407,300, tramo Folgoso de la Ribera-Villafranca del Bierzo; PK 264,500 al 360,750, tramo Benavente-Torre del Bierzo. N-VI (Madrid-A Coruña): PK 360,000 al 370,000, tramo Torre del Bierzo-San Román de Bembibre; PK 374,800



Las carreteras convencionales serán las vías con mayor número de actuaciones previstas.

al 406,750, tramo Congosto-Villafranca del Bierzo; y PK 276,282 al 360,000, tramo Benavente-Torre del Bierzo. N-120 Logroño-Vigo: PK 426,000al 439,690, tramo Toral de los Vados-Cobas; y PK 313,400 al 347,100, tramo Valverde de la Virgen-San Justo de la Vega. N-120A: PK 344,500 al 346,050, travesía de San Justo-N-120. N-536 León-Ourense: PK 0,000 al 32,200, tramo Intersección con N VI-LP Ourense/León.

Salamanca. Importe: 23.398.615,00 € para actuaciones en tres autovías y cinco carreteras convencionales. Autovía A-50: PK 54,450 al 100,140, tramo LP Ávila/Salamanca-Santa Marta de Tormes. A-62: PK 192,850 al 233,700, tramo LP Valladolid-Enlace polígono Los Villares. Ruta de la Plata A-66: PK 310,120 al 335,100, tramo LP Zamora-Aldeaseca de la Armuña. N-501A: PK 52,300A al 52,800A, Acceso a Peñaranda de Bracamonte. N-620: PK 193,000 al 233,000, LP Valladolid/Salamanca. N-620ª: PK 233,000A al 234,400A, Acceso al polígono Los Villares. N-630: PK 309,400 al 332,200, LP Zamora-Aldeaseca de la Armuña.

Cataluña

Se han autorizado cuatro contratos para la conservación y mantenimiento de las carreteras de las cuatro provincias catalanas. Se trata de los siguientes:



Los contratos incluyen la conservación y revisión de los túneles de los tramos afectados.

Barcelona. Importe: 12.305.453,62 € para actuaciones en una autovía y dos carreteras convencionales. B-24: PK 3,790 al 10,640. N-340: PK 1.201,730 al 1.243,870, desde el límite de la provincia de Tarragona hasta Barcelona. N-340A: Castellet i la Jornal, Olérdola y Cervelló.

Tarragona. Importe: 19.196.084,34€. Actuaciones en una autovía, dos carreteras de doble calzada y una convencional. Autovía del Mediterráneo A-7: del PK 1.121,800 al 1.151,225. N-340: del PK 1.058,440 al 1.151,200. N-235: del PK 10,950 al 13,120. N-340A.

Lleida. Importe: 14.283.399,30 €. Actuaciones en tres carreteras convencionales. N-145: del PK 0,000 al 9,700, desde la intersección con la N-260 (La Seu d'Urgell) hasta la frontera con Andorra. N-260: PK 193,820 al 278,750, del límite con la provincia de Girona hasta el *pont* de la Matraca, cerca de la entrada a Sort. N-141: PK 0,000 al 1,428, de la intersección con la N-260 hasta el límite de concesión del túnel del Cadí (Baltraga).

Girona. Importe: 16.149.931,95 €. Actuaciones en una autovía, dos carreteras de doble calzada y una convencional. Autovía del Noreste A-2: PK 690,300 al 709,000. N-II: PK 682,000 al 779,675, de Tordera (Barcelona) a la frontera francesa. N-156: PK 0,000 a 1,600, Acceso al aeropuerto de Girona-Costa Brava. N-IIA: PK 718,410 al 725,000, de Sarriá de Ter a Sant Julià del Ramís; y PK 0,000 al 9,000, Santa Llogaia d'Alguema, Figueres y Llers.

Galicia

En esta comunidad se ha autorizado un contrato de servicios.

A Coruña. Importe: 14.305.627,50 €. Actuaciones en diez carreteras de doble calzada y en dos convencionales. N-VI: PK 546,4 al 588,2, tramo LP Lugo-San Pedro de Nos. N-VIA: PK 579,3 al 585,4, Queiris-Las Angustias. N-550: PK 3,6 al 57,834, Palavea-Pol. Tambre. N-634: PK 657,3 al 676,7, LP Lugo-Curtis. N-651: PK 0,000 al 30,615, Betanzos-Fene. AC-11: PK 0,000 al 4,169, A Coruña-Int. AC-12. AC-12: PK 0,000 al 7,010, Puerto A Coruña-S. Pedro de Nos. FE-15: PK 0,000 al 3,440, Puerto Ferrol-Enlace San Juan. FE-14: PK 0,000 al 4,757, Enlace Esteiro-Fene. FE-13: PK 0,000 al 3,710, Enlace Gandara-Enlace AC-116. FE-12: PK 0,000 al 3,500, Freixeiro-Río do Pozo. FE-11: PK 0, 000 al 6,200, de la FE-14 a AC-862. N-655: PK 0,00 al 14,893, Acceso al puerto exterior Ferrol.



La inspección del estado funcional y estructural de puentes y viaductos de autovías y carreteras es una de las actuaciones previstas.

Comunidad de Madrid

Se ha autorizado un contrato de servicios para la conservación y mantenimiento de las carreteras de esta comunidad.

Madrid. Importe: 59.969.049,97 €. Actuaciones en siete autovías, una carretera de doble calzada y otra convencional. Autovía de circunvalación M-40: desde el PK 0,000 al 61,130. M-11: desde el PK 1,500 al 10,100. M-12: desde el PK 9,400 al 10,400. M-13: desde el PK 0,00 al 2,100 y desde el PK 6,900 al 9,900. M-110: desde M-12 a zona aeroportuaria (3 km).M-21: desde el PK 0,000 al 5,400. M-22: desde M-21 hasta vía de servicio de la A-2 (1,5 km). M-23: desde el PK 0,300 al 3,300. Avenida de Andalucía desde el PK 9,000 al 12,000. A-5/1: desde el PK 0,000 al 2,500.



Comunidad Valenciana

El Consejo de Ministros autorizó dos contratos de servicios para las carreteras de esta comunidad.

Castellón. Importe: 13.239.837,87 €. Actuaciones en una autovía, cuatro carreteras de doble sentido y una convencional. Autovía del Mediterráneo A-7: PK 274,010 al 284,000. CS-22: PK 0,000 al 11,470, de acceso al puerto de Castellón. N-340: PK 936,154 al 1.000,000 . N-225: PK 18,700 al 23,240, PK 42,700 al 43,603 y PK 48,000 al 51,840. N-340A: PK 969,480 al 971,350 y PK 978,550 al 981,300. Conexión CS-22 con N-225: PK 0,000 al 0,500.

Castellón y Valencia. Importe: 19.254.821,77€. Actuaciones en dos autovías, tres carreteras de doble calzada y una carretera convencional. Autovía del Mediterráneo A-7: PK 284,000 al 298,210. Autovía Mudéjar A-23: PK 0,000 al 62,480. N-340: PK 931,200 al 932,000. N-225: PK 0,000 al 16,270. N-234: PK 0,000 al 3,710; PK 5,982 al 8,325; PK 17,878 al 19,471; PK 20,160 al 21,875; PK 24,948 al 25,530; PK 35,678 al 48,270, y PK 57,180 al 63,630. N-225A: diversos tramos entre los PK 0,000 al 10,950. ■





ADIF, RENFE E INECO PARTICIPAN EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRIMERA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD SAUDÍ

El AVE del desierto

JAVIER R. VENTOSA FOTOS: TALGO

El pasado 14 de enero se formalizó el contrato de adjudicación a un consorcio hispano-saudí de la segunda y última fase del Haramain High Speed Rail, línea de alta velocidad en Arabia Saudí que enlazará las ciudades santas de Medina y La Meca. En el consorcio participan tres empresas públicas dependientes del Ministerio de Fomento (Adif, Renfe Operadora e Ineco-Tifsa) que, junto a otras nueve empresas privadas españolas y dos socios saudíes, aportarán sus tecnologías y conocimientos para hacer realidad en 2014 el denominado AVE del desierto.

El contrato del proyecto Haramain, en su fase II, fue suscrito en Riad por las autoridades saudíes y por representantes del consorcio empresarial adjudicatario Al- Shoula, que agrupa a doce empresas españolas y dos saudíes, en presencia del príncipe Abdallah bin Mishael, de los ministros españoles de Fomento, Ana Pastor, y de Asuntos Exteriores y de Cooperación, José Manuel García-Margallo, y de sus colegas saudíes de Finanzas y Transportes, así como del presidente de la Organización Saudí de Ferrocarriles (SRO), convocante del concurso.

El Talgo 350 Haramain, tren que recorrerá la nueva línea, llevará los colores blanco, verde y dorado.

El proyecto Haramain

El Haramain High Speed Rail (HHR), o Ferrocarril del Oeste, es uno de los proyectos de alta velocidad más ambiciosos que se construyen actualmente en el mundo y permitirá a Arabia Saudí ingresar en el reducido aunque creciente grupo de países que disponen de tren de alta velocidad. Su objeti-





vo es la construcción de una línea de alta velocidad de 444 kilómetros entre Medina y La Meca, las dos ciudades santas del mundo musulmán, que será recorrida en menos de 2 horas y 30 minutos. Su demanda potencial se estima en más de 60 millones de viajeros anuales, con puntas de 160.000 pasajeros diarios en momentos álgidos de la peregrinación, lo que la convertirá en una de las líneas más concurridas del mundo.

La futura línea tendrá los mismos estándares técnicos con que ya cuenta la alta velocidad española, aunque diseñados para adaptarse al elevado tráfico previsto y a las exigentes condiciones del clima y el territorio saudíes: doble vía electrificada de ancho UIC, velocidad comercial de 320 km/h, material rodante (Talgo 350 *Pato*) y sistemas de señalización (Ertms nivel 2) y comunicaciones (GSM-R) de última generación, que requerirán un mantenimiento exhaustivo. A lo largo del trazado contará con dos cabeceras (Medina Central y La Meca Central) y tres estaciones intermedias (Ciudad Económica Rey Abdullah, Aeropuerto Internacional Rey Abdullah y Yeddah).

Fases del proyecto

La Organización Saudí de Ferrocarriles tiene previsto invertir más de 12.000 M€ para la realización de este proyecto, que, dada su magnitud, ha sido dividido en dos fases. La fase I, adjudicada en marzo de 2009 al consorcio franco-chino-saudí Al Rajhi Alliance por 1.320 M€, ejecuta actualmente la obra de plataforma de la futura línea. Ese mismo año se adjudicó también el concurso del segundo paquete de la fase I para la construcción de las cinco estaciones previstas.

La fase II, adjudicada en octubre de 2011 por 6.736 M€ y refrendada contractualmente en enero pasado, correrá a cargo del consorcio hispano-saudí Al-Shoula, formado por doce empresas españolas y dos saudíes. Esta fase incluye la construcción y



Ministerio de Fomento

Los ministros españoles de Fomento y de Exteriores y Cooperación durante el acto de presentación del proyecto a las autoridades saudíes.



Interior (izda.) y cabeza motriz (arriba) del Talgo 350 Haramain, que será customizado según las exigencias de la Organización Saudí de Ferrocarriles.

puesta en servicio, sobre la plataforma ferroviaria, de la superestructura de alta velocidad (electrificación, señalización y comunicaciones), así como el suministro de material rodante, objetivos a cumplir en un plazo de 51 meses; y la explotación y mantenimiento de la infraestructura y los trenes durante 12 años.



La adjudicación del contrato, el de mayor volumen logrado por empresas españolas en el exterior, supone un verdadero hito para la industria y la tecnología ferroviaria de nuestro país, que por primera vez exporta el modelo de alta velocidad implantado en España. Paralelamente, supone una plataforma para futuras licitaciones internacionales de proyectos de alta velocidad en los campos de ingeniería, construcción y montaje de vía, señalización y protección del tren, suministro eléctrico, telecomunicaciones, material rodante o sistemas de gestión del tráfico, que son las especialidades que aportan las empresas españolas del consorcio.

Desde el punto de vista organizativo, la presencia en el consorcio de tres empresas públicas españolas y otras nueve privadas (con una participación conjunta del 88%), además de dos socios saudíes, exigirá establecer mecanismos eficientes de coordinación. Para la ministra de Fomento, este consorcio "es un ejemplo de la excelente colaboración público-privada de nuestro sector empresarial y el Gobierno de España, línea en la que vamos a profundizar", como declaró durante el acto de la firma. ■

Las empresas del consorcio

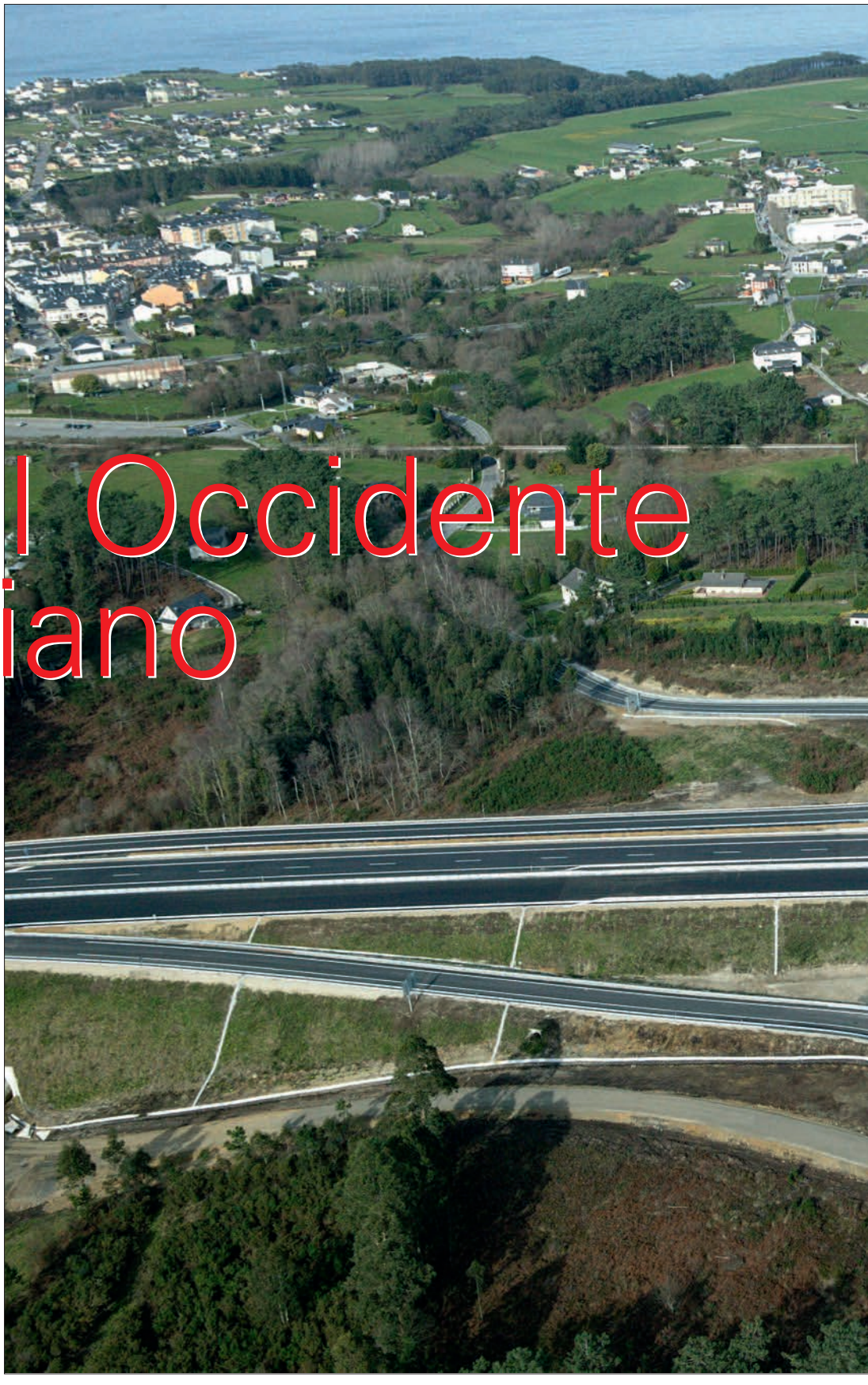
- Adif. Fase de construcción: gestión y control de los proyectos constructivos, integración de las diferentes técnicas implicadas en la construcción. Fase de operación: planificación y programación de la capacidad de la línea, dirección de la circulación, mantenimiento de la infraestructura durante 12 años, gestión de las cinco estaciones y seguridad del ferrocarril.
- Renfe Operadora. Puesta en servicio de trenes y operación comercial de la línea a partir de la entrada en servicio. Desarrollo de planes económico, de operación y de seguridad.
- Ineco-Tifsa. Redacción y dirección de proyectos básicos y constructivos de la superestructura. Control medioambiental de la obra y coordinación de las labores de seguridad y salud.
- Talgo. Suministro y mantenimiento de 33 trenes de alta velocidad Haramain 350 (del tipo Talgo 350), ampliables a otras 24 unidades más.
- Copasa. Obra civil (suministro y montaje de vía y bases de montaje, edificios técnicos).
- OHL. Obra civil (alta tensión, catenaria, vías, bases de montaje).
- Imathia Construcción. Obra civil (bases de montaje).
- Invensys Rail Dimetronic. Instalación de tecnología de señalización y control para la línea (Ertms nivel II, CTC Rail 9000 y enclavamientos electrónicos).
- Indra. Implantación de sistemas de gestión de tráfico ferroviario (plataforma Da Vinci), telecomunicaciones, ticketing y seguridad para la línea.
- Cobra. Obra civil (alta tensión, baja tensión, catenaria).
- Inabensa. Obra civil (alta tensión, catenaria).
- Consultrans. Realización de proyectos (gestión proyecto durante la fase de operación, gestión financiera y supervisión).
- Al Rosan. Constructora saudí. Obra civil.
- Al-Shoula. Asistencia y coordinación.

EN SERVICIO EL TRAMO NAVIA-TAPIA DE CASARIEGO DE LA AUTOVÍA DEL CANTÁBRICO (A-8)

Por el Occidente asturiano

JAVIER R. VENTOSA
FOTOS: DCE ASTURAS

El Ministerio de Fomento ha abierto al tráfico el tramo Variante de Navia-Tapia de Casariego de la autovía del Cantábrico (A-8), de 11,9 kilómetros, uno de los más largos de esta gran infraestructura en el Occidente de Asturias. Su entrada en servicio mejora las comunicaciones en esta zona y con Galicia, y supone un nuevo impulso en la construcción de esta estratégica vía vertebradora de las comunidades bañadas por el mar Cantábrico.



Los automovilistas y transportistas ya pueden circular desde el pasado 4 de febrero por el tramo Variante de Navia-Tapia de Casariego de la autovía del Cantábrico (A-8), que añade 11,9 kilómetros a esta infraestructura estratégica para la conexión del Principado de Asturias con las redes transeuropeas de transporte y para la vertebración de la cornisa cantábrica. El Ministerio de Fomento ha invertido 77,1 M€ en esta actuación.



Enlace de La Caridad, con tipología de diamante, situado en la parte central del trazado, que discurre en paralelo al Cantábrico.

La apertura del nuevo tramo supone una sustancial mejora para las comunicaciones viarias del Occidente asturiano, ya que da continuidad a los tramos ya en servicio de la autovía A-8 en Asturias y en Galicia, permitiendo a los automovilistas circular por esta vía de gran capacidad de forma ininterrumpida entre la localidad lucense de Lourenzá y la naviega de Polavieja, es decir, a lo largo de alrededor de 60 kilómetros, lo que acerca un poco más a ambas comunidades autónomas y a los vecinos del Occidente asturiano del centro del Principado astur.

La nueva infraestructura permite una disminución del tiempo de desplazamiento entre las villas costeras de Na-



El trazado incluye 14 pasos superiores y cuatro viaductos.

via y Tapia de Casariego, que antes se realizaba en cerca de 20 minutos y ahora se ha reducido prácticamente a la mitad. Como consecuencia de ello, el nuevo tramo de autovía ha comenzado a captar ya los tráficos de largo recorrido que antes circulaban en esta zona por la carretera nacional N-634 (según datos de 2010, esta vía soportaba a diario 12.300 circulaciones en este tramo, de ellas un 14% correspondientes a tráfico pesado), con una notable mejora de la seguridad vial en poblaciones como Cartavio, Valdepares, Serantes o Salave, donde existían cruces al mismo nivel en la mencionada carretera en los que se registraban accidentes. El nuevo tramo, en fin, también supone una mayor comodidad para los usuarios.

Características

El nuevo tramo de autovía discurre en sentido este-oeste al sur de la actual carretera N-634 por los concejos de Tapia de Casariego, El Franco y Coaña. Su origen se sitúa en el enlace de Tapia de Casariego, en el extremo occidental, y el final en el pun-





El viaducto sobre el río Porcía, de 236 metros de longitud, se ha insertado de forma armoniosa en un entorno natural protegido.

to de conexión con la Variante de Navia, en el enlace de Jarrio. En total, el tronco mide 11,9 kilómetros, aunque la longitud total incluidos los ramales asciende a 14,8 kilómetros.

Con un radio mínimo de 1.000 metros y una pendiente máxima del 4%, la sección tipo básica del tronco de la autovía se compone de dos calzadas de 7,00 metros de anchura, en las que se alojan dos carriles de circulación de 3,50 metros, con arcenes exteriores de 2,50 metros y los interiores de 1 metro, siendo la anchura de la mediana de 4 metros. La velocidad de proyecto es de 100 km/h.

Para incardinarse en el territorio de la autovía el tramo dispone de tres enlaces, de los cuales en esta obra se ha actuado en dos. En los dos extremos se sitúan los enlaces de Tapia de Casariego (construido con anterioridad, que ahora se ha puesto completo en servicio), que conecta con el territorio en esta villa, y el de Jarrio (parcialmente en servicio con anterioridad), que conecta con la zona urbana de Navia y el valle del Navia.

En el centro del trazado se sitúa el nuevo enlace completo de La Caridad, que conecta con esta villa y con todas las poblaciones al sur de la misma. El enlace entronca directamente con la carretera FR-1 La Caridad-Rozadas y, mediante un vial de conexión de 560 metros de longitud, con la carretera N-634. Este nuevo enlace presenta tipología de diamante, con paso inferior para la vía secundaria y

Un viaducto singular

El río Porcía, que delimita los concejos de Tapia y El Franco, se ubica en un entorno natural de gran belleza y riqueza de flora y fauna (nutrias, salmones y reos surcan sus aguas de excepcional pureza) que ha merecido su consideración como Lugar de Interés Comunitario (LIC) para preservar su conservación. La inserción de la autovía del Cantábrico en este ecosistema ha exigido la adopción de importantes medidas preventivas y correctoras del impacto ambiental, entre las que figuran las relativas al viaducto que sobrevuela el río. Esta estructura, con 11 pilas en el proyecto original, redujo su número a tres para causar el menor impacto posible en el entorno. También el sistema constructivo elegido, por medio de empuje desde uno de los extremos, evita afecciones al río. Incluso se ha tenido un especial cuidado tanto en su diseño, con un tablero realizado con un gran equilibrio entre las dimensiones del cajón, de los jabalcones y de los voladizos, como en su terminación, que va desde la calidad visual de los hormigones a la elegancia del marfil con que se pintó la estructura metálica. Este equilibrio se acentúa por el diseño de las pilas, el cuidado de las luces y de las alturas de las mencionadas pilas sobre el valle, lo que consigue una inserción armoniosa del viaducto en el paisaje circundante





Viaductos sobre el arroyo Caballeiros (124 metros de longitud) y sobre el barranco de la Rebollada (302 metros).

El avance de la A-8

La A-8, la vía de gran capacidad que ya vertebra en su mayor parte las comunidades de la cornisa cantábrica, continúa su proceso de construcción en Galicia, Asturias y Cantabria (en Euskadi ya está concluida), aunque su finalización se vislumbra cada vez más en el horizonte. Actualmente todo el itinerario de 436 kilómetros entre el límite provincial Cantabria/País Vasco y Baamonde (Lugo) está abierto al tráfico salvo en nueve tramos aún en ejecución, que suman casi 86 kilómetros. En Galicia se puede circular por el 79% del trazado de la autovía, restando por abrir 18 kilómetros de los tramos Mondoñedo-Lindín, Lindín-Careira y Lourenzá-Mondoñedo, este de próxima apertura. En el Principado de Asturias está en servicio el 80% del trazado de la autovía, quedando en ejecución cuatro tramos, dos en la parte occidental –Muros de Nalón-Las Dueñas (de próxima apertura) y Otur-Villapedre– y otros dos en la parte oriental –Pendueles-Llanes y Unquera-Pendueles–, que totalizan 41 kilómetros. Y en Cantabria el itinerario de 141 kilómetros de la autovía está a falta del trayecto entre Torrelavega y Solares (dos tramos), de 28 kilómetros.

sendas glorietas en ambos márgenes de la autovía. La glorieta norte tiene cinco brazos y la sur, cuatro. La vía de conexión acaba en la mencionada N-634 a través de otra glorieta.

Estructuras

A lo largo del trazado se han construido cuatro viaductos, 14 pasos superiores y cinco pasos inferiores para permitir el cruce de la autovía con la red viaria local y para salvar dos interferencias con la línea ferroviaria de Feve Ferrol-Gijón, así como 35 obras de drenaje. También se ha construido un área de servicios en La Rasa.

El viaducto de la Rebollada, de 302 metros, es el más largo del tramo. Construido para salvar un barranco, consiste en dos estructuras gemelas de 9 vanos, cuya máxima luz es de 37 metros, y tablero formado por vigas de cajón prefabricadas sobre pilas ejecutadas *in situ* que se asientan sobre cimentación superficial.

De similar tipología es el viaducto de Caballeiros, que salva el arroyo del mismo nombre mediante una estructura de 124 metros, distribuida en cuatro vanos con luces de 37 metros en el centro y de 25 metros en los vanos extremos. Otro viaducto, el de Miudes sobre el arroyo homónimo, se compone de dos estructuras gemelas con una longitud total de 173,7 metros, repartida en cinco vanos de 35 metros de luz máxima. Consta de sendos tableros construidos con vigas prefabricadas artesas.

El viaducto sobre el río Porcía, que salva el río y el LIC (Lugar de Interés Comunitario) del mismo nombre, es el elemento más singular del tramo. Se trata de una estructu-



El enlace de Jarrio, en Navia, situado en uno de los extremos del tramo, ha entrado completamente en servicio con esta obra.

ra de 236 metros de longitud, dividida en cuatro vanos con una luz máxima de 80 metros, pilas ejecutadas *in situ* y tablero mixto formado por un cajón metálico y por una losa de hormigón apoyada sobre el cajón. El tablero, de 26 metros de anchura, se eleva a una altura máxima de 35 metros sobre el río Porcía.

Integración ambiental

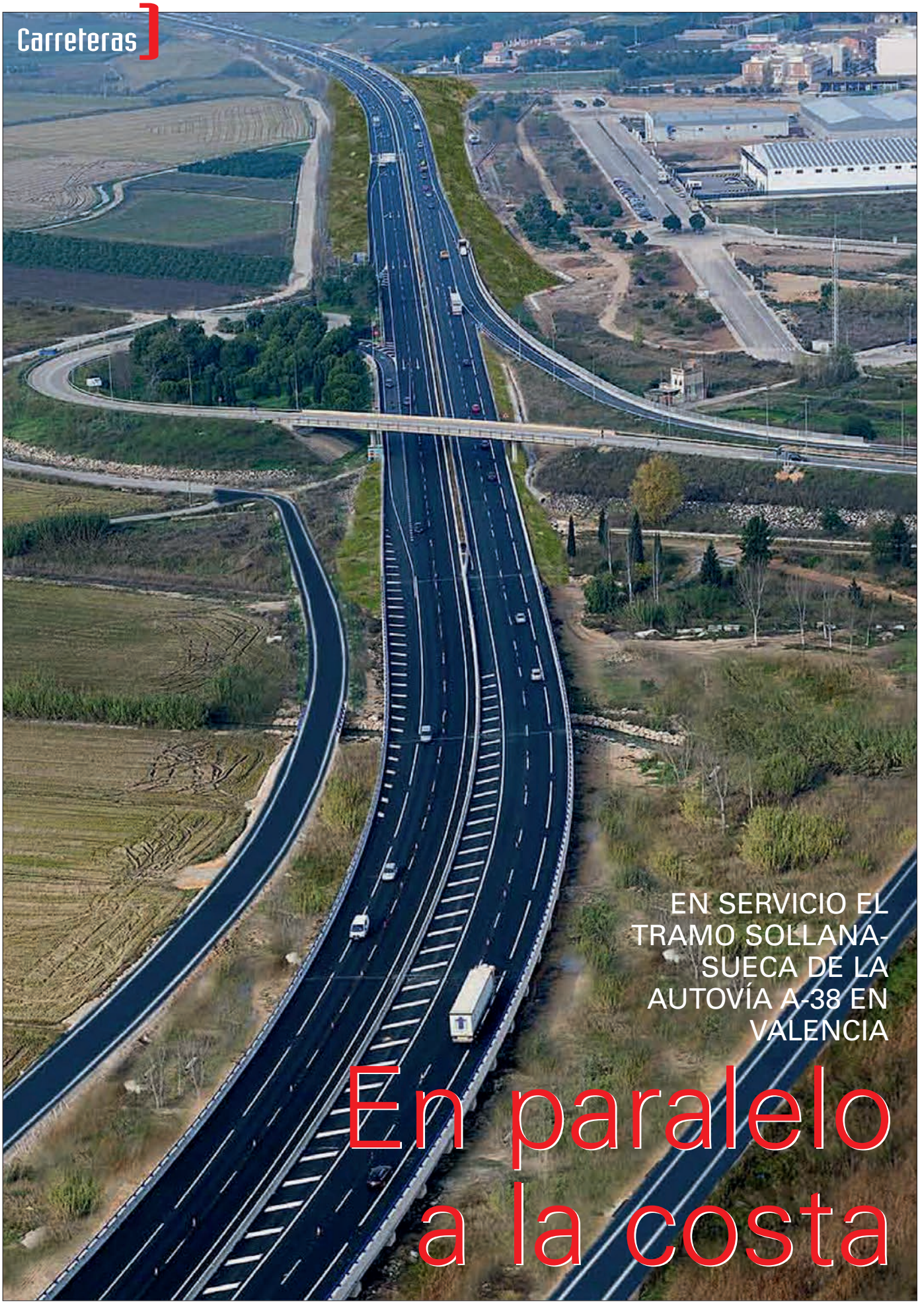
Como actuaciones ambientales, cuyo presupuesto ha ascendido a 1,7 M€, destacan la realización de siembras e hidrosiembras (más de 511.000 m^2) y la plantación de especies autóctonas (más de 134.000 unidades), como medidas correctoras para desmontes y zonas de préstamos y vertederos, así como el extendido de tierra vegetal en los taludes.

También se han instalado pantallas acústicas de hormigón para la prevención por la afección por ruido en las inmediaciones del viaducto de Miudes y en las zonas de la Ronda y Carbexe. En total, se han colocado 820 m^2 de pantallas de 2,5 metros de altura y otros 502 m^2 de 3 metros de altura. Para evitar el efecto barrera de la nueva infraestructura se han ejecutado obras de drenaje con pasos para fauna y se han colocado puertas de escape a lo largo del trazado.



La traza de la autovía se inserta en el verdor del paisaje asturiano.

Por último, en el capítulo de protección del patrimonio cultural se ha llevado a cabo un seguimiento arqueológico que ha incluido el control de todas las excavaciones, desmontes, movimientos de tierras y voladuras, así como préstamos, vertederos, etc. Por si apareciera algún bien con interés histórico o arqueológico, se ha prestado especial atención a las afecciones al Camino de Santiago y al Canal de Los Moros. Asimismo, se ha inventariado la Casa de San Pelayo previamente a su derribo y se ha protegido adecuadamente el molino del arroyo Carballeiros, en El Franco, durante las obras. ■



EN SERVICIO EL TRAMO SOLLANA-SUECA DE LA AUTOVÍA A-38 EN VALENCIA

En paralelo a la costa



El tramo discurre en su totalidad sobre terraplén o viaductos de baja altura dado que atraviesa una zona inundable.

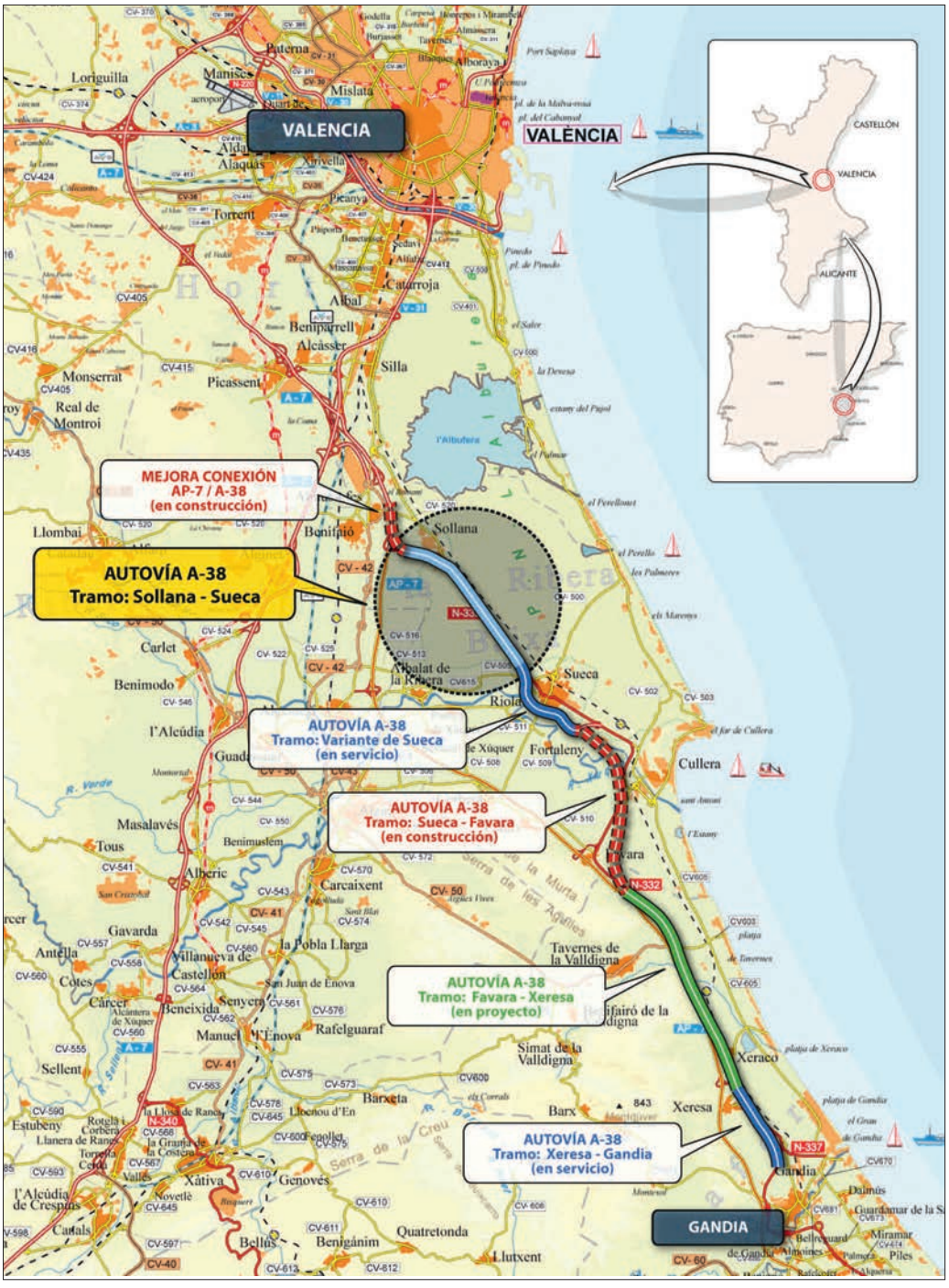


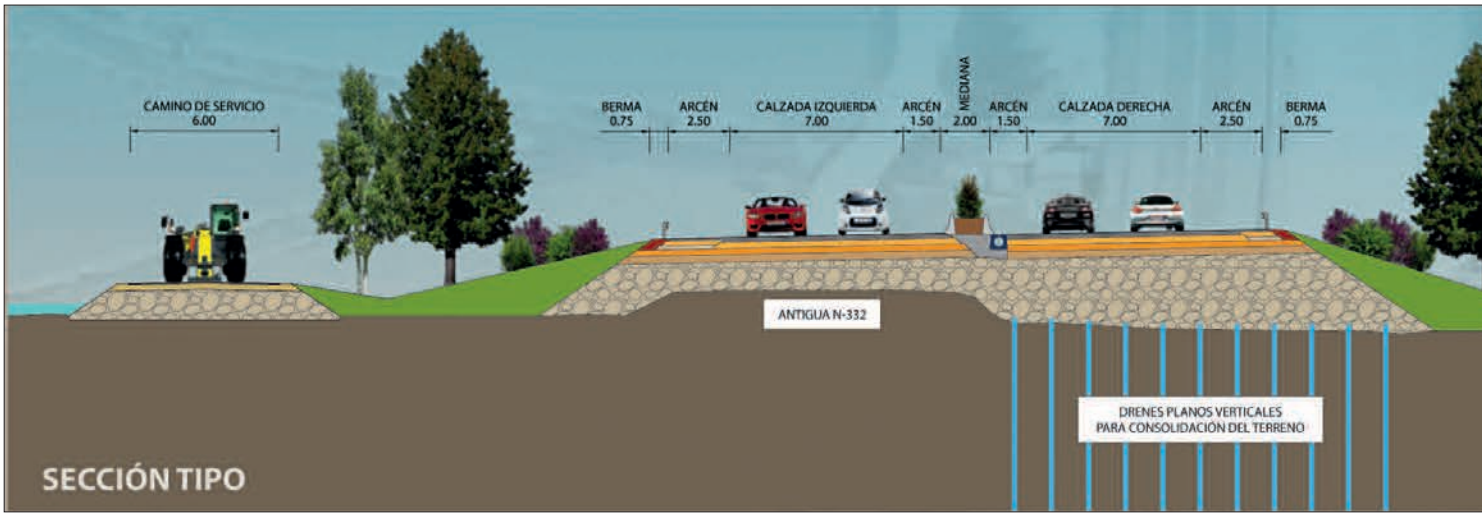
JAVIER R. VENTOSA
FOTOS: DCE VALENCIA

La autovía A-38 ha incorporado el nuevo tramo Sollana-Sueca, tercero en servicio de esta vía de gran capacidad que el Ministerio de Fomento construye al sur de Valencia como duplicación de la carretera N-332. El desdoblamiento de la calzada ha tenido que superar importantes condicionantes geotécnicos y medioambientales al discurrir entre los arrozales del marjal inundable del río Júcar.

El Ministerio de Fomento ha puesto en servicio en diciembre pasado el tramo Sollana-Sueca de la autovía A-38, infraestructura de gran capacidad resultante de la duplicación de la calzada de la carretera N-332 (Almería-Valencia) entre Valencia y Oliva, que servirá de alternativa libre de peaje en esta zona a la autopista del Mediterráneo (AP-7) y eliminará las travesías de población mediante nuevas variantes. Esta actuación ha requerido una inversión global de 44,1 M€.

Los nuevos 8,2 kilómetros de autovía se suman a los otros dos tramos de la A-38 ya operativos en las comarcas valencianas de la Ribeira Baixa y la Safor (Variante de Sueca y Xeresa-Gandia, respectivamente, con 9,5 kilómetros en total), con lo que la nueva infraestructura totaliza ya 17,7 kilómetros de dos carriles por sentido por los que se puede circular. En el marco del proceso de construcción de la autovía, actualmente se trabaja en el desdoblamiento del tramo Variante de Cullera-Favara (10 kilómetros) y en la remodelación del enlace existente con la autopista AP-7 (dirección Valencia) en las inmediaciones de los municipios de Sollana y Almussafes.

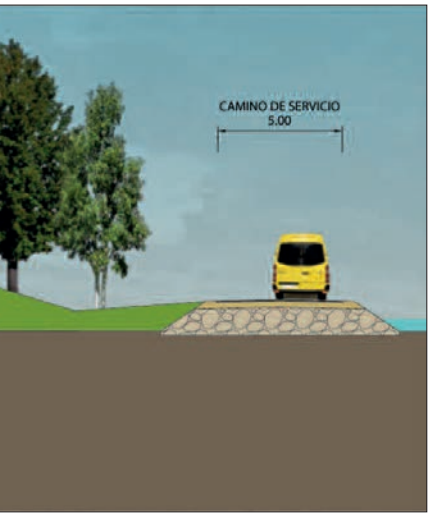






Beneficios

El flamante tramo de autovía beneficia a los más de 22.000 vehículos (11% de ellos pesados) que realizaban el trayecto por la N-332 entre las localidades de Sueca y Sollana, así como de otros núcleos de la comarca de la Ribeira Baixa (80.000 habitantes), una cifra que crece considerablemente en las épocas estivales y en fines de semana con miles de desplazamientos desde Valencia capital y las zonas del interior hacia la cercana costa mediterránea. La carretera desdoblada no solo reduce el tiempo de desplazamiento entre Sueca y Valencia (ahora situados a unos 20 minutos), sino que además mejora de forma notable la capacidad y la seguridad vial de la infraestructura, además de incrementar la comodidad para los usuarios.



El tramo duplicado, que discurre de sur a norte por los términos municipales de Sueca, Albalat de la Ribera y Sollana, tiene su origen en el punto kilométrico 259 de la carretera N-332, donde conecta con la Variante de Sueca de la A-38, ya en servicio desde julio de 2008, y finaliza en el p.k. 266,50, en la conexión con la autopista del Mediterráneo AP-7. En el proceso de desdoblamiento se ha aprovechado la carretera N-332 para la calzada izquierda de la nueva autovía, realizando la duplicación por el este, entre la calzada existente y la línea de ferrocarril Silla-Gandía. Toda la obra se ha llevado a cabo al tiempo que se mantenía la circulación por la carretera existente.

> El desdoblamiento de la carretera beneficia a los 22.000 vehículos que hacían a diario el trayecto Sueca-Sollana

La sección de la nueva calzada está compuesta por dos carriles de 3,50 metros de anchura y arcenes exteriores de 2,50 metros e interiores de 1 metro, magnitudes repetidas en la calzada existente, cuya señalización horizontal ha sido acondicionada al nuevo uso como autovía. Entre ambas calzadas existe una mediana-jardinera reducida, mientras que a ambos lados de la plataforma se han construido sendos caminos de servicio, de 6 y 5 metros de anchura respectivamente, para dar acceso a las propiedades colindantes. El firme, por su parte, está formado por 20 centímetros de mezclas bituminosas (PA-12, S-20 y G-25) sobre 25 centímetros de suelo-cemento colocado sobre una explanada de suelo estabilizado con cemento (EST-3). La velocidad de proyecto en el nuevo tramo de autovía es de 100 km/h.



Los diez viaductos dobles construidos a lo largo del tramo salvan en su mayor parte las acequias de riego existentes en la zona.

Condicionantes

Aunque pueda parecer que la duplicación de un tramo de carretera para su conversión en autovía a través de un terreno totalmente llano, sin obstáculos, y con un trazado prácticamente rectilíneo pueda resultar algo relativamente sencillo, no ha sido así. Y es que el nuevo tramo de autovía discurre por la llanura de inundación del río Júcar.

Así, por exigencia de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), la rasante de la autovía se ha elevado para ejecutar las obras de fábrica destinadas a permitir el desagüe de las avenidas extraordinarias del Júcar, de acuerdo a las líneas de flujo y caudales definidos en el Plan Global de Defensa contra las Avenidas del río Júcar, redactado por la Confederación Hidrográfica del Júcar. Toda la obra, pues, está ejecutada con sección de terraplén, con una altura media del mismo de 2,50 metros sobre el terreno original (la carretera existente también estaba ejecutada en altura), salvo en las inmediaciones de la conexión con la Variante de Sueca, donde la altura del terraplén es de 1 metro. Para obtener dicha rasante ha sido necesario un relleno de 750.000 m^3 de pedraplén obtenido de canteras cercanas, por ser el material pétreo menos sensible al agua.

Como principales obras de fábrica, a lo largo del trazado se han ejecutado un total de diez viaductos dobles, varios de ellos para salvar distintas acequias de riego de la zona, con una capacidad de desagüe total de 2.228,70 m^3 y una longitud global de 967 metros. Se trata de estructuras de escasa altura, aunque suficiente para dar paso en los puntos más críticos a las avenidas extraordinarias del río Júcar en caso de lluvias torrenciales.

Por otra parte, el terreno arcilloso del humedal sobre el que se asienta la autovía, de baja capacidad portante para soportar las cargas aplicadas sobre él, ha obligado a una mejora previa del mismo mediante la instalación de drenes-mecha (conductos enterrados que se emplean para drenar un suelo saturado de agua). Estos drenes, hincados en los suelos blandos del humedal, aceleran la consolidación del terreno por el que discurre la traza y mejoran la resistencia del mismo, aumentando la densidad, reduciendo el índice de poros y, en general, facilitando la evacuación del exceso de agua. En total, se han hincado más de 950.000 metros de drenes planos verticales.

Asimismo, todas las estructuras han sido cimentadas mediante pilotes prefabricados de hormigón hincados (salvo en la ampliación de una estructura existente, donde se han ejecutado pilotes in situ por homogeneidad con los existentes, y que ha sido modificada para cumplir los requisitos exigidos por la normativa sobre radio y distancia de visibilidad). La longitud total de pilotes hincados ha sido de 24.832 metros.



Paso superior sobre la doble calzada.

Para dar continuidad al drenaje transversal de la autovía permitiendo en todo momento el mantenimiento del sistema de riego de los arrozales, se han ejecutado 82 obras de drenaje transversal, una cantidad muy considerable para un tramo de la longitud del Sueca-Sollana. En su mayor parte han consistido en tubos de 1,80 metros de diámetro, pero también se han ejecutado nueve marcos de hormigón armado para reposición de acequias, siendo los mayores de 4,00 x 2,50 m^2.

Medidas ambientales

Por otra parte, y dado que el tramo duplicado de carretera discurre en 6 de sus 8,2 kilómetros por el espacio protegido del parque natural de la Albufera, durante la fase de obras se han cumplido las prescripciones de la DIA en cuanto a la tipología de los trabajos a realizar según la estación del año, mantenimiento en todo momento de los flujos de agua, minimización de los impactos ambientales (gestión de residuos), plantaciones autóctonas y pantallas antirruido. Para la ejecución de las obras con la menor afección posible al medio natural se ha contado en todo momento con la colaboración de la dirección del parque.

En este marco, y como principales medidas destinadas a corregir el impacto causado por la obra en el medio ambiente, se ha mejorado la integración paisajística mediante hidrosiembra en los taludes de la autovía y de la franja de dominio público que la separa de los caminos agrícolas construidos a sus lados. También se ha aportado tierra vegetal y se han plantado arbustos de especies autóctonas, así como dos filas de álamos y fresnos que formarán una pantalla natural para proteger a la rica avifauna del entorno. Finalmente, se han instalado pantallas acústicas en las partes del trazado que así lo requerían. ■

PRINCIPALES UNIDADES DE OBRA

Pedraplén	754.351 m^3
Dren plano prefabricado	950.874 m
Acero para armar	1.807.831 kg
Pilote prefabricado	24.832 m
Hormigón estructural	15.033 m^3
Viga prefabricada	10.974 m
Mezcla bituminosa	82.523 t
Suelo cemento	41.500 m^3

ACTUACIONES AMBIENTALES

Hidrosiembra	123.780 m^2
Arbustos plantados	23.752 ud
Árboles plantados	4.881 ud
Pantalla acústica	1.130 m

I+D+i

PRIMERAS EXPERIENCIAS CON MATERIALES COMPUESTOS BASADOS EN POLÍMEROS COMO ALTERNATIVA AL HORMIGÓN

Puentes de plástico





BEATRIZ RODRÍGUEZ LÓPEZ
FOTOS: ACCIONA INFRAESTRUCTURAS

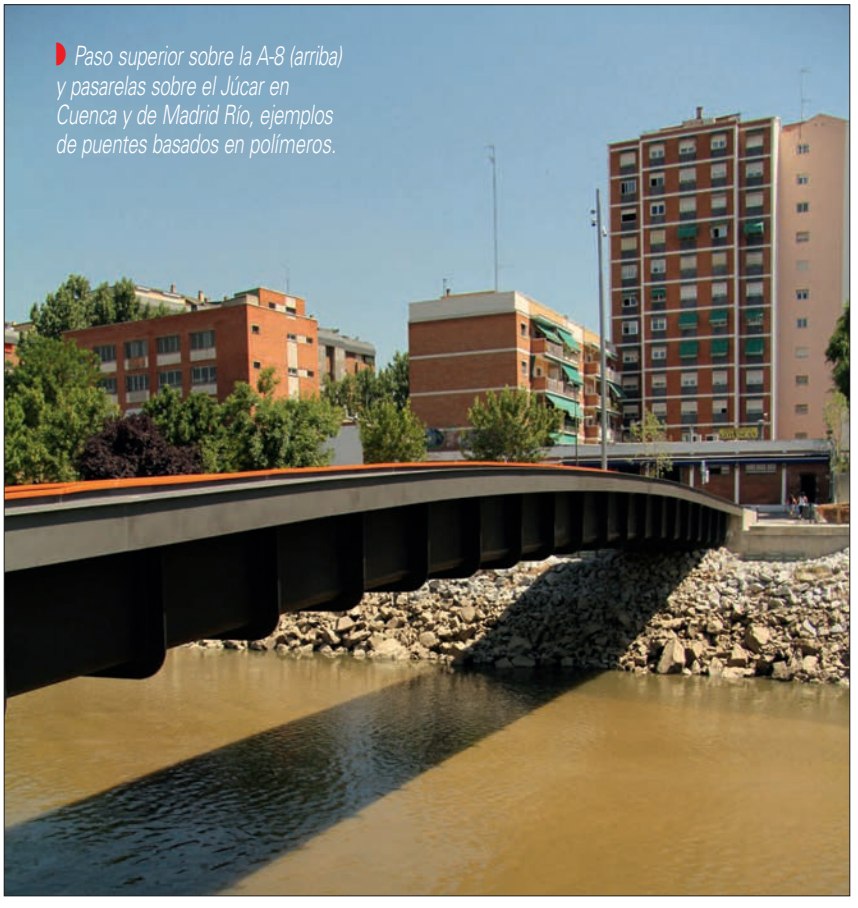
Los materiales compuestos basados en polímeros reforzados con fibras, empleados en la industria aeronáutica desde la década de los sesenta, han comenzado a utilizarse en el siglo XXI en ingeniería civil. Desde la construcción pionera de un puente de polímeros en Asturias en 2004, la industria contempla ahora estos proyectos de I+D+i como realidades tangibles, que ha plasmado en pasarelas similares en Madrid y Cuenca. Sus materiales inertes frente a los ataques químicos exhiben una alta durabilidad en ambientes agresivos y son más resistentes y ligeros que los materiales tradicionales, por lo que permiten construir estructuras de menor espesor y aumentar la distancia entre apoyos.

El empleo de materiales propios del sector aeronáutico ha comenzado a aplicarse en ingeniería civil. Esta incursión tuvo como fecha de salida el mes de mayo de 2003, cuando el Ministerio de Fomento aprobó la construcción de un paso superior sobre la autovía del Cantábrico (A-8) en Asturias fabricado con materiales poliméricos. El paso superior, de 46 metros de longitud, debía ser puesto en servicio en abril de 2004, lo que suponía que la estructura tendría que ser proyectada y construida en menos de un año. Y así fue.

El puente fue proyectado y construido por el departamento de I+D+i de Necso Entrecanales Cubiertas (la actual Acciona). Esta estructura ha servido como referencia para posteriores obras en España, teniendo en cuenta que los materiales compuestos se van integrando poco a poco en la construcción de puentes y otras obras de ingeniería civil. Ejemplo de ello son la pasarela peatonal y ciclista en el







Paso superior sobre la A-8 (arriba) y pasarelas sobre el Júcar en Cuenca y de Madrid Río, ejemplos de puentes basados en polímeros.



Colocación de las vigas sobre los pilares y estribos en el paso superior de la autovía del Cantábrico en Asturias.

parque Madrid Río y la pasarela sobre el río Júcar en la ciudad de Cuenca, ambos proyectos premiados en 2011.

El puente en Asturias es el primero que se construye en España con polímeros reforzados con fibra de carbono y, al menos hasta ese momento, el más largo del mundo. Los puentes de carretera construidos en otros países con similares materiales tienen luces de una longitud igual o inferior a 12 metros. En este caso se alcanza una luz máxima de 13 metros.

Descripción

El puente, de 46 metros de longitud, es recto, tiene una pendiente del 2% y consta de cuatro vanos (dos centrales de 13 metros y dos laterales de 10). El ancho total del tablero es de 8 metros y está constituido por tres vigas continuas de fibra de carbono en forma de artesa, conectadas a una losa superior de hormigón armado. También de hormigón son sus tres pilas, de una altura superior a 6,5 metros.

La construcción, ubicada en el tramo Vegarrozadas-Soto del Barco de la A-8 (P.K 1+640), consta de cinco grupos de elementos estructurales. El primero de ellos es la propia losa superior del tablero, formada por una losa de hormigón armado de 20 centímetros de espesor con un mallazo superior e inferior formado por redondos de diámetro 16 milímetros espaciados cada 20 centímetros.

El siguiente elemento lo constituyen tres vigas cajón de sección trapezoidal, con unas dimensiones de 1,2 metros en su parte superior y 0,8 metros de base y canto. Las almas son de fibra de carbono y un espesor de 9 milímetros. El ala superior está formado fibra de carbono de 8 mm de espesor, mientras que el ala inferior, formado también por fibra de carbono, tiene un espesor de 18 milímetros. La sección de la viga está rellena de poliuretano.

Cada viga tiene cinco diafragmas verticales, uno en cada apoyo para poder transmitir los esfuerzos a las pilas. Además de estos diafragmas verticales de apoyo, existen dos diafragmas horizontales entre cada diafragma vertical de apoyo. Estos diafragmas horizontales refuerzan la zona de compresiones para evitar inestabilidades por abolladura.

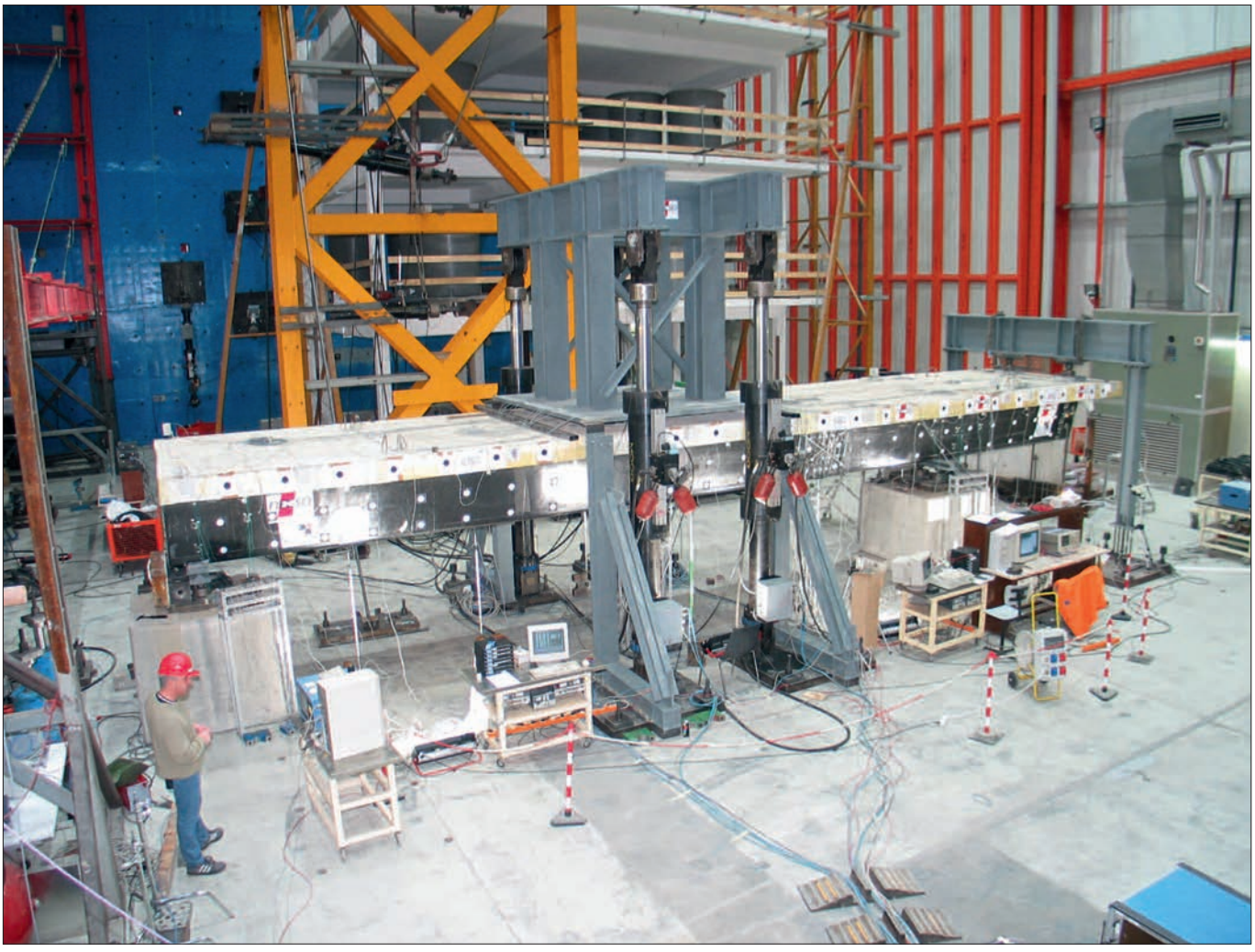
Por su parte, las pilas son de hormigón armado, de sección rectangular de 2 x 0,6 metros, terminando en un capitel rectangular de 8 x 0,6 metros que recoge todas las vigas.

El último elemento estructural lo componen los estribos, también de hormigón armado tradicional, ajustando su diseño a los esfuerzos del tablero.

Batería de ensayos

Para caracterizar los materiales, comprobar los modelos de cálculo y buscar los mejores sistemas de fabricación se realizó una batería de ensayos en los elementos estructurales que componen la infraestructura: ensayos de caracterización de materiales, de conectores, de uniones, de abolladura, de envejecimiento y ensayos a escala.

En la fase inicial del proyecto era imprescindible esa caracterización de los materiales y en estos ensayos se conocieron sus propiedades mecánicas, variando la dirección de las fibras y su material.



Fabricación de una de las vigas (arriba) y prueba de carga sobre el paso superior asturiano (debajo).



Una vez definidos los materiales y diseñada la configuración óptima, se llevaron a cabo ensayos de los sistemas de conexión entre los elementos de fibra y los de hormigón. Se ensayaron diez sistemas de conexión diferentes. El sistema elegido fue un perfil en doble T de fibra de vidrio fabricado mediante el sistema de pultrusión pero con un diseño especial, eliminando hilo longitudinal e introduciendo tejido de fibra de vidrio resistente al pH del hormigón.

Para unir adecuadamente los tramos de vigas se realizó un diseño de unión exclusivamente químico, sin necesidad de emplear tornillos ni elementos metálicos. Este diseño de unión se ensayó posteriormente en probetas y en prototipos a escala de la viga, arrojando unos resultados óptimos.

El poliuretano tiene dos funciones fundamentales en el diseño del puente: evitar las inestabilidades y servir como molde en el proceso de fabricación. El estudio de las inestabilidades se realizó mediante un nuevo procedimiento de cálculo contrastado con los ensayos correspondientes.

Terminada la fase inicial de ensayos, caracterización de materiales y elementos estructurales (rigidizadores, conectores y uniones), se ajustó el diseño a los resultados obtenidos, pasándose luego a la fase de ensayo a escala reducida. Se ejecutaron y ensayaron tres vigas a escala 1/3 de la mitad de una de las vigas que constituyen el puente.





Pasarela sobre el río Manzanares en el parque Madrid Río (arriba) y pasarela sobre el Júcar en Cuenca, (izquierda).

Los resultados obtenidos indicaron que el diseño de la viga solo de fibra de carbono era el adecuado y que las uniones diseñadas cumplían ampliamente los requisitos planteados en el diseño.

Construcción

El último paso antes de la construcción del puente fue el ensayo, a escala real, de una viga con el diseño definitivo. Este se realizó el 15 de diciembre de 2003 en el laboratorio European Comission Joint Research Center, en Ispra (Milán). El objetivo era comprobar, con dimensiones reales, el buen comportamiento del conjunto integrado por la losa de hormigón y la viga polimérica reforzada con fibra de carbono.

Tras el análisis de los datos del ensayo, se concluyó que la viga cumple la limitación de flecha establecida en el proyecto, constatándose también que la unión se comportó satisfactoriamente, sometida incluso a solicitaciones superiores a las del proyecto. Además, las deformaciones obtenidas durante los ensayos fueron un 15% inferiores a las previstas.

A continuación se procedió a la fabricación de las vigas, por tramos de longitudes de 13 metros y uno de 7. En el taller se realizaron dos de las tres uniones que tiene cada viga de 46 metros, mientras que la otra se hizo *in situ*.

La construcción de estos tramos de viga se realizó en tres fases: realización de los diafragmas de apoyo y refuerzos de compresión, proceso de laminación de la viga y colocación de la bolsa de vacío, termopares y curado de la viga.

Innovación

La construcción del puente de Asturias se planteó como un impulso a la innovación en la ingeniería de las obras públicas y al conocimiento de nuevos materiales.

Los hitos alcanzados hasta la fecha, como son el desarrollo del proyecto, el planteamiento y ejecución de los ensayos, la fabricación de las vigas y el montaje del tablero, suscitan gran interés y son una referencia para futuras obras constituidas por materiales poliméricos reforzados con fibras.

El seguimiento del comportamiento del tablero a lo largo de su vida útil permitirá contrastar el comportamiento de los materiales utilizados, así como la repercusión estructural de cualquier variación de sus características.

En países como Estados Unidos el uso de materiales compuestos se va integrando cada vez más en la construcción de puentes y otras obras de envergadura dentro de la ingeniería civil.

Una vez fabricadas las vigas, las uniones se realizaron mediante el proceso de laminado en húmedo con fibra de carbono y resina epoxi y compactación, mediante bolsa de vacío con presión controlada.

Las vigas se transportaron a la obra en longitudes de 20 y 26 metros para su unión a pie de obra. La elevación de las vigas de 46 metros de longitud y su colocación en su lugar exacto se llevó a cabo en aproximadamente dos horas. El peso de cada viga era aproximadamente de 4.600 kilogramos. Las vigas de los extremos se elevaron con las prelosas de fibra de vidrio ya colocadas para optimizar el tiempo de montaje.

Con las vigas colocadas sobre las pilas y estribos se realizó el armado y hormigonado tradicional de una losa de hormigón armado.



Pasarelas innovadoras

Siguiendo la técnica que emplea materiales compuestos basados en polímeros reforzados con fibras, existen en España otras dos construcciones innovadoras, de muy reciente creación. Una de ellas es la pasarela peatonal y ciclista en el parque Madrid Río (conocida como pasarela de Almuñécar), un proyecto por el que Acciona Infraestructuras recibió en 2011 el premio Cinco Días a la Innovación Empresarial.

La pasarela tiene una luz de 44 metros, un ancho libre de 3,6 metros y un canto de 1,2 metros. Su perfil es poligonal, formado por cuatro tramos rectos; la pendiente de los tramos inicial y final es del 6%, y en los centrales del 1,5%.

La estructura de esta pasarela se compone de una viga abierta de fibra de carbono (es una sección fabricada en fibra de carbono con geometría poligonal abierta, que consta de un ala inferior, dos alas superiores y dos almas) y unos rigidizadores en fibra de carbono (son de dos tipos: longitudinales externos y transversales tanto internos como externos).



Por su parte, la pasarela sobre el río Júcar en la ciudad de Cuenca, también construida por Acciona Infraestructuras, fue galardonada con los premios Potencia 2011. Se trata de una estructura tipo "banda tesa" de 216 metros de longitud divididos en tres vanos iguales de 72 metros, con un tablero de 3 metros de ancho y un canto de 25 centímetros que cruza sobre el río Júcar en la ciudad de Cuenca.

Esta estructura cuenta con 16 cables de fibra de carbono y resina polimérica como elementos estructurales anclados a los estribos, que apoyan sobre los capiteles que coronan dos pilas intermedias. Sirven de apoyo a 48 dovelas prefabricadas de hormigón armado que se colocan sobre estos cables y que forman el tablero de la pasarela. La precompresión de la losa se logra colocando una carga antes de hormigonar las juntas *in situ*, que se retira cuando el hormigón alcanza la resistencia deseada, dando lugar a un estado de compresión en la losa de hormigón. ■

LA BIBLIOTECA NACIONAL CONMEMORA SU TRICENTENARIO COMO EL TERCER MAYOR DEPÓSITO BIBLIOGRÁFICO DEL MUNDO

El lugar que ocupa el saber

JULIA SOLA LANDERO FOTOS: BIBLIOTECA NACIONAL

El 29 de diciembre de 1711, Felipe V, siguiendo el consejo de su confesor, el influyente jesuita Pierre Robinet, aprobó la creación de la Real Biblioteca Pública siguiendo el modelo de la Bibliotheque du Roi abierta en París. Robinet soñaba con instaurar de aquella forma la piedra angular de un nuevo y poderoso imperio de las Letras y las Ciencias, más allá de las conquistas, los cañones y las contiendas.





En marzo de 1712, cuando en Madrid ya corrían los aires de renovación que trajo la nueva dinastía borbónica, la biblioteca abría las puertas de su primera sede, ubicada en el pasadizo que conectaba el Real Alcázar de la madrileña plaza de Oriente con el monasterio de la Encarnación.

Desde entonces han transcurrido tres siglos y para conmemorar el tricentenario, el mayor contenedor de publicaciones de España y el tercero del mundo celebra una exposición que exhibe algunos de sus más preciados tesoros, rememora su historia y enseña su presente.

La muestra se encuentra en la planta baja de la Bilioteca Nacional, en el paseo de Recoletos. La última y definitiva sede después de haber pasado por tres destinos provisionales. Se trata de un inmenso edificio neoclásico que abre sus puertas bajo un frontón poblado por representaciones de las artes y las ciencias, y en cuya escalinata de entrada seis estatuas de ilustres escritores y eruditos advierten con su presencia de que el edificio al que se va a acceder contiene mucha sabiduría.

En su interior puede constatarse que tanto saber ocupa mucho lugar. El inmenso edificio guarda en sus depósitos, sumados los existentes en la sede de Alcalá de Henares, 250 kilómetros de estanterías y un total de 28 millones de piezas entre libros, manuscritos, incunables, dibujos, grabados, *exlibris*, *ephemera*, mapas, planos, fotografías, partituras, registros sonoros y audiovisuales, etc.

Biblioteca Real

Muchas cosas han cambiado en esta venerable institución desde aquel penúltimo día de diciembre de 1711 en el que, por primera vez, España contaría con un lugar donde los súbditos del Rey podrían acceder al conocimiento, y donde reunir los volúmenes guardados en la Torre Alta del Alcázar, los libros que trajo Felipe V desde Francia, y las bibliotecas del marqués de Mondéjar, la del arzobispo de Valencia y la del duque de Uceda, entre otras bibliotecas nobiliarias, incautadas durante la Guerra de Sucesión.

Por aquel entonces, sus fondos rondaban los 28.000 libros impresos, 182 manuscritos, y 20.000 medallas y curiosidades. Fondos que no dejaron de crecer y que obligaron, por la falta de espacio, a alquilar años después varias casas en calles cercanas a palacio.

A los problemas de espacio se unían las plagas de ratones y el constante peligro de incendio, dada la cercanía del pasadizo de la Encarnación con las cocinas, pajares y carboneras de palacio. Además, diferentes informes redactados a finales del siglo XVIII advertían del peligro de hundimiento del pasadizo.

Pese a todos aquellos inconvenientes, la Real Biblioteca permaneció cerca de un siglo en aquella primera sede. Hasta que José Bonaparte, en su empeño de modernizar una







Usuarios de la biblioteca en distintas salas del edificio.





Imágenes históricas de la fachada de la Biblioteca Nacional, construida entre 1866 y 1896, y Sala de Exposiciones de la misma.



villa y corte paupérrima e insalubre, decidió demoler varios edificios anexos al Palacio Real y el propio pasadizo de la Encarnación, para proyectar una Plaza de Oriente más amplia y diáfana.

Sedes provisionales

Aquel proyecto obligó a la biblioteca a trasladarse al convento de la Trinidad Calzada, un inmueble que ocupaba un extenso solar en la calle Atocha, y que tras la desamortización sirvió de sede al Museo Nacional de Pinturas, al Conservatorio de Artes y al Ministerio de Fomento. Corría el año 1809.

A partir de esas fechas y hasta bien entrado el siglo XX, se sucederían en España invasiones, guerras, cambios políticos y dinásticos y revoluciones, y también importantes inventos y avances tecnológicos. Un contexto cambiante, durante el cual la Biblioteca Real seguirá creciendo y conocerá otras dos nuevas sedes.

En 1819, y con el impulso reivindicativo de los trinitarios, es de nuevo trasladada a otro depósito provisional, el palacio del Marqués de Grimaldi, situado en la plaza de la Marina Española, muy cerca del Palacio Real.

El edificio, encargado por Carlos III a Sabatini en 1776 para servir de apoyo a las dependencias administrativas de palacio, acogía por entonces las sesiones del Consejo del Almirantazgo. Pero en 1826, tan solo seis años después del traslado de la biblioteca, el edificio pasa a ser ocupado por las Secretarías del Despacho de Gracia y Justicia, Hacienda, Guerra y Marina, y la biblioteca sufre una nueva mudanza, esta vez a una casa que perteneció al marqués de Alcañices, situada también cerca de palacio, en la actual calle de Arrieta, esquina a la Bola. Esta sería su última sede provisional.







Imagen actual y retrospectiva de la imponente Sala de Lectura. Derecha, mapa histórico de la colección cartográfica de la Biblioteca Nacional.

En el paseo de Recoletos

La Biblioteca Nacional, que ostenta tal denominación desde que en 1836 dejó de ser propiedad de la Corona para pasar a depender del Ministerio de la Gobernación, ocupa ahora, compartiéndolo con el museo Arqueológico, el edificio proyectado por el arquitecto de la Corte, Francisco Jareño, quien siguió el modelo del Museo Ideal establecido por Jean Nicolás Louis Durand en su tratado de 1802.

Fue levantado sobre un solar que anteriormente ocupó un convento de agustinos recoletos. Aquel terreno, situado extramuros de la barroca puerta de Recoletos que señalaba el límite norte de Madrid, fue recuperado por el Estado tras la desamortización de Mendizábal y acogió la primera Escuela de Veterinaria, construida en 1792.

El gran edificio destinado por el Ministerio de Fomento a Palacio de Museos, Archivo y Biblioteca Nacionales, comenzó a construirse en 1866, fecha en que Isabel II puso la primera piedra. En aquel entonces era el edificio de mayor relevancia y envergadura de su reinado.

Pero las obras hubieron de ser interrumpidas durante los años revolucionarios por falta de fondos, lo que obligó a construir un nuevo depósito para libros en el jardín del edificio de la calle Arrieta. Nuevamente y ya en 1884, con las obras reiniciadas, Antonio Ruiz Salces sustituye a Jareño en la dirección de las obras, que finalizan en 1892.

Aquel año el edificio sirvió para acoger la Exposición Iberoamericana conmemorativa del IV centenario del







Geografía y mapas

La colección cartográfica de la Biblioteca Nacional es una de las cartotecas más completas del país. Mapas, planos, libros de viajes, de geografía y de astronomía se encuentran entre los fondos inaugurales de la Real Biblioteca.

En 1913 ingresan los riquísimos fondos cartográficos del Gabinete Geográfico de la Primera Secretaría de Estado, creado en 1795 por Godoy. Fondos compuestos por la denominada Colección Mendoza (2.400 mapas) y por los mapas realizados por Tomás López y sus hijos (más de 200). Además, aquel mismo año ingresó una colección de mapas manuscritos –unos 400–, que se ampliaron con el legado de López Garat.

Entre sus fondos también está, desde 1971, la Biblioteca de la Real Sociedad Geográfica Española, creada en 1876 con cerca de 5.000 volúmenes, una colección de revistas con más de 1.120 títulos y más de 8.000 mapas.

Se guardan también joyas únicas como los mapas Orbis terrestres tam *Geographia Quam Chrographia descriptio*, de Christian Sgrooten, o el manuscrito *Cosmographia* de Ptolomeo, del que hace unos años fueron arrancados y robados dos mapamundis, y posteriormente localizados y devueltos a la Biblioteca Nacional.

En la exposición del tricentenario se muestran tres ejemplos del sistema de trabajo de Tomás López, autor de la obra cartográfica más importante realizada en España en el siglo XVIII. El célebre cartógrafo partía de mapas realizados con anterioridad y basaba sus cálculos en las descripciones geográficas e informaciones recibidas a través del interrogatorio que enviaba a los párrocos de los pueblos.

Junto al globo celeste del siglo XVIII con el sistema de Copérnico que perteneció a Godoy, también se expone la parte del Atlas Mayor que contiene las cartas y descripciones de España, uno de los atlas más importantes de la historia de la cartografía, realizado en el siglo XVII por el influyente cartógrafo holandés Joayn Blaeu.

Se puede admirar también el primer mapa español de America meridional, de Juan de la Cruz Cano, que incorpora los límites de España y Portugal, y uno de los más importantes mapas impresos en Europa en el siglo XVIII. Se terminó de imprimir en 1755, aunque no se pudo distribuir hasta 1802 porque el mapa favorecía las aspiraciones portuguesas en un momento en que se estaban negociando los límites con Portugal en tierras americanas.



descubrimiento de América. Y por fin, el 16 de marzo de 1896, y tras haber trasladado 600.000 volúmenes a un depósito construido a base de estanterías de hierro inspiradas en la técnica de Eiffel, la biblioteca se abrió al público ocupando la planta principal del edificio con 35 salas y un gran Salón de Lectura con capacidad para 320 lectores.

Lenguaje contemporáneo

Tres décadas después de su inauguración, el edificio empezó a quedarse pequeño y en 1931 comenzó una etapa de reformas encaminadas a modernizar el inmueble y a habilitar nuevos espacios que pudieran acoger la avalancha de documentos que entraban cada día y que en 1986 obligaría a crear un gran depósito en Alcalá de Henares.

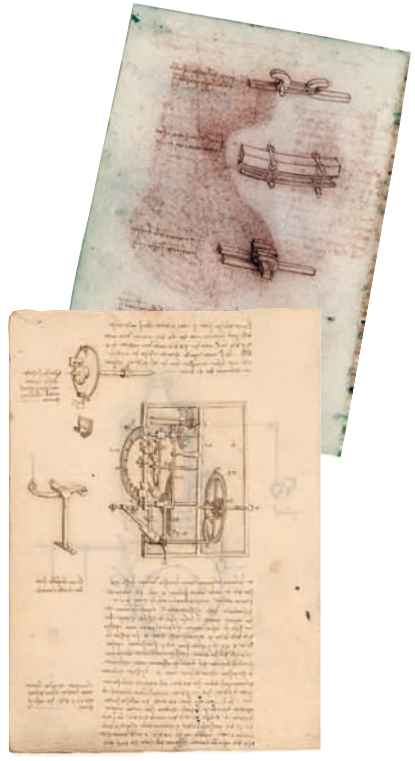
La primera obra se llevó a cabo en 1831 bajo la dirección de Miguel Artigas, con la que se reorganiza el Salón de Lectura y se crea la Sala General. En 1955 Luis Moya hizo obras para incrementar la capacidad de los depósitos, que se triplica. Y en 1986, tres años después de que el edificio fuera declarado Monumento Histórico-Artístico, se realizaron obras de rehabilitación integral, para mejorar la distribución del espacio, clarificar su planta y dotar de un lenguaje contemporáneo a buena parte de sus espacios interiores. ■





Los depósitos de la Biblioteca Nacional conservan la memoria escrita del pasado español.

Códices de Leonardo Da Vinci



En la Biblioteca Nacional se custodia uno de los más preciados tesoros de sus fondos: dos manuscritos del polifacético Leonardo da Vinci. Se trata de los códices *Madrid I* y *II*, fechados entre 1491-1493 y 1503-1505, que contienen tratados de mecánica, estática y geometría.

Ambos códices, que pueden contemplarse en la exposición del tricentenario de la biblioteca, fueron traídos a España por Pompeo Leoni, escultor del monarca Felipe II a finales del siglo XVI. Tras diversas vicisitudes, llegaron a la Biblioteca del Monasterio de El Escorial, de donde pasaron a la Biblioteca Nacional.

Los manuscritos, sin duda los principales tratados de ingeniería de la época, tienen un valor incalculable, tanto por su significado cuantitativo –suponen el 12% de todas las páginas catalogadas de Da Vinci– como por su especial calidad.

Se calcula que a lo largo de su vida Leonardo Da Vinci escribió unas 15.000 páginas, de las que se conservan aproximadamente 7.000, agrupadas con mayor o menor fidelidad en 25 códices que se custodian en ocho bibliotecas públicas. El único de propiedad privada es el *Códice Leicester*, adquirido por Bill Gates en 1994.

Los números extraordinarios de la Revista del Ministerio de Fomento

Ingeniería romana en España. El sorprendente legado de la ingeniería romana en nuestro país: calzadas, puentes, acueductos… mostrado con más de 300 fotografías e ilustraciones.

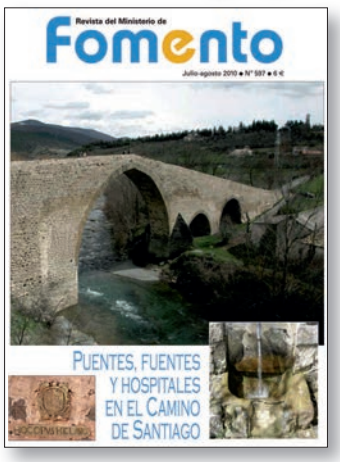


Oferta: 3 números por 12 €

P.V.P EJEMPLAR SUELTO: 6 €

1% Cultural. Recuperación del Patrimonio. 1985-2008. La recuperación y puesta en valor de nuestro patrimonio histórico-artístico (catedrales, castillos, teatros, museos, etc.) a través de los programas del Ministerio de Fomento.

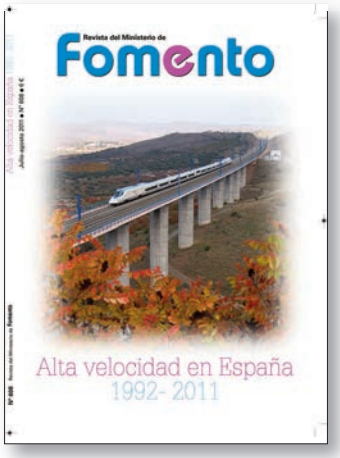




Puentes, Fuentes y Hospitales en el Camino de Santiago. Con cerca de mil años de historia, la vía medieval más importante mantiene vigoroso todo su esplendor. Una guía detallada de las pequeñas y grandes obras que la hicieron posible.

Túneles de España. Un recorrido por estas singulares obras de ingeniería desde la prehistoria hasta nuestros días.





Alta velocidad en España 1992-2011. Una aproximación al modelo que revolucionó el transporte ferroviario. Desde los primeros trenes-bala japoneses a las modernas líneas en construcción.

Elija 2 números extraordinarios y llévese un tercero de regalo, también a elegir

NOMBRE Y APELLIDOS ..... **N. I. F.** .....

DOMICILIO ..... **Nº** ..... **LOCALIDAD** .....

PROVINCIA ..... **C. P.** ..... **TELÉFONO** ..... **PAÍS** .....

- ☐ **Ingeniería romana en España.**
- ☐ **1% Cultural. Recuperación del Patrimonio. 1985-2008.**
- ☐ **Túneles de España.**
- ☐ **Puentes, Fuentes y Hospitales en el Camino de Santiago.**
- ☐ **Alta velocidad en España. 1992-2011.**

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal, usted tiene derecho al acceso, cancelación, rectificación y oposición de los datos facilitados mediante solicitud por escrito a : Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. E-mail: cpublic@fomento.es

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO · SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA · CENTRO DE PUBLICACIONES

Pedidos: 91 597 61 86. **cpublic@fomento.es** http: **www.fomento.es**
Revista del Ministerio de Fomento. Pº de la Castellana, 67. 28071 Madrid.

'ARQUITECTURA ESPAÑOLA 1975-2010. +35 AÑOS CONSTRUYENDO EN DEMOCRACIA'

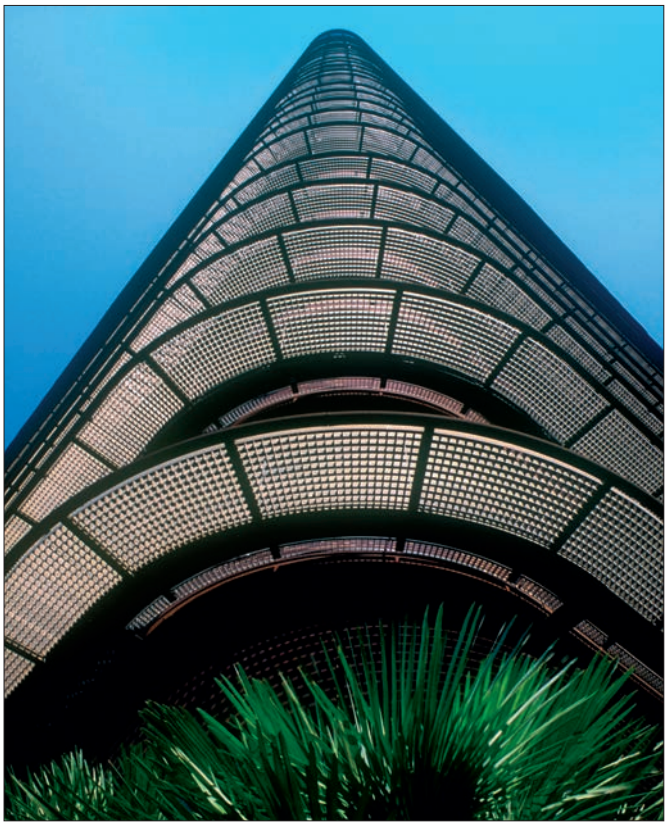


El poso del tiempo

PEPA MARTÍN FOTOS: CABALLERO

La sala de exposiciones Zuazo de las Arquerías de Nuevos Ministerios acoge estos días la muestra 'Arquitectura española (1975-2010)+35 años construyendo en democracia', una antología que muestra de forma cronológica aquellos proyectos que han transformado el panorama arquitectónico de nuestro país en esta últimas cuatro décadas.





Terminal 4 del aeropuerto de Barajas (Rogers y Lamela) y edificio BBVA en Madrid (Sáenz de Oiza). Debajo, una visitante de la muestra.



Organizada por el Ministerio de Fomento, y comisariada por los arquitectos Antonio Ruiz Barbarín y Héctor Barrio, la muestra fue inaugurada por la directora general de Arquitectura, Vivienda y Suelo, Pilar Martínez López, el pasado mes de enero. Cuenta con los patrocinios de Repsol y la fundación ACS, así como con la participación de las empresas Iguzzini y Otis.

Esta exposición antológica nace con la idea de enseñar al mundo la mejor arquitectura española que han hecho sus arquitectos a lo largo de los últimos 35 años, qué ha supuesto la transición a la democracia cuando el paso del tiempo ha despejado a los edificios de la imagen inmediata, de la noticia, del brillo de la inauguración. Tras su paso por Madrid, donde permanecerá abierta al público en las Arquerías de Nuevos Ministerios hasta el próximo 8 de abril, la idea de sus responsables es mostrarla en otros países.

"Se trata –en palabras de Pilar Martínez– de una oportunidad única para poner en valor más de 200 proyectos que han transformado el panorama arquitectónico de nuestro país y que suponen una gran imagen para la proyección exterior de la 'marca España', máxime en momentos tan complicados como estos, en los que el sector está resultando especialmente perjudicado".

En este mismo sentido se pronuncia el arquitecto Ruiz Barbarín, quien considera que esta muestra no sólo permitirá sacar la arquitectura española al exterior, sino que será





La muestra exhibe paneles con fotografías y maquetas de 230 proyectos arquitectónicos realizados en nuestro país.

el apoyo necesario para el despegue de todos aquellos profesionales que están desarrollando su labor en el extranjero, al difundir la capacidad, calidad y fortaleza de los que se han forjado aquí. "El mundo debe conocer el bagaje de los arquitectos españoles –asegura– especialmente cuando la meta de muchos de ellos es trabajar fuera".

La muestra

Quien visite la muestra podrá apreciar la transformación del paisaje urbano español a través de ese recorrido cronológico que le conduce desde el año 1975 hasta 2010, con un contenido que trata de plasmar la correlación existente entre la construcción del estado democrático, entre la coyuntura social, económica y política y la construcción de sus pueblos y ciudades.

> La exposición refleja a través de los proyectos la transformación del panorama arquitectónico español en los últimos 35 años

Toda la arquitectura de este periodo se materializa en ámbitos tan distintos como la salud, la vivienda, la educación, el transporte, el deporte, la cultura, el espacio público, y el medio ambiente, a través de la implantación de edificios e infraestructuras que han transformado el paisaje rural y urbano y que han permitido mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

La idea de la exposición surge en un momento de crisis del sector, pensando en que para mirar al futuro había que ver el trabajo de los arquitectos tiempo atrás, en este caso 35 años antes. La referencia es otra iniciativa anterior de los comisarios de la muestra: la publicación de dos tomos de la revista *El Croquis* dedicados a la arquitectura española desde 1975 a los años 90, en los que se recogían 35 proyectos que se utilizaron para una exposición en Atenas (Grecia) tras la presidencia semestral española de la UE en 2010. El éxito cosechado motivó la idea de esta nueva exposición ampliada a estos 35 años y a los 230 proyectos recogidos.

La muestra arranca en 1975 –empezando por el edificio Bankunión, en Madrid, de Corrales y Molezún– y año a año nos enseña hasta 230 proyectos distintos realizados por un total de 130 estudios de arquitectura de nuestro país, entre los que destacan los de Moneo, Lamela, Tuñón y Mansilla, Sáenz de Oiza, De la Hoz o Ferrater. Cada año lo encabeza una obra significativa, acompañada de otras que ayudan a perfilar el panorama o las tendencias constructivas de ese momento.

Los proyectos

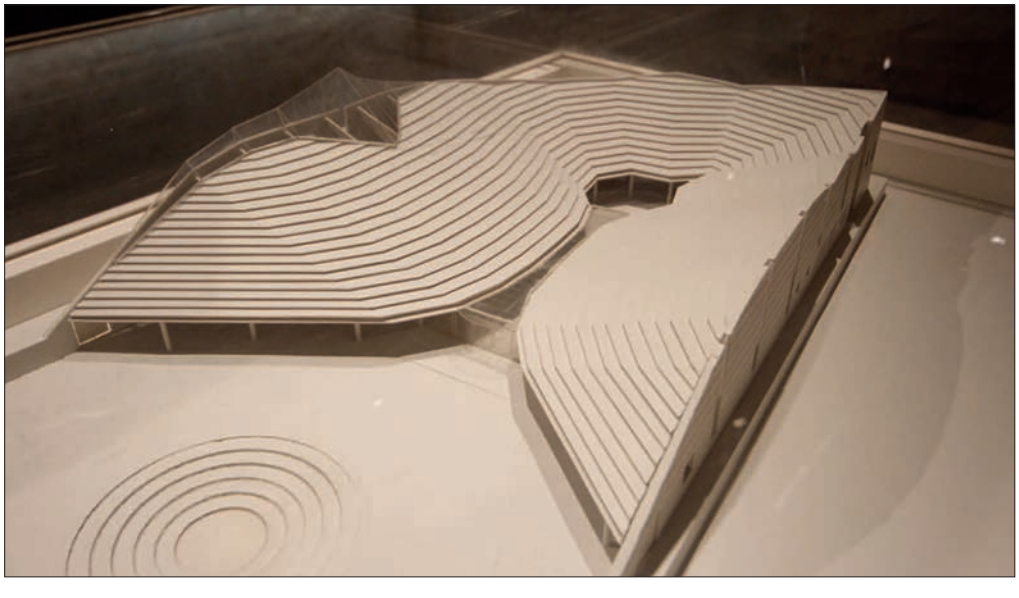
Según la definición de los comisarios de la muestra, esta cronología arquitectónica nos permite, partiendo de la década de los 70, encontrar edificios con sus valientes individualidades, creados por arquitectos que Ruiz Barbarín denomina "francotiradores en un panorama gris", y entre los que cita a Corrales y Molezún, Sáenz de Oiza o Moneo.

La década de los 80, momento en el que se desarrolla

De arriba abajo, estación de Santa Justa en Sevilla (Cruz y Ortiz) y maquetas del Musac en León (Mansilla y Tuñón) y de parroquia en Tres Cantos (Andrés Perea).







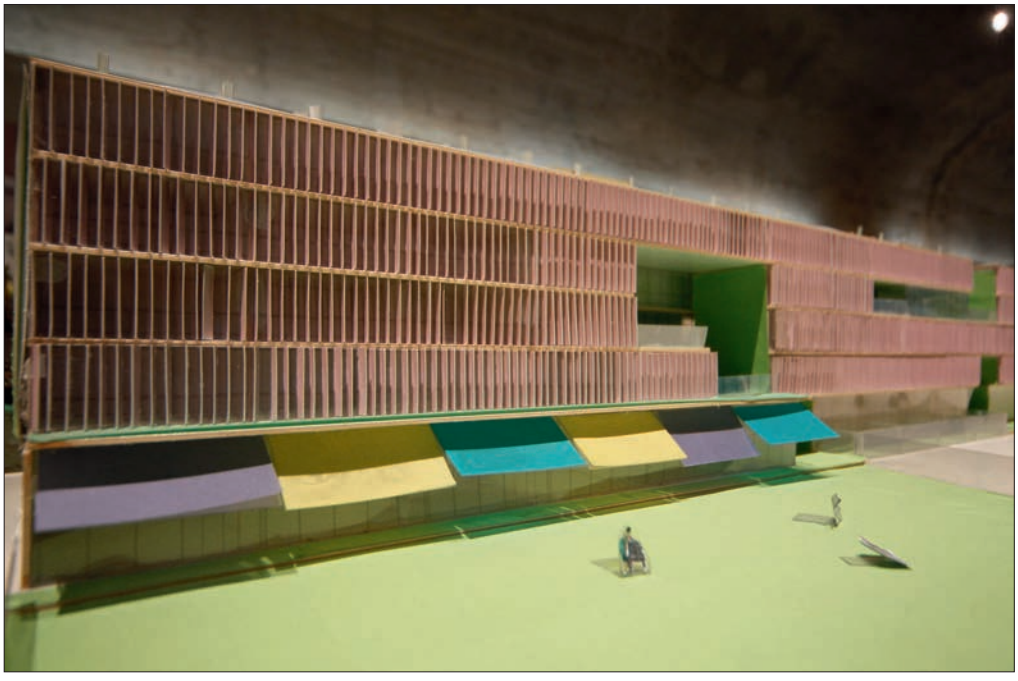
la "movida nacional", son los años del despegue y del destape arquitectónico con nuevas propuestas y discusiones, emergen con voz propia ciertos regionalismos, como el vasco, el mediterráneo o el gallego, o salta por los aires la concepción de viviendas sociales con proyectos más radicales y de más calidad alejados de las casas baratas que décadas antes se habían construido.

Ruiz Barbarín destaca entre los proyectos de este periodo la escuela Morella que Miralles ejecutó en Castellón; la escuela de San Fermín, de Campo Baeza; el BBVA y las viviendas sociales de la M-30, de Sáenz de Oiza, en Madrid; el Ayuntamiento de Logroño y el Museo Nacional de Arte Romano de Mérida, de Moneo; la urbanización Sancti Petri, en Cádiz, de Cruz y Ortiz; y arquitectos como Carvajal, Correa y Milá, Coderch o Navarro Baldeweg.

El motor de los 90, años que abrieron caminos de una significativa madurez constructiva muy comprometida, son la Exposición Universal de Sevilla y los Juegos Olímpicos de Barcelona. Entre los proyectos que destacan de esta década, Barbarín señala la estación sevillana de Santa Justa, de Cruz y Ortiz, el pabellón de la Navegación, de Vázquez Consuegra, o el cementerio de Igualada, de Miralles y Pinós, y entre los arquitectos, a Ferrater, Mangado o Bayón.

Con el nuevo siglo, una fresca y brillante generación de arquitectos jóvenes y no tan jóvenes proyecta sin miedos formales ni ataduras técnicas, abriendo un periodo de auténtica libertad espacial con renovadas y arriesgadas pro-





Maquetas de la sede de Gas Natural en Barcelona (Miralles y Tagliabue) y del edificio para jóvenes en Montjuic (Blanca Lleó).

puestas conceptualmente muy potentes. Destaca al grupo de arquitectos que acaban sus estudios en los 80, en especial al grupo que coincide en la Politécnica de Madrid a mitad de década, como Tuñón y Mansilla, Aranguren y Gallegos, Cano Lasso hijos, García de Paredes y Pedrosa, Nieto y Sobejano, Ábalos y Herreros. Barbarín asegura que es una década bipolar en la que coincide lo peor y lo mejor de la arquitectura, en la que estalla una efervescencia constructiva sin ataduras formales ni técnicas. "No hay nada que no se pueda hacer", asegura.

Y en estos momentos de crisis económica gozamos de una arquitectura más rigurosa, austera e intensa, donde el medio ambiente tiene la última palabra, "con trabajos que el tiempo, que quita el brillo de lo inmediato, se encargará de calificar como acertados", y destacando entre los autores "que explosionan" Zaera, Arroyo, Ecosistema Urbano, Entresitio o López y Rivera, asegura el comisario.

Selección

La selección de las obras de la muestra se ha llevado a cabo teniendo en cuenta una lectura real y equilibrada de lo acontecido en el conjunto de la arquitectura realizada durante los últimos 35 años en nuestro país por profesionales españoles, no en la obra o trayectoria de uno u otro arquitecto. "No nos hemos basado en un gusto personal, hay muchas tendencias y hemos intentado recoger todas las sensibilidades", asegura Ruiz Barbarín, para añadir que "el criterio para decidir quienes eran los elegidos ha sido el nuestro como comisarios. El paso del tiempo unas veces machaca obras y otras las engrandece, y éstas son las que salen".

La exposición no está dirigida a un público especializado, también quiere llegar al público en general, motivo por el que cada proyecto está expuesto de una forma muy visual. Por las condiciones y geometría de la sala Zuazo, situada en la planta sótano de las Arquerías, se ha presentado la muestra a través de dos vías: los paneles expositivos, dispuestos por todo el perímetro de la sala como unidades autónomas de cada uno de los edificios seleccionados, dispuestos cronológicamente creando un recorrido ordenado; y el espacio central, donde por medio de las maquetas prestadas por los estudios, un total de 65, se ha recreado la ciudad virtual de nuestra mejor arquitectura contemporánea. Estas maquetas dan la oportunidad de ver la volumetría de los edificios y a su vez tener una perspectiva general de la evolución arquitectónica que ha experimentado España.

Cada uno de los paneles consta de tres elementos diferenciados: una fotografía de gran formato de la obra que invita a la curiosidad del visitante en un golpe de vista inmediato; una segunda parte más analítica que se ha denominado la mesa del arquitecto, que cuenta con datos relativos a los trabajos previos a la construcción del edificio, planos, bocetos, infografías, esquemas o croquis elegidos por cada uno de los autores; y una tercera parte de índole práctica que se denomina ficha técnica o ficha de características materiales principa-

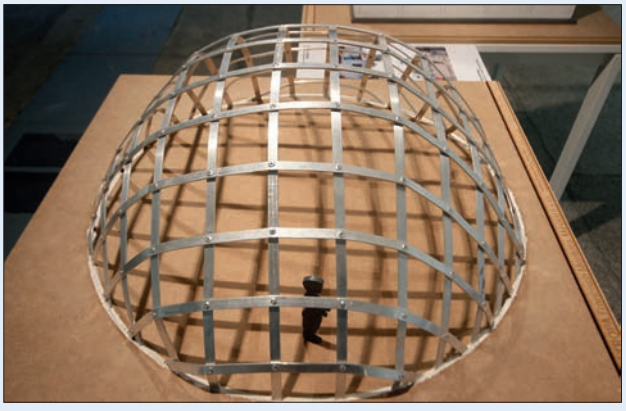
les de la obra, dirigida a los más experimentados, con el fin de ofrecer un instrumento de valoración global que permita contrastar edificios construidos en las mismas fechas y comparar las evoluciones en la interpretación de las tipologías a lo largo del tiempo.

Cada proyecto se describe por sí mismo, independientemente de su relación o no con los demás de un modo aséptico, sin buscar ningún hilo conductor que los agrupe o ponga en común en la búsqueda de cierto estilo. No se hace un análisis específico de cada uno de ellos, sino simplemente se invita al visitante a reflexionar sobre cada particular aportación dentro de su contexto evaluando el trabajo más destacado de sus autores. "De ahí su carácter objetivo –según el comisario–, ya que la reflexión crítica dependerá del visitante a partir de la información que él mismo extraiga de los elementos expuestos".

En este sentido, Ruiz Barbarín añade que no se ha buscado hacer un análisis específico de cada periodo, sino simplemente reflexionar sobre el conjunto. "Un conjunto –según sus propias palabras– que en el lenguaje económico del día de hoy tendría a nuestro juicio la calificación de triple A, porque la calidad es excelente, y esto los arquitectos, tan encerrados siempre en sus estudios, debemos de ser capaces de pregonarlo por todo el mundo, como *marca España*".

Así, la muestra ayuda a entender mejor lo que han sido estos 35 años, cuando el tiempo ha pasado sobre sus mejores edificios. Antonio Ruiz Barbarín hace una observación en este sentido, y es que hay menos obras seleccionadas de los primeros años y muchas más de los últimos "quizá porque a estas más recientes todavía el tiempo no les ha teñido con su pátina reservada para las mejores, protegiéndolas del olvido", concluye. ■

'Con o sin techo' o cómo mejorar el hábitat rural en Latinoamérica



Estructura isótropa. Cúpula del taller ETSAV, UPC (España).



Sistema Beno y Batea. Programa 10x10 (Cuba).



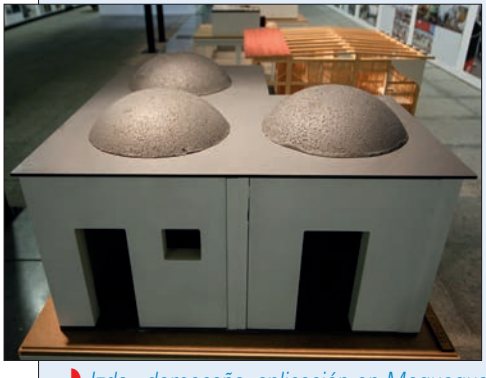
Casa de madera (Nicaragua).

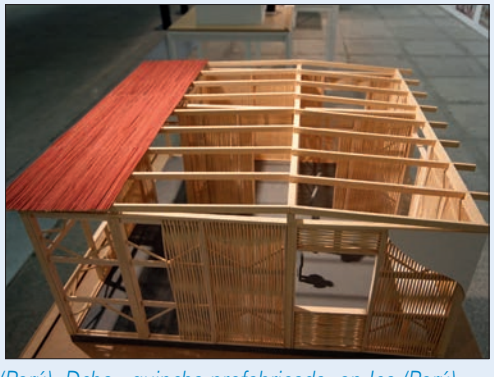
Coincidiendo con la muestra sobre arquitectura española, las Arquerías también acoge estos días y hasta el próximo 8 de abril la exposición 'Con o sin techo', dedicada a los principales métodos e instrumentos que se están aplicando para la mejora del hábitat rural en Latinoamérica.

Se pretende con ella favorecer la difusión y el intercambio de experiencias y contribuir así a la mejora de las viviendas de las poblaciones asentadas en condiciones de precariedad en Latinoamérica, región que cuenta con una rica gama de actuaciones de mejora sobre el hábitat precario, algunas muy novedosas e inéditas en los países desarrollados.

Con el patrocinio del Ministerio de Fomento, y promovida por la Federación Iberoamericana de Urbanistas (FIU) –su presidente, Lluís Brau, es el comisario–, junto al grupo de trabajo AwB de la Unión Internacional de Arquitectos (UIA), en la muestra han colaborado más de un centenar de profesionales latinoamericanos que han enviado el material expuesto.

La exposición tiene carácter itinerante, motivo por el que está colgada de una *cibernube* de la que puede descolgarse fácilmente y prepararse para exponer en cualquier punto del planeta. De hecho, ya hay varias solicitudes para trasladarla a otras ciudades españolas y de Latinoamérica.





Izda., domocaña, aplicación en Moquegua (Perú). Dcha., quincha prefabricada, en Ica (Perú).

El tren del azúcar





JULIA SOLA LANDERO
FOTOS: FUNDACIÓN DE LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES

Desde principios del siglo XX, el tren transportó primero remolacha azucarera y luego cemento por una línea con origen en Madrid y final en Alocén (Guadalajara), hasta su clausura definitiva en 1998. El acondicionamiento de casi medio centenar de kilómetros de ese trazado ferroviario ha dado lugar a la Vía Verde del Tajuña, que discurre por el valle de ese río entre Arganda del Rey y Ambite.

Entre 1901 y 1953, un tren de vía estrecha recorrió transportando viajeros y mercancías los 143 kilómetros que separan la estación del Niño Jesús, situada junto al madrileño parque del Retiro, y la localidad alcarreña de Alocén, donde las vías iban a morir en una estación que, desde 1956, descansa bajo las aguas del Tajo en el pantano de Entrepeñas.

Aquel ferrocarril, conocido popularmente como el Tren de Arganda, que nació con vocación de conectar las ricas vegas del Jarama y el Tajuña con las tierras del bajo Aragón, tuvo un enorme tráfico de viajeros y mercancías durante sus primeros años de funcionamiento, llegando a contar con un ramal que enlazaba la estación de Tajuña, situada entre Morata y Perales, con Chinchón y Colmenar de Oreja.

En aquellas primeras décadas del siglo pasado, fue la remolacha de la vega del Taju-



La vía verde discurre por un agradable paisaje de vegas a través del valle del río Tajuña, al sureste de la Comunidad de Madrid.

ña su principal producto de transporte, que los trenes recogían en abundancia para llevar hasta la factoría azucarera de La Poveda, situada en Arganda del Rey, un enorme complejo fabril que ya desde 1900 y durante 70 años fue el principal motor económico de toda aquella zona, y para cuyo funcionamiento el tren fue un elemento clave.

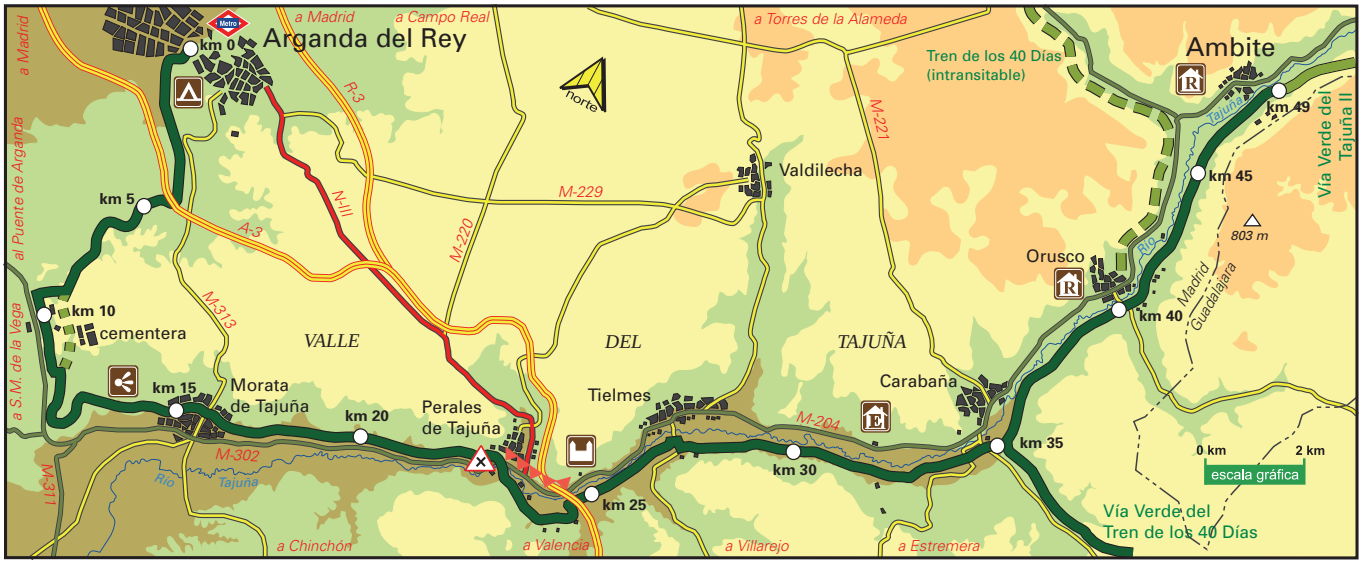
Mediado el siglo XX, el panorama ferroviario cambió. Las locomotoras y la infraestructura de la línea fueron deteriorándose poco a poco, y su falta de competitividad –la historia casi siempre se repite– hizo que la carretera cobrara un protagonismo cada vez mayor en el transporte de mercancías. Ante la falta de demanda, el transporte de viajeros cesó en el año 1953, y los trenes solo se dedicaron a transportar mercancías –sobre todo cereales y productos hortofrutícolas de la zona– durante algunos años más.



Del azúcar al cemento

En la década de los 60 y en plena eclosión de la construcción en Madrid, los materiales demandados por la empresa cementera Portland Valderribas, que tenía su fábrica en Vicálvaro, fueron copando los trenes del Tajuña hasta el punto de que la empresa logró la total exclusividad de la explotación del ferrocarril, en 1964, en el tramo de 28 kilómetros entre la cementera y las canteras de El Alto, situadas muy cerca de Morata de Tajuña, y que venía explotando desde 1925.

El resto de los tramos fue cerrándose poco a poco, hasta su clausura definitiva, ocurrida en el invierno de 1998.



Hoy, buena parte del trazado del tren ligero que llega hasta Arganda del Rey utiliza la misma plataforma del viejo tren del azúcar.

Además de esta huella, una asociación sin ánimo de lucro –el Centro de Iniciativas Ferroviarias Vapor Madrid– rescató un tramo de tres kilómetros de vías entre La Poveda, en Arganda, y La Laguna del Campillo, en Rivas, para realizar actividades turístico-culturales con antiguos trenes de vapor recuperados del olvido.



Toda la vía cuenta con un firme de asfalto de inconfundible color rojo.

Vía Verde

De aquel antiguo trazado ferroviario en desuso han sido remodelados 49 kilómetros para su reconversión en la Vía Verde de Tajuña, en el tramo comprendido entre Arganda del Rey y Ambite.

La ruta discurre paralela al río Tajuña pasando por Morata, Perales de Tajuña, Tielmes, Carabaña y Orusco, a través de un apacible paisaje de vegas sembrado de huertas y frutales, y festoneado por el verde de los álamos, sauces, zarzamoras y mimbreras que se arriman a la orilla del río. También aparecen, elevados sobre este valle excavado por el agua, los olivares y el monte bajo, donde crecen encinas y coscojas, y sobrevuelan el milano negro, la grajilla, el halcón peregrino, la paloma zurita y los abejarucos. Y rompiendo este paisaje verde y ocre, en algunos tramos del trazado se elevan los cantiles verticales y cuestas yesíferas, testigos de la actividad industrial que proporcionaron las canteras de piedra caliza cercanas a Morata de Tajuña.

Arranca la ruta en el casco urbano de Arganda del Rey, donde aún perviven dos tramos del antiguo trazado ferroviario hoy reconvertidos en vía verde. El primero, de 3 kilómetros de longitud, discurre entre el antiguo paso a nivel de la azucarera de La





Ingenios a pedales de distintas características son algunos de los usuarios habituales de esta vía verde.

Poveda y el centro urbano; el segundo tramo comienza en el paso a nivel que utilizaba el ferrocarril de Arganda para salvar la antigua carretera nacional N-III y actual avenida el Ejército.

Ambos tramos atraviesan la zona industrial de Arganda para ir a dar a unas plácidas laderas donde aún perviven algunos olivos. Cruzando bajo la autovía A-3 comienza un tramo ligeramente ascendente y con suaves curvas flanqueadas por trincheras y taludes, hasta su encuentro con la meseta conocida como El Alto, que enseguida se deja atrás para descender hasta Morata de Tajuña, a 15 kilómetros del inicio de la ruta.

De Morata a Tielmes

En Morata de Tajuña, si el viajero quiere hacer un pequeño tramo hacia atrás, dirección Madrid, se encontrará muy cerca con la cantera de Cornicabra, que ofrece una imponente panorámica del valle del Tajuña.

Pero volviendo a la vía verde, en este tramo enfila dirección a Perales de Tajuña a través de un tramo urbano hasta emparejarse con la carretera M-506, donde la ruta regresa al paisaje verde de huertas y sembrados. Salvado este tramo de fácil caminar, la pista llega hasta el lugar que ocupaba la antigua estación ya desaparecida –tampoco existe el apeadero que hubo junto a la fábrica de yeso– y desde donde arrancaba el ramal que llegaba hasta Chinchón y Colmenar de Oreja.

Al otro lado de la carretera se divisa el puente metálico de aquel ramal, mientras la ruta enfila un tramo de badenes y acusadas rampas. En el kilómetro 23 de la vía se encuentra Perales de Tajuña, donde se puede constatar que en el lugar que ocupó la antigua estación se levanta hoy un colegio, y que donde hubo raíles del tren hoy pasan las calles del pueblo. Se pierde aquí, pues, la huella del tren y se abren dos alternativas para proseguir la vía verde: un ramal que nace a la entrada del pueblo para cruzar el río y discurrir por la vega sobre dos pistas abiertas al tráfico hasta la autovía A-3, que se salva bajo un gran viaducto; y un segundo ramal que sigue fiel al trazado de la vía férrea cruzando el casco urbano.

Este tramo, situado en medio de escarpados cantiles de yeso y muy cerca de las espectaculares cuevas de Perales, se interrumpe unos 300 metros, una vez pasada la autovía, por lo que hay que descender en busca del otro ramal de la vía verde que arranca en Perales.

Ya en el kilómetro 28, al otro lado del Tajuña, se divi-

Museo y tren turístico de Arganda del Rey

La asociación cultural no lucrativa Centro de Iniciativas Ferroviarias Vapor-Madrid (CIFVM) impulsó el Museo y Tren Turístico de La Poveda a la Laguna del Campillo, en colaboración con los ayuntamientos de Arganda del Rey y de Rivas-Vaciamadrid y la Comunidad de Madrid.

El tren turístico recorre un trayecto de más de tres kilómetros, entre la estación de La Poveda y las inmediaciones de la laguna del Campillo, atravesando el río Jarama a través de un largo puente metálico que separa los municipios de Arganda del Rey y Rivas Vaciamadrid.

El grupo "Vapor-Madrid" ha reunido un importante patrimonio histórico ferroviario, parte del cual se exhibe en el museo. Además de cuatro locomotoras de vapor, cuenta con un variado parque de locomotoras diésel, coches de viajeros, furgones, vagones, y automotores.

Más información: **www.vapormadrid.com**



El valle y el bosque de ribera del río Tajuña, así como el Parque Regional del Sureste, conforman el escenario de la Vía Verde del Tajuña.

sa Tielmes, pueblo al que se puede acceder utilizando la primera carretera que aparece junto a la vía verde. Entre Tielmes y Ambite, la vía verde se aleja del antiguo trazado ferroviario, ahora ocupado por numerosas edificaciones, y aparecen estaciones recuperadas para nuevos usos, como la de Chávarri, donde se cargaban los trenes para transportar las botellas del famoso agua de Carabaña.

De Tielmes a Ambite

Y ya en el kilómetro 35 de la ruta, aparece Carabaña, precedida por un puente sobre el río, por uno de los molinos que jalonaban el Tajuña, y por un apacible paisaje agrícola junto al bosque de ribera donde verdean los chopos, sauces, fresnos y olmos, y encuentran cobijo abubillas, ruiseñores, perdices, estorninos y topillos.

Desde Carabaña, en cuyo casco urbano no entra la vía verde, a Orusco de Tajuña, la ruta discurre paralela a la explanada del Ferrocarril de los 40 días, construido durante la Guerra Civil con la velocidad que indica su nombre, hasta llegar al cruce de la carretera que une Carabaña con Estremera, donde existe una bifurcación en forma de "Y" y donde nuestra vía verde toma el ramal de la izquierda en dirección a Orusco, mientras que el ramal de la derecha, con 13 kilómetros de longitud, corresponde a aquel Ferrocarril de los 40 días.



Ahora la ruta discurre entre paredes excavadas en su día para abrir paso a los trenes, tramos acantilados sobre el rio y algún pequeño puente de piedra. Arribando a Orusco de Tajuña, cuya estación ha sido reconvertida en mesón, se suceden los campos sembrados de maíz, trigo, cebada y frutales, pespunteados por olivos asomados a los cerros cercanos para dar su contrapunto verde oscuro. La vía verde entra en Orusco con dirección sur, para continuar con dirección a Ambite.

A esta altura del periplo, la ruta busca el final cruzando un espeso pinar y desemboca en la explanación de la antigua estación de Ambite, convertida actualmente en una piscina municipal al aire libre, y en una pequeña área de descanso, donde termina la vía verde, muy cerca de la provincia de Guadalajara y junto al último pueblo de la Comunidad de Madrid. ■

www.viasverdes.com

Más información:
Fundación de los Ferrocarriles Españoles

Proyecto
Vías de Empleo Verde

La Fundación de los Ferrocarriles Españoles desarrolla en alianza con la Fundación Biodiversidad a través del Programa empleaverde el Proyecto "Vías de Empleo Verde", cofinanciado por el Fondo Social Europeo y con la colaboración de las Diputaciones de Cádiz, Jaén y Toledo. Las actividades desarrolladas en el marco de este proyecto pretenden la mejora del empleo y la sostenibilidad de las actividades generadas en torno a las Vías Verdes españolas.

En el proyecto Vías de Empleo verde está prevista la realización de 28 acciones distintas, más de la mitad de índole formativa. Las acciones que se van a realizar son:

- Organización de 15 acciones formativas presenciales
- Dos Jornadas técnicas para el intercambio de experiencias entre los destinatarios, trabajadores y profesionales.
- Campañas de Sensibilización en materia de empleo y medio ambiente mediante material divulgativo en papel y on line
- La página web www.viasdeempleoverde.com, donde quedará recogida toda la información del proyecto, donde se emitirá periódicamente un boletín electrónico y se accederá a una RED para el intercambio de experiencias y el fomento de trasferencias de buenas prácticas en materia de formación ambiental y fomento del empleo.
- Asesorías presenciales y a distancia para profesionales y trabajadores en la creación de nuevas estructuras de trabajo relacionadas con las Vías Verdes.

Para más información escribenos a empleaverde@ffe.es o puedes consultar toda la información en la Web:

www.viasdeempleoverde.com

PROGRAMA emplea verde 2007-2013

UNIÓN EUROPEA
FONDO SOCIAL EUROPEO
El FSE invierte en tu futuro

Fundación Biodiversidad

FUNDACIÓN DE LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES

Colabora:

Diputación de Toledo · Diputación de Cádiz · Diputación de Jaén

Acción Gratuita cofinanciada por el FSE

Revista del Ministerio de
Fomento

Marzo 2012 ● Nº 615 ● 3 €



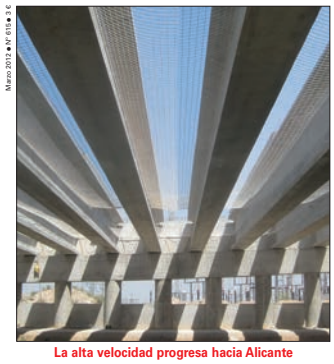
La alta velocidad progresa hacia Alicante

● La red de Adif, al día ● Las Cercanías madrileñas, pioneras en la incorporación del ERTMS ● Récord de pasajeros en la red de Aena

Revista del Ministerio de Fomento

En este número

MARZO 2012
Nº 615



La alta velocidad progresa hacia Alicante

La red de Adif, al día · Las Cercanías madrileñas, pioneras en la incorporación del ERTMS · Récord de pasajeros en la red de Aena



FERROCARRIL

2. Hacia el Mediterráneo. *El tramo de alta velocidad Albacete-Alicante, en avanzado estado de ejecución.*



CARRETERAS

10 Enlace de autovías. *Entra en servicio la conexión suroeste de Murcia (MU-31), biela de conexión entre dos vías de gran capacidad.*



AEROPUERTOS

16. Despegue de cifras. *Récord de pasajeros y de percepción de la calidad para los aeropuertos de Aena en 2011.*



FERROCARRIL

22. Trenes rigurosamente vigilados. *La línea C4 de Cercanías de Madrid, pionera en Europa en incorporar el sistema ERTMS.*

Y además...

26. Información de suma utilidad. *Declaración sobre la red de Adif para el periodo 2012-2013.*

32. No solo de adorno. *Jardines verticales y reducción del consumo energético en viviendas.*

38. Oro blanco pirenaico. *Las fuentes saladas del Solsonés.*

44. El tren que hizo ciudad. *Vía Verde de Ojos Negros.*

Director de la Revista: Antonio Recuero

Edición: Javier R. Ventosa. **Maquetación:** J. A. Laiz. **Secretaria de redacción:** Ana Herráiz. **Fotografía:** José Caballero. **Archivo fotográfico:** Vera Nosti. **Portada:** DCE Murcia
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor. **Colaboran en este número:** Jesúa Ávila, Pepa Martín, Morena Morante y Julia Sola Landero.
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).* **Vicepresidencia:** Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).*
Información de publicaciones del Ministerio de Fomento: 915 976 449 / 78.
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: 161-12-004-1

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

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD ALBACETE-ALICANTE, EN AVANZADO ESTADO DE EJECUCIÓN

Hacia el Mediterráneo





El tramo Caudete-Alicante presenta la vía y la catenaria ya instaladas prácticamente en su totalidad.

JAVIER R. VENTOSA
FOTOS: ADIF

Después de alcanzar Valencia, el corredor de alta velocidad de Levante prosigue su proceso constructivo para recalar lo antes posible en Alicante, su segundo destino mediterráneo. Con ese objetivo se ejecuta actualmente el trazado Albacete-Alicante, obra muy avanzada que presenta la nueva plataforma ferroviaria casi terminada, el montaje de vía en proceso y la instalación de la electrificación, la señalización y las comunicaciones también en marcha.

La línea de alta velocidad Madrid-Castilla La Mancha-Comunidad Valenciana-Región de Murcia, o Corredor de Levante, que desde diciembre de 2010 tiene en servicio las conexiones Madrid-Valencia y Madrid-Albacete, prosigue su proceso constructivo buscando nuevamente, por segunda vez, el litoral mediterráneo. Actualmente están en fase de ejecución los tramos Albacete-La Encina-Valencia, La Encina-Alicante, Monforte del Cid-Murcia y la duplicación de vía entre Atocha y Torrejón de Velasco, que, junto a los recorridos Valencia-Castellón, Murcia-Cartagena y la red arterial de Valencia, conformarán los 955,4 kilómetros que medirá este gran corredor de alta velocidad.

Alicante será el próximo destino del corredor en entrar en servicio, lo que activará la conexión de alta velocidad Madrid-Alican-



Bifurcación de la plataforma de alta velocidad y cruce sobre la vía convencional en el tramo Almansa-La Encina.

te, llamada a ser una de las más rentables de la red española. Para alcanzar ese objetivo, el trayecto entre Albacete y Alicante, imprescindible para completar la línea desde la capital española, acapara en la actualidad el trabajo de las constructoras que, con el esfuerzo inversor del Ministerio de Fomento y bajo la dirección técnica del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif), dan forma a esta nueva infraestructura de alta velocidad.

Una actuación doble

Estos trabajos, que se llevan a cabo a lo largo de unos 170 kilómetros por las provincias de Albacete y Alicante, son de dos tipos: por un lado, la construcción de una nueva plataforma de alta velocidad de cerca de un centenar de kilómetros entre Almansa y Alicante; y por otro, la adecuación a la alta velocidad del trazado y las instalaciones existentes entre Albacete y Almansa, a lo largo de unos 65 kilómetros, así como la ejecución de una nueva plataforma de ancho ibérico y la adecuación de otra línea existente para mantener el tráfico ferroviario convencional en la provincia de Albacete.

El resultado final de todas estas actuaciones será un trazado apto para albergar una vía doble de ancho UIC entre Albacete y Alicante que, equipada con electrificación de 2x25 kV en corriente alterna y sistemas de señalización Ertms, permitirá alcanzar velocidades máximas de 350 km/h. Paralelamente, se actualiza y se mejora la infraestructura ferroviaria convencional entre Albacete y Almansa para el tráfico de mercancías y trenes regionales. Todas las obras se han eje-



Viaducto del ramal de mercancías al puerto de Alicante.

Directo al puerto

La llegada de la alta velocidad a Alicante está suponiendo la remodelación de la red ferroviaria de la ciudad, con actuaciones que, junto al nuevo acceso para el AVE, incluyen la conexión con la futura variante de Torrellano (Alicante-Elche-Crevillente) mediante un ramal de 622 metros de doble vía de ancho UIC, una variante de 2,9 kilómetros para mantener el servicio Madrid-Alicante mientras duran las obras del soterramiento, una nueva plataforma de 1.850 metros para vía única de ancho ibérico para la línea Alicante-Villena, un ramal de 600 metros para la estación de mercancías de Benalúa, una plataforma para vías de ancho UIC para el nuevo Centro de Tratamiento Técnico de Trenes (CTT) situado al sur de la estación o la mejora del acceso ferroviario al puerto. Respecto a esta última actuación, en el marco de las obras del subtramo La Alcoraya-Alicante de la LAV se ha ejecutado un viaducto en salto de carnero (184,5 metros de longitud divididos en 11 vanos) sobre el pasillo ferroviario de acceso a la ciudad, poco antes del inicio del soterramiento, y un ramal de mercancías de vía única en ancho ibérico, de 1.299 metros de longitud, que enlaza con el ramal al puerto ya existente. Estas actuaciones eliminarán la inversión de la marcha en Alicante Término –los trenes de mercancías con origen/destino al puerto debían pasar obligatoriamente por esta estación con configuración de fondo de saco y ahora lo harán de forma directa al puerto- y aportarán una mayor competitividad al puerto alicantino.



La plataforma de alta velocidad en el tramo Almansa-La Encina está finalizada desde febrero y lista para las fases siguientes de superestructura.

cutado sin interrumpir estos tráficos.

Con objeto de finalizar la obra de plataforma de forma coordinada, y dado que comprende actuaciones con diferentes plazos de ejecución y grados de dificultad, la construcción del tramo Albacete-Alicante se ha planificado por fases. Así, la parte más compleja, la ejecución de la nueva plataforma de alta velocidad, se inició en 2004 y 2005 en la provincia de Alicante y se extendió a partir de 2008 a la de Albacete, concluyendo en 2011 con el inicio del último tramo urbano de Alicante. Por su parte, la construcción de la nueva plataforma de ancho ibérico en Albacete arrancó en el año 2009, iniciándose la adaptación del trazado convencional existente a medida que quedaban liberados tramos del mismo.

CORREDOR DE LEVANTE



Estado de las obras

En la actualidad, la obra progresa a buen ritmo y presenta un avanzado estado de construcción, con la nueva plataforma de alta velocidad finalizada en Alicante y Albacete (13 subtramos), salvo los 1.000 metros del subtramo urbano final de Alicante, estando ya previstas las primeras circulaciones con automotores laboratorio de Adif para testar los tramos ya concluidos. La inversión en esta



Plataforma de alta velocidad ya finalizada a su paso bajo una carretera autonómica, en el Nudo de la Encina.

plataforma supera los 800 M€. Una vez concluida y en servicio la nueva plataforma de ancho ibérico en la provincia de Albacete, se está procediendo a adecuar a la alta velocidad la plataforma y las instalaciones convencionales existentes en esta provincia.

El montaje de la vía doble de ancho UIC está concluido entre Caudete y Alicante (64 kilómetros, 21,2 M€ de inversión), y recientemente se ha autorizado la licitación para instalar la vía entre Almansa y Caudete, mientras que entre Albacete y Almansa está ya en marcha el cambio del ancho de vía para permitir las circulaciones de alta velocidad (inversión de 14,7 M€). Para los tramos Almansa-Caudete y Caudete-Alicante, todas las operaciones de suministro de material se llevan a cabo desde la base de montaje de Monforte del Cid (Alicante).

Respecto a la electrificación de la línea, a mediados de febrero se inició el montaje de la catenaria en los tramos más avanzados. La inversión de 57,6 M€ prevista en este capítulo contempla la instalación de 385,3 kilómetros de hilo de contacto sobre 4.956 postes levantados a lo largo de un trazado de 171,5 kilómetros (se incluye la vía doble, las vías secundarias y los desvíos). También están en fase de construcción las dos subestaciones eléctricas previstas (Campanario y Sax), los centros de autotransformación asociados y el telemando de energía, con un presupuesto conjunto de 48,8 M€. Estas obras garantizarán el suministro de corriente alterna a la línea de alta velocidad.

Por último, próximamente comenzarán los primeros trabajos para el montaje de las instalaciones de señalización (Ertms), telecomunicaciones fijas, control de tráfico centralizado y telefonía móvil GSM-R de la línea, tras su adjudicación por 280,8 M€ a una agrupación de empresas españolas a través de un concurso de colaboración público-privada. El contrato prevé la construcción y el mantenimiento integral de estas instalaciones durante 20 años.



Prueba de carga en un viaducto del nudo de La Encina.

Los tramos de la línea

Las actuaciones que se desarrollan en los distintos tramos entre Albacete y Alicante son las siguientes:

Albacete-Almansa

El tráfico de alta velocidad en este tramo, que arranca en la estación de Albacete y se desarrolla íntegramente por el sur de la provincia castellano-manchega, se realizará por el trazado convencional existente, cuya plataforma se construyó con parámetros de alta velocidad. Con ese fin se ha desarrollado una solución en dos fases consecutivas: en la fase I, construcción y equipamiento de una nueva plataforma de ancho ibérico entre Albacete y Villar de Chinchilla (41,4 kilómetros) y renovación de la vía entre Villar de Chinchilla y Almansa (36 kilómetros), con objeto de desviar hacia esta infraestructura convencional el tráfico de trenes y liberar el trazado existente; en la fase II, adecuación a la alta velocidad de la plataforma y las instalaciones existentes entre Albacete y Bo-



Viaducto (562 metros) a la salida de Albacete sobre la autovía A-31 y el actual trazado convencional, que será acondicionado a la alta velocidad.

nete y en la contigua Variante de Alpera (26 kilómetros), construida con geometría de alta velocidad y en servicio desde 2006 en ancho ibérico, tramos donde la actualización permitirá alcanzar velocidades punta de 300 km/h.

A finales de febrero culminó la fase I con la puesta en servicio del tramo rehabilitado Villar de Chinchilla-Almansa, que se une a los ya abiertos en 2011 sobre la nueva plataforma convencional (Albacete-Chinchilla y Chinchilla-Bonete), con lo que todo el tráfico ha sido trasvasado ya a la nueva variante de ancho ibérico, liberando el trazado existente. Sobre el mismo se desarrolla desde mediados de 2011 la adaptación a la alta velocidad de la plataforma entre Albacete y Almansa, cuya doble vía tiene instaladas traviesas polivalentes que permiten indistintamente la circulación en ancho ibérico (1.668 mm) y en ancho UIC (1.435 mm). Estas obras consisten básicamente en la adaptación del carril actual al ancho UIC mediante una sencilla operación, además del acondicionamiento de los Puestos de Adelantamiento y Estacionamiento de Trenes (PAET) de Chinchilla y Alpera al ancho UIC y un nuevo puesto de banalización a la salida de Albacete, entre otros.

También se necesita adaptar la electrificación para las circulaciones de alta velocidad. Así, en los dos tramos liberados en 2011 se ha desmontado la catenaria convencional y se avanza en el montaje de postes y cimentación de centros de autotransformación, mientras que en la Variante de Alpera ha comenzado el desmontaje de la catenaria y se construye la subestación eléctrica de Campanario. Posteriormente se instalará la señalización.

Almansa-La Encina

La Variante de Almansa, tramo de nueva construcción de 24,4 kilómetros de longitud que discurre por la altiplanicie de Almansa, con un trazado totalmente diferenciado de la vía convencional, ha culminado a finales de febrero la obra civil de plataforma de sus tres subtramos (Almansa-La Encina I, II y III). Entre sus elementos singulares figuran seis viaductos (el mayor, El Hondo II, tiene 826 metros de longitud), una pérgola de 183 metros sobre la línea convencional Albacete-La Encina, un PAET y un puesto de banalización en Almansa, además de cincos pasos superiores y 14 inferiores. En Almansa, además, está proyectada una nueva estación, en fase de estudio infotmativo.

El montaje de vía tanto en este tramo como en el siguiente (Nudo de La Encina) se realizará en un mismo contrato, cuya licitación ha sido autorizada recientemente. A lo largo de sus 35 kilómetros está previsto utilizar 132 kilómetros de carril, 110.800 traviesas de hormigón y 218.700 m^3 de balasto. Respecto a la electrificación, están muy avanzadas las obras de replanteos, cimentaciones de centros de autotransformación y el montaje de postes, pórticos y silletas, a cuyo término se iniciará el tendido de la catenaria.



Infografía de la futura estación de Villena (Alicante).



Estructura sobre la autovía A-31, uno de los cuatro viaductos construidos en el ramal Albacete/Alicante del Nudo de la Encina.

Nudo de La Encina

Este nudo ferroviario, situado en la confluencia de las provincias de Valencia, Albacete y Alicante, es el punto de bifurcación y confluencia de las líneas que conectan entre sí Madrid/Albacete, Valencia y Alicante/Murcia. En este triángulo de 25,5 kilómetros de longitud se ha dado prioridad a los movimientos de mayor tráfico, por lo que el eje directo es el que enlazará Madrid/Albacete con Alicante, en ambos sentidos. Los principales elementos del nudo ferroviario son ocho viaductos construidos con tipología de tablero hiperestático (cuatro diseñados para vía doble y el resto para vía única, con longitudes comprendidas entre 60 y 150 metros) y tres estructuras tipo pérgola, correspondientes a los pasos inferiores de las construcciones dispuestas en saltos de carnero de las vías únicas bajo los ejes de vía doble.

Adif ha finalizado las obras de plataforma del ramal que conectará Madrid/Albacete con Alicante/Murcia (9,45 kilómetros), el único lado del triángulo necesario para activar la relación Albacete-Alicante, que discurre en orientación norte-sur en paralelo primero al este y luego al oeste de la autovía A-31. Paralelamente prosiguen las obras de los otros dos lados del triángulo ferroviario.

En este ramal se han construido cuatro viaductos para salvar la línea férrea La Encina-Caudete (62,6 metros), la autovía A-33 (80 metros), la autovía A-31 (se apoya sobre pórticos con dinteles metálicos hormigonados) y de nuevo un ramal de la A-33, que ya han superado las correspondientes pruebas de carga. También se han ejecutado sendos saltos de carnero que permitirán el cruce, por un lado, entre los ejes ferroviarios Albacete-Alicante y Albacete-Valencia, y por otro, entre los ejes Albacete-Alicante y Valencia-Alicante, además de cuatro pasos inferiores y un paso superior.

Caudete-Alicante

Este tramo de 65 kilómetros, comprendido entre los términos municipales de Caudete (Albacete) y los alicantinos de Villena, Sax, Salinas, Elda, Novelda, Monforte del Cid y Agost hasta llegar a la capital, fue el primero en iniciarse y, por tanto, es el más avanzado. De hecho, tiene finalizada desde hace meses la obra de plataforma de nueve de sus 10 subtramos. Entre sus elementos singulares figuran 17 viaductos que suman 8,4 kilómetros, destacando el viaducto del cordel del Sax (1.498 metros), el viaducto Salitre-Vinalopó (1.481 metros), el viaducto sobre la acequia del Rey (1.394 metros) y el viaducto sobre el ferrocarril La Encina-Alicante (1.260 metros). Entre los cuatro túneles construidos, que suman 5,4 kilómetros, sobresale el de Las Barracas (2,8 kilómetros), el más largo de todos. Este tramo cuenta también con un PAET en Monforte del Cid, la bifurcación de la línea hacia Elche y Murcia, y los puestos de banalización de Villena y Monforte del Cid. Además, el Gobierno ha autorizado recientemente la licitación para construir la nueva estación de Villena. .

> Entre Albacete y Almansa se ha construido una nueva plataforma convencional que mejorará el tráfico de regionales y mercancías

Al ser el primer tramo entregado a Adif, ha sido también el primero en montar la vía, proceso ya culminado salvo en sus mil metros finales. En total se han montado 298.100 metros de carril, 212.000 traviesas de hormigón y 447.300 m^3 de balasto. También en este tramo (que a efectos de la electrificación incluye el Nudo de La Encina, sumando en total 82,5 kilómetros) ha concluido la obra civil de electrificación (postes, centros de autotransformación intermedios, subestación eléctrica de Sax), habiéndose tendido la catenaria y procediéndose a su puesta en tensión entre Caudete y Albacete. Próximamente comenzará también la instalación de la señalización y las comunicaciones.

La parte final del tramo lo



Pasillo ferroviario existente hasta la estación de Alicante y, a su derecha, ejecución de andenes de la plataforma de alta velocidad, con los trabajos de soterramiento del trazado al fondo.

constituyen los accesos a Alicante, única obra en entorno urbano, caracterizada por la gran cantidad de afecciones y por ejecutarse sin interrumpir los servicios ferroviarios. La solución provisional que se ejecuta es el soterramiento de la traza mediante muros-pantalla verticales cubiertos por una losa de hormigón a lo largo de 1,4 kilómetros –los 1.070 metros iniciales, integrados en los subtramos La Alcoraya-Alicante y Accesos a Alicante fase I, ya están acabados, mientras que se trabaja sobre los 370 metros bajo tierra restantes de los Accesos a Alicante fase II sección norte–, y su emergencia a superficie en los últimos 650 metros hasta alcanzar la estación. En el canal soterrado se prevé montar tres vías, dos de ancho UIC y una de ancho mixto. Se trata de una solución compatible con la configuración final prevista por la sociedad Avant (integrada por el Ministerio de Fomento, la Generalitat Valenciana, el Ayuntamiento de Alicante y Adif) y similar a la de la estación de Málaga.

En la actualidad, dentro de las obras de la fase II, sección norte (1.020 metros de longitud), último tramo en ejecución entre Caudete y Alicante, la construcción de la plataforma del tramo soterrado está muy avanzada y se están ejecutando las plataformas para los tres andenes, que darán servicio a cuatro vías de ancho UIC y dos de ancho ibérico (Cercanías, Media y Larga Distancia). En el lado norte de la estación actual se ha despejado el terreno para construir la zona de conexión y embarque de viajeros, que estará enlazada con la terminal existente, edificio que se mantendrá provisionalmente y que recibirá a los primeros trenes AVE. ■

Singularidades

A lo largo del trazado Adif desarrolla actuaciones de equipamiento de la infraestructura revestidas de singularidad, entre las que destacan las siguientes:

■ Contrapesas ecológicas. Por primera vez, Adif está instalando en un trazado de alta velocidad contrapesas ecológicas en la catenaria eléctrica. Estas contrapesas, que aportan tensión mecánica a los cables de catenaria (sustentador e hilo de contacto), están fabricadas a base de residuos siderometalúrgicos compactados, frente al hierro de las convencionales. Entre sus ventajas, además del menor coste de fabricación, figuran una composición y un proceso de fabricación respetuosos con el medio ambiente, al no emitir gases de efecto invernadero, además de una mayor resistencia a la degradación ambiental y la no generación de residuos en la capa terrestre. También ayudan a prevenir accidentes laborales, ya que incorporan mecanismos y elementos simplificados para su manipulación y montaje.

■ Pantallas fonoabsorbentes. Como consecuencia de un estudio acústico, se encuentra en ejecución sobre la plataforma ferroviaria la instalación de pantallas de protección acústica (de hormigón o metálicas) sobre una superficie de 45.026 m^2 en lugares edificados cercanos a la traza. Como casos singulares figuran la instalación de pantallas de 7,5 metros de altura en un tramo de 110 metros de longitud junto a la ermita de San Bartolomé, en Villena (Alicante), y en otro tramo de 500 metros de longitud para proteger un conjunto de viviendas en Novelda (Alicante).


SUDITRANS



La MU-31 (en la foto, días antes de su apertura, a falta de la señalización horizontal) salva el canal del Reguerón mediante una pérgola poco antes de enlazar con la MU-30 junto al polígono Oeste.

ENTRA EN SERVICIO LA CONEXIÓN SUROESTE DE MURCIA (MU-31)

Enlace de autovías

JAVIER R. VENTOSA
FOTOS: PAISAJES ESPAÑOLES S.A.

El Ministerio de Fomento ha puesto en servicio la nueva Conexión Suroeste de Murcia (MU-31), un corto tramo de autovía que enlaza la circunvalación de Murcia y la autovía A-30, descargando el tráfico de ambas infraestructuras y aportando una mayor fluidez a la circulación en la zona. Más de 18.000 vehículos circulan a diario por la nueva vía de gran capacidad murciana.

La nueva autovía MU-31 o Conexión Suroeste de Murcia cumple una importante función en el esquema viario de la región metropolitana de esta ciudad levantina ya que, pese a su reducida longitud (3,2 kilómetros, más otros 3 kilómetros de ramales), constituye una verdadera biela de conexión entre dos de las principales vías de gran capacidad que confluyen en la zona: la autovía Albacete-Cartagena (A-30) y la circunvalación de Murcia (MU-30).

Su trazado, por consiguiente, es utilizado tanto por los recorridos de larga distancia, es decir, el tráfico de vehículos procedentes del centro de España con destino a Cartagena y el litoral murciano por la A-30 o viceversa, como por los recorridos locales, esto es, el tráfico generado por la localidad de El Palmar (23.300

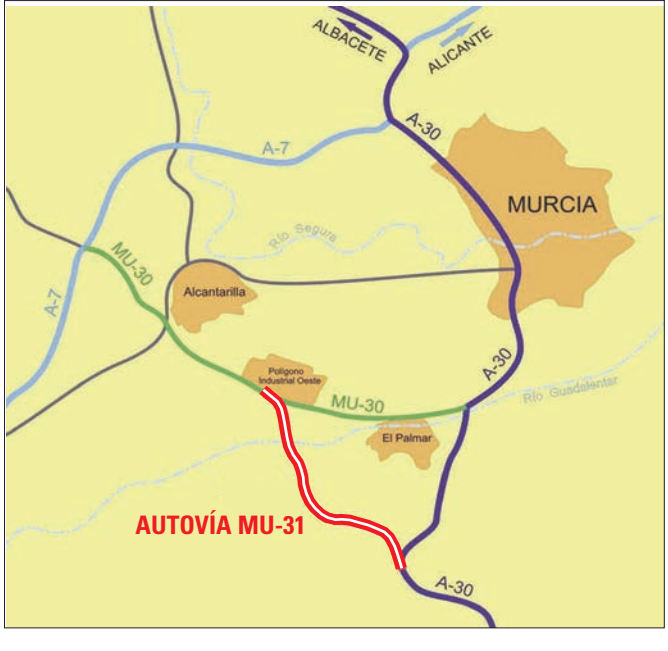


El viaducto de El Palmar, de 840 metros de longitud, es una de las obras singulares de la nueva infraestructura murciana.

habitantes) y por las actividades económicas de Merca-Murcia y del polígono Oeste de Murcia mediante sus respectivos enlaces.

Esta nueva conexión viaria se configura, junto con el futuro Arco Norte, como un itinerario alternativo a la Ronda Oeste de Murcia, vía que desde hace años presenta la mayor intensidad de tráfico de la comunidad autónoma, superando los 100.000 vehículos al día. Se estima que la nueva MU-31 es utilizada a diario por 18.700 vehículos, procedentes en buena parte de la Ronda Oeste, cifra que previsiblemente crecerá hasta alcanzar los 33.000 vehículos diarios a medio plazo, siempre de acuerdo a las estimaciones oficiales.

ESQUEMA VIARIO METROPOLITANO DE MURCIA



Fuente Ministerio de Fomento

La relevancia que la nueva autovía tiene para los usuarios, principalmente para los murcianos, fue resaltada por la ministra de Fomento, Ana Pastor, durante la puesta en servicio de la infraestructura, el pasado 13 de febrero. Según la ministra, la MU-31 "es una importante incorporación a la red viaria de la Comunidad" que "supondrá una mejora sustancial en la liberación de tráfico de otras arterias, así como una mayor fluidez".

El Ministerio de Fomento ha invertido un total de 84,7 M€ en esta nueva autovía, corres-



Origen de la MU-31 en el remodelado enlace de La Paloma, de conexión con la autovía A-30.

pondiendo prácticamente un tercio de la misma (26,9 M€) al presupuesto para las expropiaciones de terrenos.

Características

La nueva autovía tiene su origen en la A-30, a la altura del enlace del PK 150 denominado enlace de La Paloma, discurre en sentido noroeste y finaliza en la autovía de circunvalación de Murcia (MU-30) en el tramo comprendido entre los enlaces del PK 4 y del PK 6, junto al polígono industrial Oeste y el futuro Centro Integrado de Transporte de Murcia (Citmusa). El tronco tiene una longitud de 3.240 metros, a los que se añaden otros 3.000 metros de ramales de conexión, 2.000 de ellos al inicio para la conexión con la autovía A-30 y otros 1.000 metros para la unión con la circunvalación MU-30. La velocidad de proyecto es de 100 km/h en la MU-31 y de 80 km/h en las conexiones con las autovías MU-30 y A-30.

En el trazado se han ejecutado tres enlaces: la conexión directa con la autovía A-30, que ha supuesto la remodelación del enlace de La Paloma; El Palmar, que conecta con la carretera autonómica RM-603 con tipología de diamante con glorieta inferior; y la conexión final con la MU-30 a la altura del enlace del polígono industrial Oeste, que ha requerido la ampliación de un tercer carril en ambas calzadas de la autovía existente.

Hay que destacar que el diseño de las conexiones con las autovías A-30 y MU-30 mediante enlaces tipo confluencia-bifurcación permite a los conductores cambiar de una a otra autovía sin necesidad de circular por glorietas o ramales tipo lazo en los que se reducen significativamente la capacidad y seguridad del tráfico. Este diseño, por consiguiente, potencia la seguridad, fluidez y comodidad del tráfico en estos puntos.

El trazado incluye dos obras singulares: el viaducto de El Palmar, una estructura doble de 840 metros de longitud divididos en 11 vanos, con luces máximas de 46 me-

LA OBRA EN CIFRAS

Longitud del tronco	3.240	m
Longitud ramales conexión	3.000	m
Longitud en estructura	1.698	m
Excavación en desmonte	581.492	m^3
Relleno y terraplén	1.240.350	m^3
Suelo estabilizado S-EST 3	51.293	m^3
Suelocemento	40.600	m^3
MBC (aglomerado)	66.003	t
Pilotes cimentaciones	6.794	m
Columnas de grava	66.543	m
Acero corrugado B500 S	5.500.000	kg
Hormigón estructural	64.857	m^3



Enlace de El Palmar, con tipología de diamante con glorieta inferior, días antes de la inauguración de la autovía.

tros y mínimas de 36 metros, anchura de 11,50 metros por tablero, situado en las estribaciones del puerto de la Cadena; y la pérgola del Reguerón, una estructura de 120 metros de longitud que permite salvar el canal homónimo en las adecuadas condiciones de permeabilidad hidráulica y territorial. Además, se han construido cinco pasos superiores y ocho pasos inferiores, junto al drenaje transversal y longitudinal.

La sección tipo del tronco consta de dos calzadas de 7 metros de anchura cada una, que albergan dos carriles de 3,5 metros por sentido, además de arcenes exteriores de 2,5 metros, interiores de 1,0 metros y mediana reducida de 3 metros de anchura. El firme, apoyado en suelo estabilizado tipo S-EST 3, se compone de una capa de 20 cm de suelo cemento, 10 centímetros de capa base, 7 centímetros de capa intermedia y 3 centímetros de capa de rodadura.

Como actuaciones ambientales más destacadas, se han colocado pantallas antirruido en algunas zonas del trazado, se han realizado hidrosiembras, transplantes y nuevas plantaciones, además de intervención arqueológica, intervención paleontológica (recuadro adjunto) y seguimiento medioambiental durante las obras. ■

Murcia hace 7 millones de años







Las obras de la autovía MU-31 en las estribaciones del puerto de la Cadena, unos 8 kilómetros al suroeste de Murcia, han permitido poner al descubierto un yacimiento fosilífero de extraordinaria riqueza, con restos de hasta 7 millones de años de antigüedad, que lo convierten en un referente de la paleontología española. Los primeros hallazgos de fósiles animales y vegetales en varios taludes junto a la futura autovía, en octubre de 2008, confirmaron la importancia del yacimiento y provocaron el inicio de sucesivas campañas de excavación por parte de expertos de la Fundación Cidaris (Museo Paleontológico de Elche), en colaboración con la Universidad de Murcia y bajo las directrices de la Dirección General de Bienes Culturales de la Región de Murcia, destinadas a arrojar nueva luz sobre la vida animal y vegetal en esta zona de la Península tanto en el Mioceno superior como en el Plioceno inferior. A raíz de las excavaciones se han recuperado más de un millar de fósiles pertenecientes a distintas especies animales (ciervos, caballos, rinocerontes, primates, jirafas, búfalos, aunque también reptiles y peces, etc.) y vegetales (generalmente hojas conservadas en niveles areniscos), algunos de ellos únicos, destacando por su espectacularidad cuatro caparazones de tortuga y dos colmillos de mastodonte, que enriquecen los conocimientos existentes sobre la fauna y flora existente en la zona en esas remotas épocas. Todos los restos fósiles, una vez protegidos y retirados para su restauración en laboratorio, han pasado a formar parte de los fondos del Museo Arqueológico de Murcia.

Los números extraordinarios de la Revista del Ministerio de Fomento

Ingeniería romana en España. El sorprendente legado de la ingeniería romana en nuestro país: calzadas, puentes, acueductos… mostrado con más de 300 fotografías e ilustraciones.

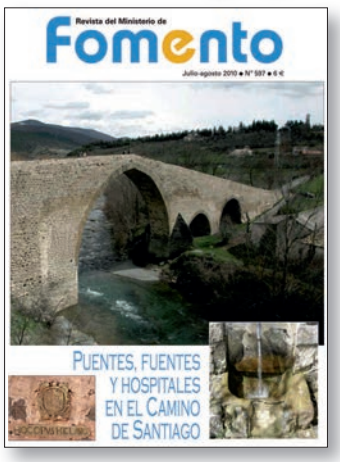


Oferta: 3 números por 12 €

P.V.P EJEMPLAR SUELTO: 6 €

1% Cultural. Recuperación del Patrimonio. 1985-2008. La recuperación y puesta en valor de nuestro patrimonio histórico-artístico (catedrales, castillos, teatros, museos, etc.) a través de los programas del Ministerio de Fomento.

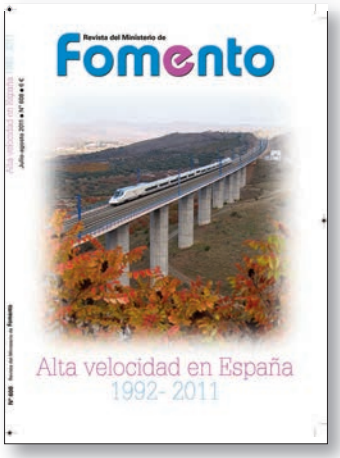




Puentes, Fuentes y Hospitales en el Camino de Santiago. Con cerca de mil años de historia, la vía medieval más importante mantiene vigoroso todo su esplendor. Una guía detallada de las pequeñas y grandes obras que la hicieron posible.

Túneles de España. Un recorrido por estas singulares obras de ingeniería desde la prehistoria hasta nuestros días.





Alta velocidad en España 1992-2011. Una aproximación al modelo que revolucionó el transporte ferroviario. Desde los primeros trenes-bala japoneses a las modernas líneas en construcción.

Elija 2 números extraordinarios y llévese un tercero de regalo, también a elegir

NOMBRE Y APELLIDOS ..... **N. I. F.** .....

DOMICILIO ..... **Nº** ..... **LOCALIDAD** .....

PROVINCIA ..... **C. P.** ..... **TELÉFONO** ..... **PAÍS** .....

- ☐ **Ingeniería romana en España.**
- ☐ **1% Cultural. Recuperación del Patrimonio. 1985-2008.**
- ☐ **Túneles de España.**
- ☐ **Puentes, Fuentes y Hospitales en el Camino de Santiago.**
- ☐ **Alta velocidad en España. 1992-2011.**

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal, usted tiene derecho al acceso, cancelación, rectificación y oposición de los datos facilitados mediante solicitud por escrito a : Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. E-mail: cpublic@fomento.es

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO · SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA · CENTRO DE PUBLICACIONES

Pedidos: 91 597 61 86. **cpublic@fomento.es** http: **www.fomento.es**
Revista del Ministerio de Fomento. Pº de la Castellana, 67. 28071 Madrid.



RÉCORD DE PASAJEROS Y DE PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD PARA LOS AEROPUERTOS DE AENA EN 2011

Despegue de cifras



Casi 50 millones de pasajeros utilizaron en 2011 el aeropuerto de Madrid-Barajas.

PEPA MARTÍN FOTOS: AENA Y CABALLERO

El transporte aéreo bate récords en España. Los aeropuertos de la red de Aena mantienen la tendencia creciente iniciada tiempo atrás tanto en número de pasajeros como en operaciones y mercancías. Paralelamente, los usuarios han otorgado la mejor puntuación de su historia a la calidad de los aeropuertos españoles.

El crecimiento del transporte aéreo se consolida en los aeropuertos de la red de Aena, que registraron 204 millones de pasajeros durante 2011, un 6% más que el año anterior, la segunda cifra más alta de la historia tras 2007, cuando se alcanzaron los 210 millones de usuarios. A estos buenos datos del pasado año le preceden los de 2010, ejercicio que registró un total de 192 millones de pasajeros.

Por aeropuertos, destacan los buenos registros de Barcelona-El Prat, que ha batido su récord histórico en términos absolutos con 34.399.180 pasajeros, un 17,8% más, y de Fuerteventura, que crece porcentualmente aún más que el anterior, un 18,6%, para un total de 4.948.018 pasajeros.

Zaragoza, con un 23% más, Santander (21,4%), Valladolid (17,8%), Tenerife Sur (17,6%), Sevilla (17,4%), Santiago (13,4%), Lanzarote (12,3%), Ibiza (11,9%) y Gran Canaria (11,1%) registran también importantes crecimientos porcentuales.

Barajas, líder

Madrid-Barajas mantiene el liderazgo en el conjunto de la red de Aena con 49.662.512 pasajeros, pese a registrar un descenso de 4 décimas. Le siguen en términos absolutos los de Barcelona-El Prat, con los 34.399.180 pasajeros ya mencionados; Palma de Mallorca, con 22.726.459, un 7,6% más; Málaga-Costa del Sol, con 12.823.125, un 6,3% más; Gran Canaria, con 10.538.811, un 11,1% más; Alicante, con 9.913.764, un 5,7% más, y Tenerife Sur, con 8.656.480, un 17,6% más.



El número de operaciones en los aeropuertos de Aena superó los 2,1 millones en 2011, con un incremento del 0'9% respecto al año anterior.

De los 204 millones de pasajeros que utilizaron los aeropuertos de Aena Aeropuertos el pasado año, 203 millones lo hicieron para tomar un vuelo comercial. Crece el sector de los vuelos internacionales, un 10,4% más que en 2010, alcanzando los 127 millones de pasajeros, mientras que los vuelos nacionales registraron 76 millones de pasajeros, con un ligero descenso del 0,6 %.

Operaciones

Las operaciones registradas en los aeropuertos de Aena también siguen la misma línea ascendente, y suman un total de 2.139.614 durante 2011, lo que supone un aumento del 0,9% respecto al año 2010. El mayor número de movimientos fueron vuelos comerciales, 1.871.704, lo que significa un 2,6% más que el año anterior. De ellos, 973.231 fueron internacionales (un 7,7% más) y 898.473 nacionales (descenso del 2,5%). Por tipo de vuelo, 1.666.693 fueron operaciones regulares (un 3,1% más) y 177.666 fueron chárter (0,5% menos).

Por aeropuertos, Madrid-Barajas continúa siendo el que registra más operaciones del conjunto de la red, con 429.381, aunque baja un 1%. Le siguen Barcelona-El Prat, con 303.047 operaciones (9,1% más), Palma de Mallorca, con 180.139 (3,2% más), y Gran Canaria, con 111.269 (7,9% más).

El mayor crecimiento por-



Los pasajeros valoran cada vez más el servicio que se ofrece en los aeropuertos españoles.

> El sistema aeroportuario español gestionó en 2011 un total de 204 millones de pasajeros, un 6% más que en 2010

centual respecto al número de operaciones se da en el aeropuerto de Jerez (24,9%), seguido de los aeropuertos de Fuerteventura (13%), El Hierro (12,8%), Vitoria (12,5%), Tenerife Sur (12%) y Burgos (11,2%). Los helipuertos de Algeciras y Ceuta registraron incrementos del 96,7% y del 43,9%, respectivamente.

Mercancías

El sector de mercancías también mejora resultados, ya que el volumen de carga transportada en 2011 ha sido de 671.722 toneladas, un 2,9% más que en el ejercicio anterior. La carga internacional fue de 525.042 toneladas, un 4,9% más, y la nacional de 146.679 toneladas, un 3,5% menos.

Madrid-Barajas aumenta el tonelaje de las mercancías que pasaron por sus instalaciones, 393.430 toneladas, un 5,2% más, seguido de Barcelona-El Prat, con 96.568 toneladas, aunque con un 7,4% menos. Registran importantes crecimientos Vitoria (34.669 toneladas, un 24% más) y Zaragoza (48.609 toneladas, un 14% más). Por volumen, también destacan Palma de Mallorca (15.776 toneladas, aunque desciende un 8,8%), Tenerife Norte (15.745 toneladas, 1,2% menos) y Valencia (10.484 toneladas, un 8,3% menos).

Pasajeros con movilidad reducida

Entre los pasajeros de Aena, más de un millón de las personas que transitaron en 2011 por los aeropuertos españoles tenían movilidad reducida, un 6,6% más que en 2010. Con independencia de su discapacidad o problema de movilidad pudieron ser atendidos a su paso por las instalaciones gracias al programa Sin Barreras, un servicio que es posible obtener sólo con advertir la necesidad de la asistencia al realizar la reserva de vuelo, o bien solicitándolo a través de la página web de Aena con 48 horas de antelación.

Los aeropuertos de Madrid-Barajas (303.401 pasajeros), Palma de Mallorca (129.808), Barcelona-El Prat (113.771), Málaga-Costa del Sol (100.179), Alicante (98.904), Tenerife Sur (57.553) y Gran Canaria (55.744) atendieron el 80% de las personas con movilidad reducida, que han puntuado su calidad con un 4,3 de media sobre un máximo de 5 puntos.

En el conjunto de la red de aeropuertos de Aena con vuelos comerciales hay distribuidos 186 puntos de encuentro accesibles, 95 ambulancias, 100 furgonetas, 1.840 sillas de ruedas y alrededor de 1.500 agentes de asistencia con alta cualificación profesional que cumplen con los requerimientos formativos definidos conjuntamente entre Aena y el Comité Español de Representantes de Personas con Discapacidad.

Los puntos de encuentro están debidamente señalizados, tanto dentro como fuera de los edificios terminales, en aparcamientos, acera de llegadas o zonas de facturación, en los que las personas con discapacidad o movilidad reducida pueden, sin dificultad, anunciar su llegada al aeropuerto e iniciar su asistencia.

El servicio PMR se presta en salidas, en llegadas y en las conexiones en los aeropuertos, zonas en las que el agente de asistencia ayuda a la persona con movilidad reducida a lo largo de todo su recorrido por la infraestructura, tanto en la salida, facturación de equipaje, paso por el control de seguridad, acompañamiento a servicios o tiendas, y embarque hasta la ubicación en el asiento del avión. En el aeropuerto de destino otro agente procede al desembarque de la persona con discapacidad, le asiste con los medios técnicos adecuados en la recogida del equipaje y le acompaña hasta un punto de encuentro en la terminal aeroportuaria.



Hasta la fecha, el servicio PMR ha recibido el 'Premio Ciudadanía a las Buenas Prácticas en los Servicios Públicos', otorgado por el entonces Ministerio de Política Territorial y Administración Pública, dentro de los 'Premios a la Calidad e Innovación en la Gestión Pública 2010'. Con anterioridad habían recibido los premios 'Telefónica Ability Award', en la modalidad de 'Mejor Institución Pública en la Integración de la Discapacidad', y 'Cermi.es 2010', en la categoría de 'Accesibilidad Universal' por el Comité Español de Representantes de Personas con Discapacidad.



El volumen de carga transportado en 2011 los aeropuertos españoles fue de 671.772 toneladas, con un incremento del 2'9% respecto a 2010.

Valoración positiva

Coincidiendo con el alza del número de viajeros en los aeropuertos españoles durante 2011, el Informe de Calidad Percibida de Aena realizado el pasado año entre sus usuarios también ofrece unos resultados positivos, otorgándoles la mejor puntuación de la historia, y destacando muy especialmente la comodidad de las instalaciones y su limpieza.

El principal indicador de este estudio es el índice general de calidad, que contiene la valoración de los usuarios sobre los servicios que ofrecen los aeropuertos, en el que obtuvieron una calificación de 3,86 puntos sobre 5, el valor más alto desde que comenzaron a realizarse estas encuestas en el año 2002.

Refleja, por lo tanto, una progresiva mejoría en la puntuación de los usuarios de Aena Aeropuertos, teniendo en cuenta los resultados anteriores: 3,80 puntos en 2010, 3,74 en 2009 y 3,61 en 2008.

Los usuarios de los aeropuertos de Aena destacan como principales aspectos de su grado de satisfacción la comodidad de las instalaciones, la rapidez y puntualidad en los procesos, el tamaño del aeropuerto (pequeño) y la tranquilidad de los mismos (silenciosos), además de la limpieza.



Se realizaron un total de 76.104 encuestas a usuarios, entre pasajeros y acompañantes, en 43 aeropuertos de la red de Aena Aeropuertos, excluyendo a tripulaciones y trabajadores de los mismos.

De la muestra se deduce también que el perfil del pasajero de Aena Aeropuertos corresponde a hombres y mujeres en la misma proporción, españoles, de entre 30 y 39 años, trabajadores por cuenta ajena, con estudios, que viajan por vacaciones u ocio y que en el último año han realizado entre uno y cinco trayectos en avión.

Por otra parte, el aeropuerto de Madrid-Barajas se ha situado entre los mejores del mundo en 2011. Así lo afirma la revista de turismo *Condé Nast Traveller*, que ha presentado recientemente los resultados de la encuesta anual que realiza entre sus lectores. El aeropuerto madrileño ocupa el quinto lugar en 2011, dato que le supone escalar una posición respecto a 2010. Le superan únicamente los aeropuertos de Hong Kong (China), Changi (Singapur), Heathrow Terminal 5 (Londres) y Dubai. ■

MUSEO DEL FERROCARRIL



www.museodelferrocarril.org

MUSEO DEL FERROCARRIL
Fundación de los Ferrocarriles Españoles

Paseo de las Delicias, 61
28045 Madrid





LA LÍNEA C4 DE CERCANÍAS DE MADRID, PIONERA EN EUROPA EN INCORPORAR EL SISTEMA ERTMS

Trenes rigurosamente vigilados



Dimetronic



El sistema ERTMS en la red de Cercanías incluye la instalación de balizas en la vía y el equipamiento de los sistemas a bordo de los trenes Civia.

R. F.

El Ministerio de Fomento, a través de la Dirección General de Ferrocarriles, ha equipado unos 190 kilómetros de la red de Cercanías madrileña con tecnología ERTMS nivel 1. Esta inversión ha permitido que la línea C4, entre Parla y Colmenar Viejo/San Sebastián de los Reyes, sea la primera en Europa en utilizar este sistema de gestión de tráfico ferroviario que mejora la seguridad de los trenes al permitir la supervisión continua de su movimiento y velocidad.

La línea de Cercanías C4 de Madrid, que conecta las localidades de Parla y Colmenar Viejo y se prolonga con un ramal de continuación hasta Alcobendas y San Sebastián de los Reyes, al noroeste de la región, se convirtió el pasado 1 de marzo en la primera línea europea de Cercanías en incorporar el sistema de señalización y gestión de tráfico ferroviario ERTMS nivel 1 (European Rail Traffic Management System), que equipa a los trenes y líneas de alta velocidad.

La Dirección General de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento ha desarrollado el proyecto y la instalación de los equipos en vía del sistema, a los que ha destinado una inversión de más de 37 M€. Por su parte, Renfe-Operadora ha invertido otros 23 M€ en el equipamiento de la tecnología ERTMS embarcada en unos 112 trenes Civia del servicio



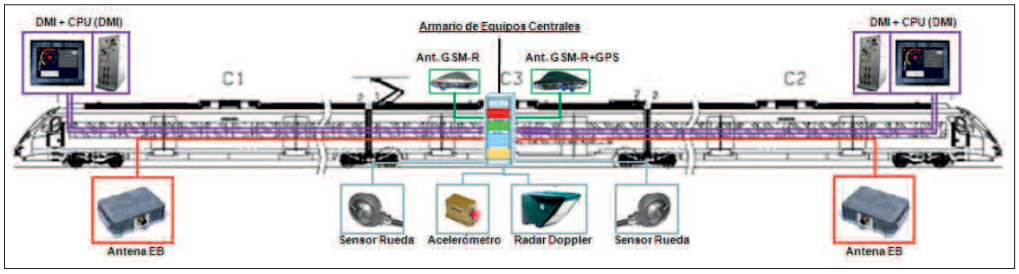
de Cercanías madrileño.

La ministra de Fomento, Ana Pastor, realizó el pasado 26 de marzo un viaje a bordo de un tren Civia en la línea C4 para comprobar las ventajas del sistema. Asimismo, asistió a las pruebas del ERTMS nivel 2 que se están instalando en el túnel Atocha-Sol-Chamartín y en las estaciones de Atocha y Chamartín, dos de las de mayor volumen de tráfico de Cercanías de España. Tras completar la instalación del ERTMS nivel 1 en la línea C4, el objetivo del Ministerio de Fomento es implantar progresivamente el nivel 2, de mayores prestaciones, en el resto de la red madrileña.

El ERTMS es un sistema de mando y control de trenes impulsado por la Unión Europea con el fin de integrar los distintos sistemas de gestión de tráfico ferroviarios de los países comunitarios, favorecer la interoperabilidad y, por consiguiente, la libre circulación de trenes, viajeros y mercancías en una red europea más abierta e integrada. Se pretende así que la señalización y las comunicaciones entre vía y equipos a bordo de los trenes sean compatibles en los países del ámbito comunitario.

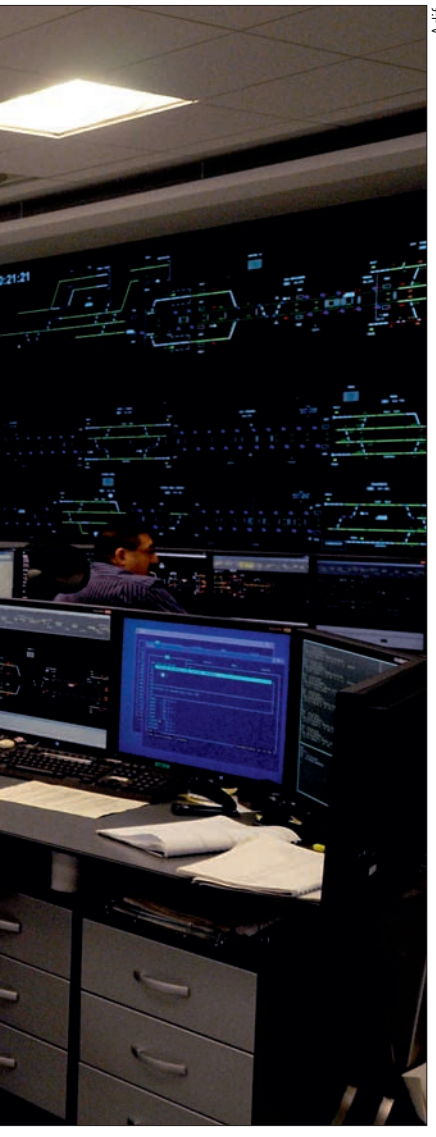
Básicamente, el ERTMS permite armonizar e integrar las distintas tecnologías aplicadas a la señalización ferroviaria suministrando datos que permiten a cada tren adoptar la velocidad máxima en cada tramo o distancia entre balizas. Asimismo, las comunicaciones entre la infraestructura (vía) y los equipos de a bordo (trenes) con los operadores de los distintos centros de regulación y control en estaciones permiten una mejor gestión de los tráficos en red, adecuando las frecuencias y circulaciones a las demandas de cada momento.

Como principales ventajas, por tanto, el ERTMS nivel 1 incrementa la seguridad en la circulación al permitir un control más preciso de la velocidad, movimiento y aproximación de los trenes –y, como consecuencia, de los tráficos y sus frecuencias–, todo lo cual redunda también en una mejor gestión y un incremento de la capacidad. El nivel 2,



Alston

Equipos ERTMS embarcados a bordo de una composición de Civia.



Adif



Dimetronic



Alston

CRC de Atocha, balizas en la vía y equipo ERTMS en la cabina de conducción de un tren Civia.

por su parte, incrementa la capacidad de gestión de la línea y, por lo tanto, el número de trenes respecto a las prestaciones del nivel 1.

Descripción del sistema

El sistema ERTMS está formado por equipos de tierra y equipos embarcados.

Equipos de tierra. El nivel 1 de ERTMS recibe por cable los datos de los itinerarios autorizados a cada tren desde el puesto de mando de Chamartín y los envía al tren a través de las balizas instaladas en la vía. De esta forma, el tren recibe los datos de la línea por la que circula: longitudes, velocidades, pendientes, aparatos de vía y estado de señales.

En el nivel 2, estos mismos datos se transmiten al tren vía radio, mediante el sistema GSM-R (Global System for Mobile Communications-Railways), de frecuencias exclusivas para el ferrocarril. Así, ante cualquier cambio producido en la vía, el tren lo recibe de forma inmediata, mientras que en el nivel 1 lo recibe solo cuando pasa sobre una baliza.

Equipo embarcado. El equipo embarcado recibe los datos del equipo de tierra, ya sea mediante las balizas instaladas en la vía (nivel 1) o mediante radio (nivel 2) y, considerando las características del tren, transmite al maquinista los límites de velocidad correspondientes a cada tramo, las limitaciones de velocidad impuestas por obras, el estado de las señales e incluso las reducciones de velocidad precisas para detener el tren antes de las señales. ■

Renfe Patier



ADIF ACTUALIZA SU 'DECLARACIÓN SOBRE LA RED' PARA EL PERIODO 2012-13

Información de suma utilidad

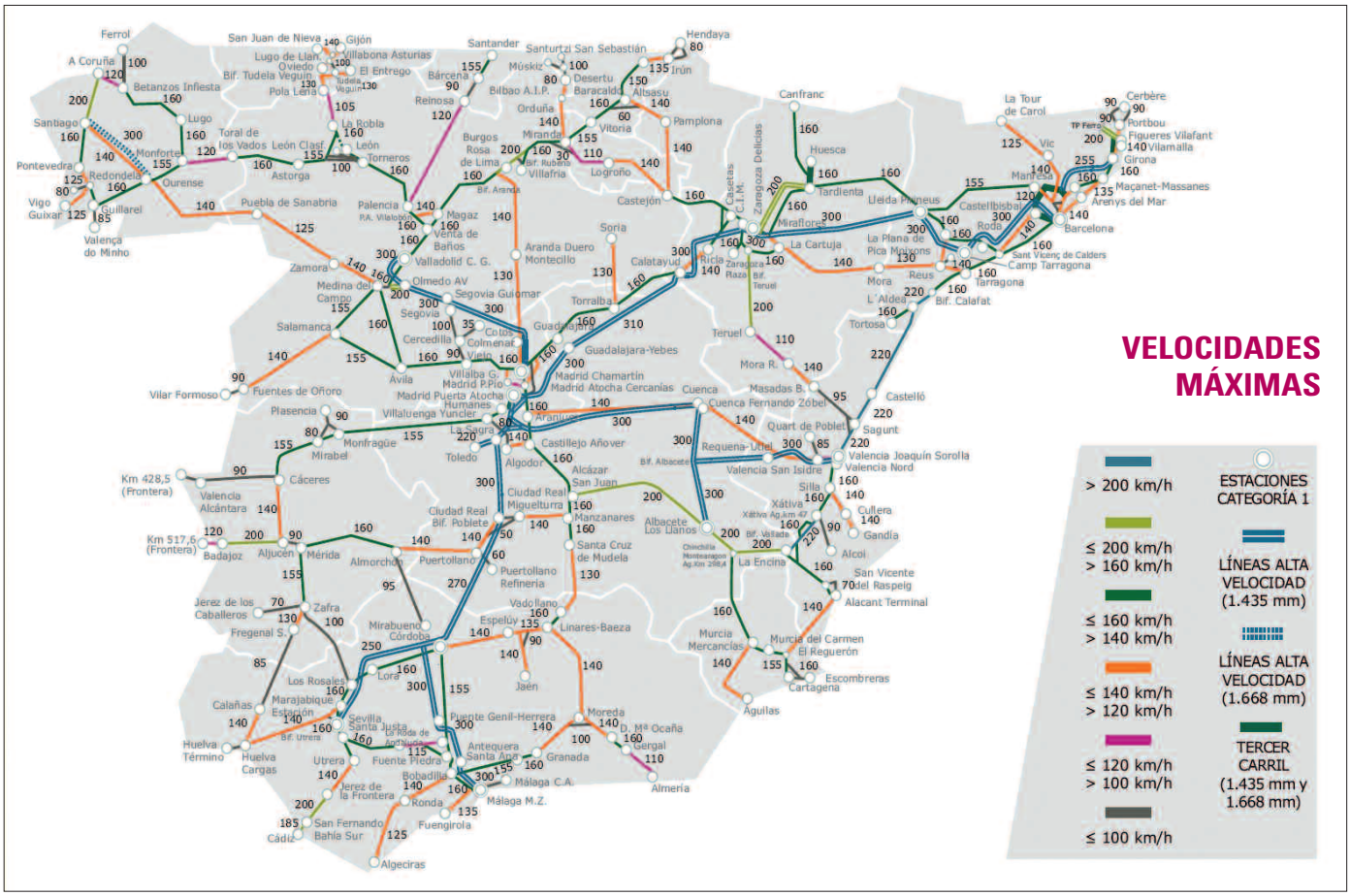


El documento recoge los cánones que las operadoras deben abonar por utilizar las infraestructuras de la red gestionada por Adif.

R. F. Fotos: Adif

El documento de 'Declaración sobre la Red' reúne toda la información de suma utilidad para el sector ferroviario. En él no solo se detallan las características de las infraestructuras puestas al servicio de las empresas operadoras y las condiciones de acceso a las mismas, sino que también se reúne toda la normativa en vigor, tanto la de carácter general como la relativa a cánones, adjudicación de capacidad, horarios de servicio o la información necesaria para solicitar una adjudicación de capacidad de infraestructura.

En febrero pasado el Consejo de Administración del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif) acordó por unanimidad aprobar el documento actualizado para el periodo 2012/2013 de Declaración sobre la Red (DR). Este documento es de singular importancia porque recoge en detalle toda la información relativa a la red ferroviaria ges-



tionada por Adif y las condiciones de acceso a la misma para las empresas operadoras. La Declaración de Red recoge, entre otros aspectos, la normativa reguladora, los plazos, procedimientos y criterios relativos a los sistemas de cánones y adjudicación de capacidad o la información requerida para tramitar una solicitud de capacidad de infraestructura.

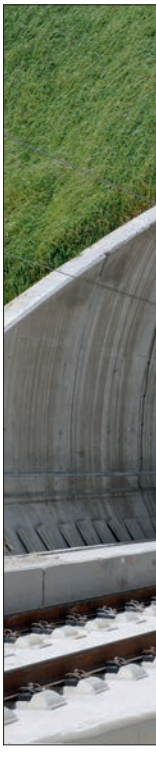
Con la publicación del documento, disponible en la propia web de Adif (www.adif.es), se da cumplimiento a lo establecido en nuestro ordenamiento y a los acuerdos comunitarios que garantizan la transparencia y el acceso a la infraestructura ferroviaria de los candidatos que soliciten capacidad para prestar servicios de transporte ferroviario.

Principales novedades

El nuevo documento de Declaración de Red 2012/2013 incluye, entre otras novedades, la información actualizada del sector ferroviario en España, sus principales agentes y las funciones y competencias encomendadas, así como las empresas ferroviarias y los candidatos habilitados inscritos en el Registro Especial Ferroviario. Se incluye asimismo toda la información relativa a la red gestionada por Adif (puesta en servicio de nuevos tramos, altas y bajas en sus activos, tanto en alta velocidad como en la red convencional, etc.).

Otro aspecto novedoso en el documento es el dedicado a la actualización del régimen de prestación de servicios, pues desde el 1 de enero de este año, 75 instalaciones logísticas de Adif se gestionan ba-







jo el modelo de prestación para la asignación de espacios y su uso en régimen de autoprestación de servicios complementarios a las empresas ferroviarias y candidatos titulares de material rodante. En la página web de Adif se detallan esos servicios adicionales prestados en cada instalación, su régimen y horarios, que en una parte de las instalaciones es permanente las 24 horas y todos los días del año.

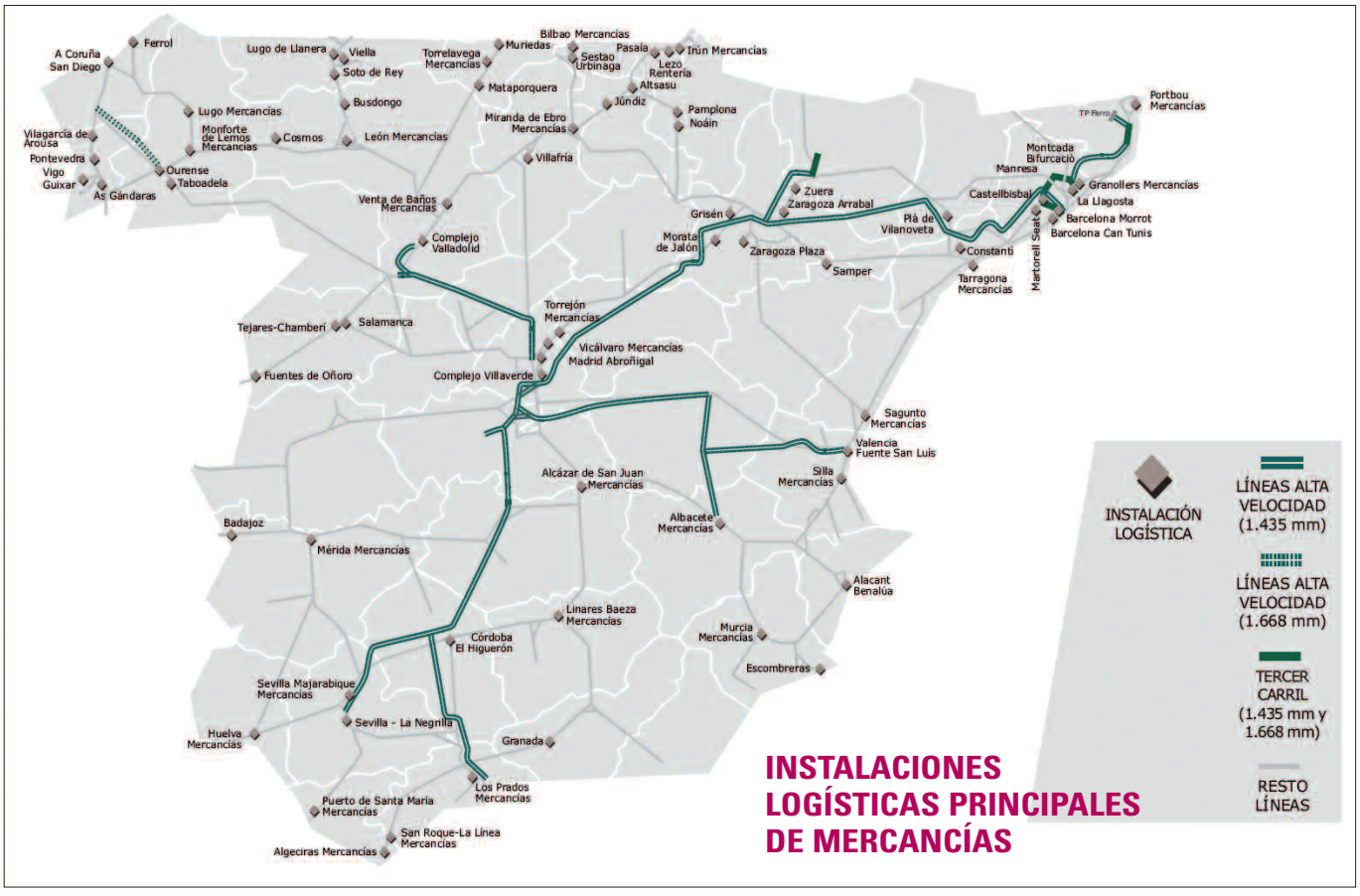
El documento detalla toda la información de la red de Adif, como tramos existentes, oferta de servicios o estaciones de la red.

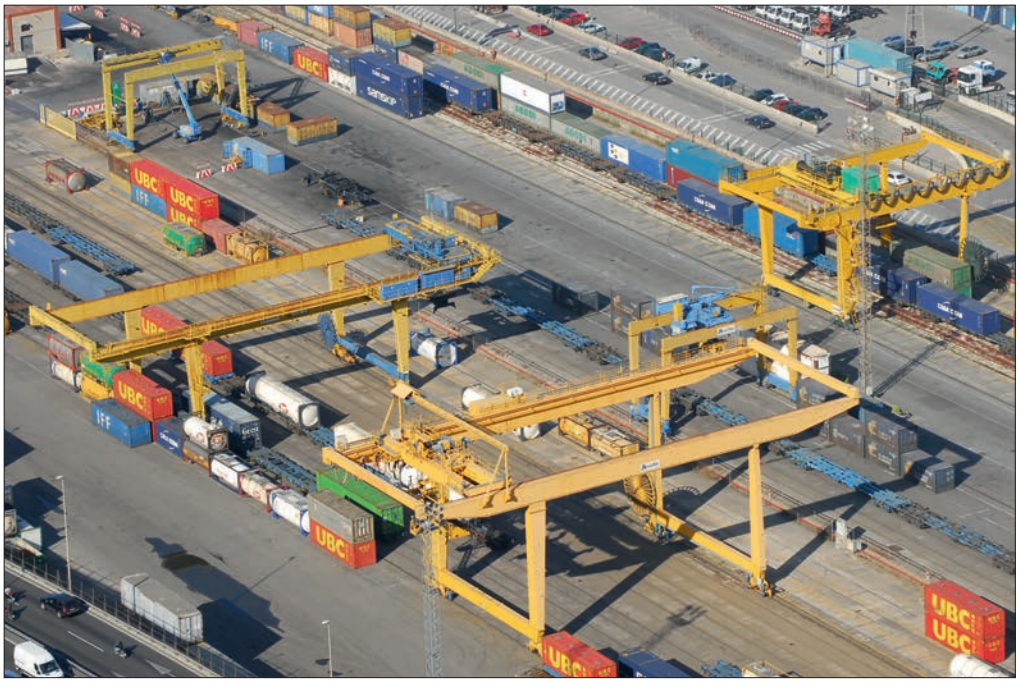
En el documento se recoge asimismo información relativa a las tasas y cánones vigentes el pasado 2011 y también en 2012, con excepción de aquellas modificaciones contempladas por la nueva



LAS INFRAESTRUCTURAS DE ADIF

Red ferroviaria gestionada por Adif	**13.945 km**
● Red de alta velocidad de ancho internacional puro (1.435 mm)	2.099 km
● Red alta velocidad ancho ibérico (1.688 mm)	84 km
● Red convencional de ancho ibérico puro (1.688 mm)	11.629 km
● Red mixta (combinación ancho ibérico e internacional)	120 km
● Red de vía estrecha de ancho métrico (1.000 mm)	18 km
● Líneas equipadas con Ertms	1.712 km
● Líneas equipadas con ASFA	11.993 km
● Líneas equipadas con LZB	498 km
● Líneas equipadas con ATB-Ebicab	449 km
● Red de fibra óptica	16.386 km
● Nº de circulaciones de trenes en 2011	1.829.347
● Puntualidad global en toda la red gestionada	95/98,7%
Estaciones	**1.566**
Instalaciones logísticas	
● Nº de estaciones logísticas principales (de las que 56 permanecen abiertas 24 h. todos los días del año al acceso y expedición de trenes)	75
● Nº de instalaciones logísticas Red Autoprestación	75





El Morrot, en el puerto de Barcelona, es una de las instalaciones logísticas principales de mercancías.

Ley de Presupuestos Generales del Estado para 2012. En este capítulo se incluye igualmente la clasificación y cánones correspondientes al nuevo tramo Ourense-Santiago de la línea de alta velocidad Madrid-Galicia y de la nueva estación de Vigo, como se detallan en el *BOE* del pasado 17 de diciembre y en la Orden ministerial respectiva.

Con respecto a las tarifas se incluye el documento "Tarifas Provisionales por la prestación de Servicios Adicionales y Complementarios 2012", correspondiente a la resolución recogida en el *BOE* del pasado 29 de diciembre.

También se actualiza el Calendario de Adjudicación de Capacidad del Horario de Servicio 2012/2013 de acuerdo a las pautas establecidas por Rail Net Europe para la tramitación de solicitudes por parte de los candidatos. Así, el horario de servicio 2012 estará en vigor hasta el 8 de diciembre, mientras que 2013 proseguirá hasta el 14 de diciembre, es decir, hasta el segundo sábado de diciembre, conforme a lo establecido en la orden reguladora de 2005.

Por último, otras dos novedades destacadas del nuevo documento son el anexo correspondiente a normativa ferroviaria actualizada, en la que se ha incluido aquella información más relevante para el sector y publicada hasta el 31 de diciembre del pasado año, tanto la respectiva a nuestro país como la de ámbito europeo, y la ampliación de la información contenida en los mapas, singularmente el de la red gestionada por Adif, con el nuevo tramo de alta velocidad Ourense-Santiago de Compostela y el de los puertos de interés general con los que se han suscrito convenios para regular o impulsar su conexión a la red ferroviaria gestionada por Adif. ■

Proyecto
Vías de Empleo Verde

La Fundación de los Ferrocarriles Españoles desarrolla en alianza con la Fundación Biodiversidad a través del Programa empleaverde el Proyecto "Vías de Empleo Verde", cofinanciado por el Fondo Social Europeo y con la colaboración de las Diputaciones de Cádiz, Jaén y Toledo. Las actividades desarrolladas en el marco de este proyecto pretenden la mejora del empleo y la sostenibilidad de las actividades generadas en torno a las Vías Verdes españolas.

En el proyecto Vías de Empleo verde está prevista la realización de 28 acciones distintas, más de la mitad de índole formativa. Las acciones que se van a realizar son:

- Organización de 15 acciones formativas presenciales
- Dos Jornadas técnicas para el intercambio de experiencias entre los destinatarios, trabajadores y profesionales.
- Campañas de Sensibilización en materia de empleo y medio ambiente mediante material divulgativo en papel y on line
- La página web www.viasdeempleoverde.com, donde quedará recogida toda la información del proyecto, donde se emitirá periódicamente un boletín electrónico y se accederá a una RED para el intercambio de experiencias y el fomento de trasferencias de buenas prácticas en materia de formación ambiental y fomento del empleo.
- Asesorías presenciales y a distancia para profesionales y trabajadores en la creación de nuevas estructuras de trabajo relacionadas con las Vías Verdes.

Para más información escribenos a empleaverde@ffe.es o puedes consultar toda la información en la Web:

www.viasdeempleoverde.com

PROGRAMA emplea verde 2007-2013

UNIÓN EUROPEA
FONDO SOCIAL EUROPEO
El FSE invierte en tu futuro

Fundación Biodiversidad

FUNDACIÓN DE LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES

Colabora:

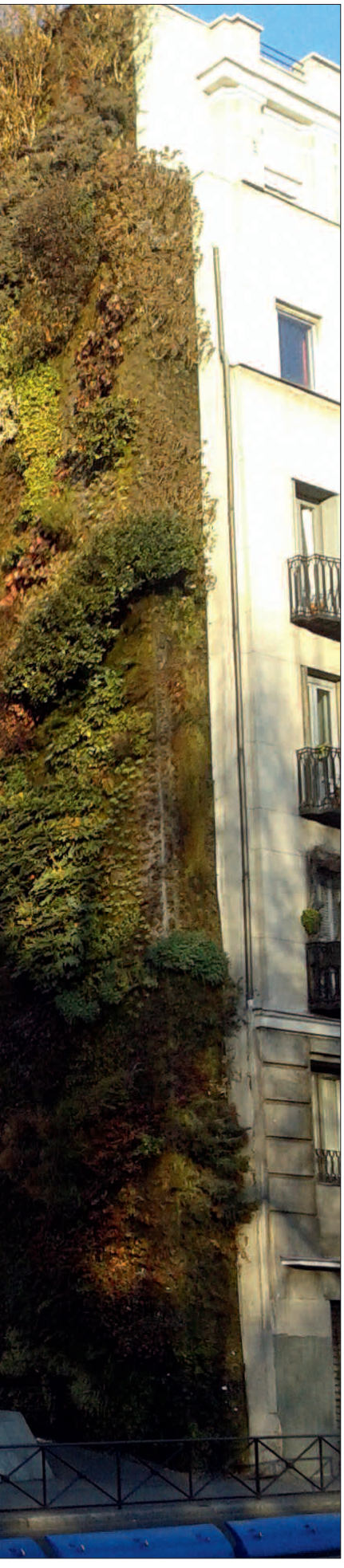
Diputación de Toledo · Diputación de Cádiz · Diputación de Jaén

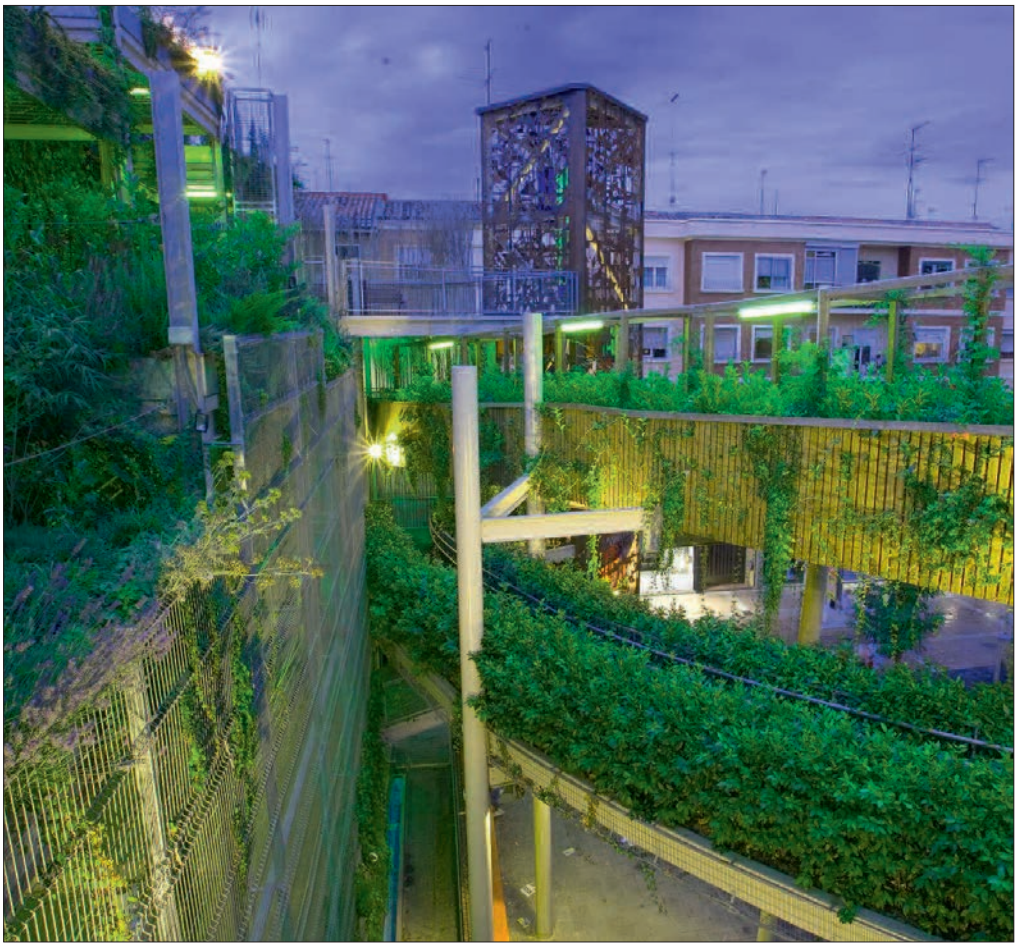
Acción Gratuita cofinanciada por el FSE

LOS JARDINES VERTICALES PUEDEN AYUDAR A REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO DE EDIFICIOS

No solo de adorno







Jardines verticales en Caixaforum (Madrid) y en el barrio de Delicias (Zaragoza).

MORENA MORANTE

Los jardines verticales, que aprovechan fachadas y cubiertas de edificios, se han convertido en una buena alternativa a la escasez de zonas verdes tradicionales, especialmente en los cascos históricos. No solo contribuyen a reducir el consumo energético de los edificios, sino que una buena selección de las especies vegetales puede ayudar a contrarrestar la contaminación urbana.

El consumo energético en la edificación es, junto con el tráfico rodado, una de las principales causas de las elevadas emisiones de CO_2 a la atmósfera, con su consiguiente impacto en el calentamiento global y el medio ambiente.

Los elevados costes económicos y ambientales de las energías basadas en combustibles fósiles han acentuado, especialmente en Europa, la tendencia en pro de orientar la demanda hacia otras fuentes de energía alternativas más limpias. Y en la búsqueda de fórmulas que favorezcan su implantación y potencien también sus efectos más positivos, ha comenzado a cobrar cada vez más fuerza la denominada "naturación urbana", tanto como una herramienta de la arquitectura más preocupada por minimizar el impacto de la edificación en el entorno, como por su eficacia a la hora de aportar soluciones que incrementen la eficiencia energética de los edificios.

Reducir CO_2

Es un fenómeno suficientemente estudiado que las zonas verdes actúan como superficies fijadoras de CO_2, polvo y otros contaminantes atmosféricos, y también que tienen un efecto de evapotranspiración frente a las llamadas "islas de calor" de las ciudades, actuando como refrigeradores naturales que contrarrestan el incremento de las temperaturas debido al sol y permitiendo que por la noche se disipe una parte del exceso térmico absorbido por los edificios durante el día.

Se ha comprobado también que, además de mejorar el aislamiento térmico y acústico, la integración de las zonas verdes en edificios puede tener una repercusión positiva en nuestra salud, ya que evita la relativa sequedad de las mucosas respiratorias causada por las instalaciones de climatización convencionales



Jardín vertical de Torre Cristal (Madrid) y estructura vegetal en Bilbao.



Caballero

que deshumidifican el aire. Las malas condiciones de ventilación en interiores pueden ocasionar, además, cefaleas, irritación de las vías respiratorias, sensación de fatiga y muchas bajas laborales. Las causas pueden ser muy diversas, desde la exposición a distintos tipos de contaminantes y/o agentes biológicos nocivos como hongos y esporas, hasta otros posibles factores de origen psicosocial (estrés, ansiedad).

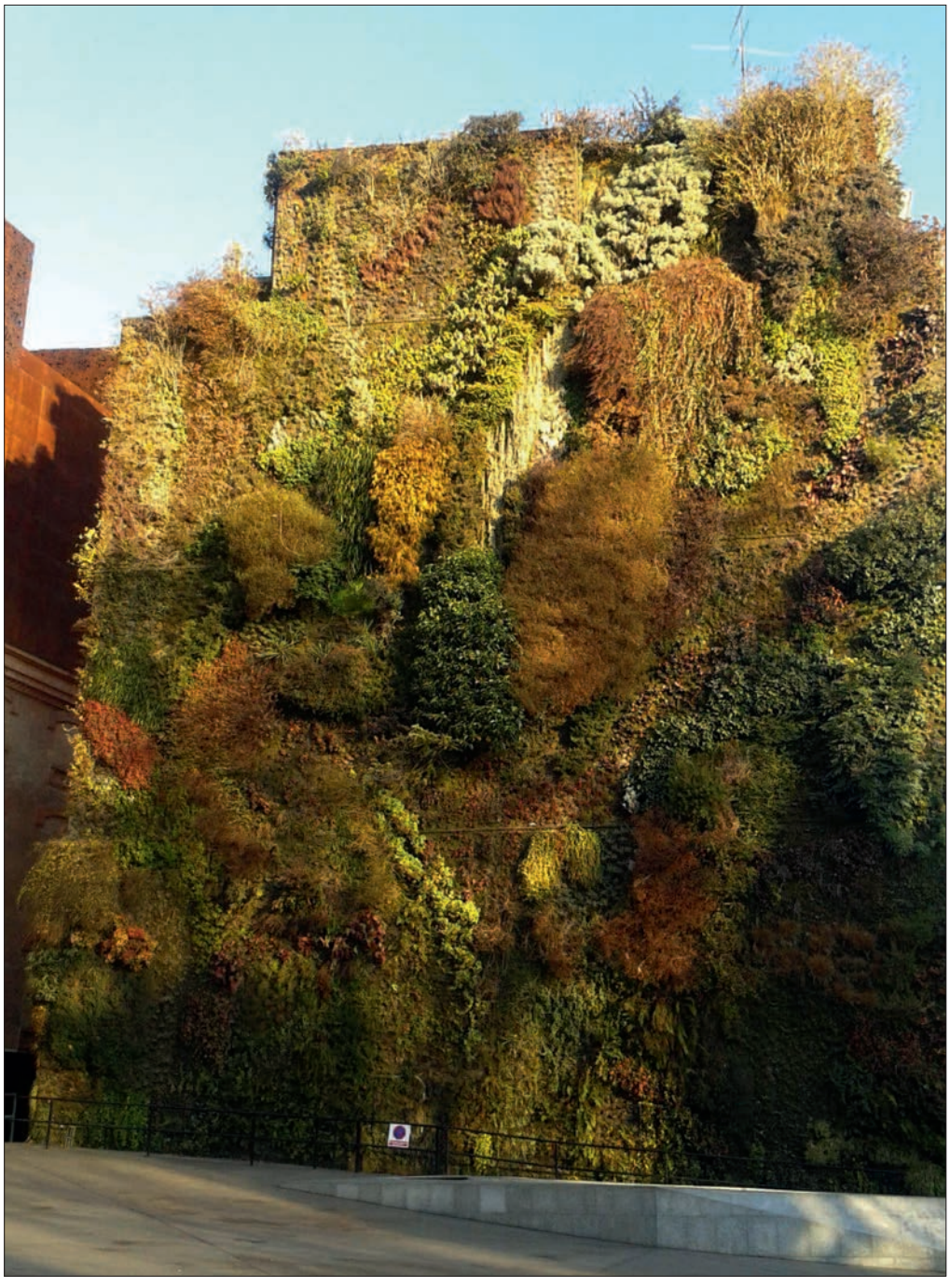
Los jardines verticales, al igual que las zonas verdes, pueden ayudar a reducir este tipo de trastornos y suponen una importante aportación a la biodiversidad en la ciudad. Entre otras ventajas, pueden contribuir también a reducir posibles efectos devastadores de lluvias torrenciales y paliar en parte los bruscos "picos" térmicos inducidos por las olas de frío y calor.

Y más allá de las razones puramente ambientales, la conocida como naturación urbana posee una innegable componente estética y de gratificación visual, pues no cabe duda de la capacidad de estos proyectos para aprovechar los espacios públicos menos agraciados, como solares abandonados y traseras de edificios, para dotarlos de una belleza natural que atenúa su posible dureza.

Sistemas de "naturación"

El fenómeno de naturación urbana ha evolucionado desde lo meramente decorativo a ofrecer soluciones funcionales que contribuyen a incrementar la sostenibilidad de los edificios, construcciones e, incluso, infraestructuras urbanas.

Los jardines verticales han ido incorporando así diferentes tipologías adaptadas a cada necesidad que les permiten actuar como biofiltros depuradores del aire y como siste-



Caballero

El jardín vertical activo puede actuar como biofiltro depurador del aire y como sistema de enfriamiento evaporativo.

mas de enfriamiento evaporativo, aportando un importante ahorro energético en climatización al reducir la necesidad de ventilación interior.

Este acondicionamiento bioclimático puede ser desarrollado tanto en edificios ya construidos como de nueva planta, tanto en espacios públicos como en interiores, y también en oficinas o los mismos hogares. El jardín vertical pasivo, el jardín vertical activo, los lienzos "naturados", los techos verdes y el mobiliario urbano son a grandes rasgos los distintos tipos de soluciones más extendidas hasta la fecha.

Jardines activos y pasivos

El primer modelo, el jardín vertical pasivo, consiste en un cultivo hidropónico formado por una estructura de soporte sobre la que se sitúan módulos cubiertos por una base inorgánica en la que se fijan las plantas. El sistema conlleva además una instalación de riego en circuito cerrado que permite mejorar la eficiencia hídrica del conjunto. Llegan a ser instalaciones de gran belleza que pueden decorar el edificio tanto en su interior como en su exterior.

Entre sus beneficios energéticos se encuentran el aumento del aislamiento térmico de la envolvente edificatoria; el ahorro del consumo energético de la instalación de ventilación (reducen la necesidad de ventilación al mejorar el biofiltrado del aire), y pueden contribuir también a la reducción de la temperatura del aire de su entorno.

Y, entre sus posibles beneficios ambientales, cabe diferenciar los que se producen en el interior y aquellos otros que redundan más en el exterior. Entre los primeros destacan especialmente la mejora de calidad del aire (fijación de CO_2 y compuestos orgánicos volátiles o VOC), la producción de oxígeno, el aumento del confort visual y acústico, con sus efectos positivos en la reducción del estrés. Mientras que, en el exterior, puede ayudar a fijar gases de efecto invernadero, mejorar la calidad espacial urbana, aumentar la biodiversidad en el entorno urbano y reducir el "efecto isla de calor".

Por su parte, los jardines verticales activos poseen todos los beneficios de los pasivos y los potencian al combinarse con las instalaciones de climatización del edificio. Producen una importante biofiltración del aire (fijan CO_2) por efecto del filtrado a través del jardín; también pueden ayudar a fijar más de 300 VOC, al tiempo que contribuyen a disminuir las emisiones de CO_2 de la instalación térmica.

En general, este tipo de jardines se comportan como sistemas ecológicos de acondicionamiento y biofiltrado de aire y refuerzan sus posibilidades si interactúan con la instalación de climatización y ventilación del edificio, pues si están monitorizados y telecontrolados pueden ser gestionados como una instalación energética más del edificio.

Por su parte, los lienzos "naturados" son pequeños jardines verticales que logran trasladar la naturaleza a cualquier espacio interior de un modo sencillo, económico y controlado. Ayudan a embellecer oficinas, e incluso los hogares, sin necesidad de trabajos previos, permitiendo distintas configuraciones y acabados.

Para su instalación tan só-



lo se precisa de un punto de conexión a la red eléctrica en un radio de 1-2 metros, una iluminación natural suficiente o aporte lumínico extra de apoyo, la sustitución del agua del depósito cada 1-2 meses y la reposición de agua evaporada cada 1-2 semanas.

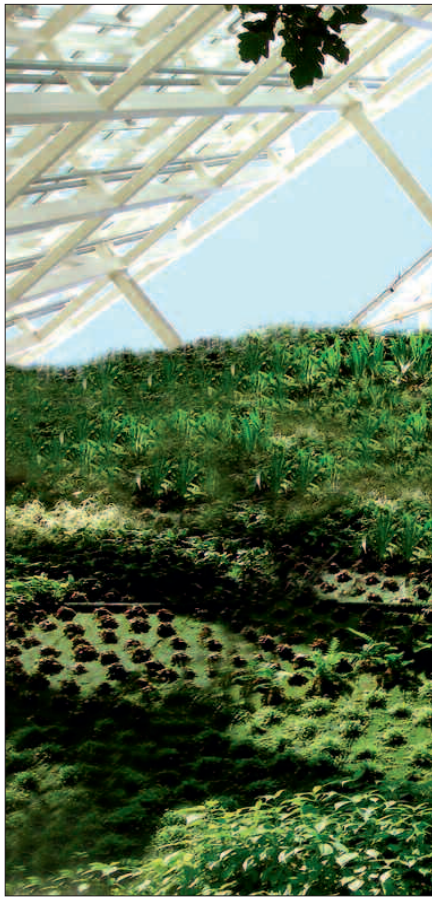
En cuanto a los techos verdes, son sistemas de "naturación" que permiten ajardinar cubiertas de edificios incorporando la vegetación como un elemento constructivo más. Para obtener los máximos beneficios se pueden combinar con sistemas de recogida de aguas pluviales y grises y con instalaciones de captación solar. Tienen la ventaja de que permiten aprovechar espacios en desuso, ganándolos, por ejemplo, para agricultura urbana; además, pueden prolongar la vida útil de la cubierta y aportar los otros efectos beneficiosos para el medio ambiente ya mencionados, como el aumento del aislamiento termo-acústico de la cubierta, la disminución de la temperatura interior del edificio, la reducción del consumo en climatización y calefacción, la reducción del "efecto isla de calor" en ciudades, etc.

> El jardín vertical en edificios repercute beneficiosamente en la salud humana y ayuda a la biodiversidad de la ciudad

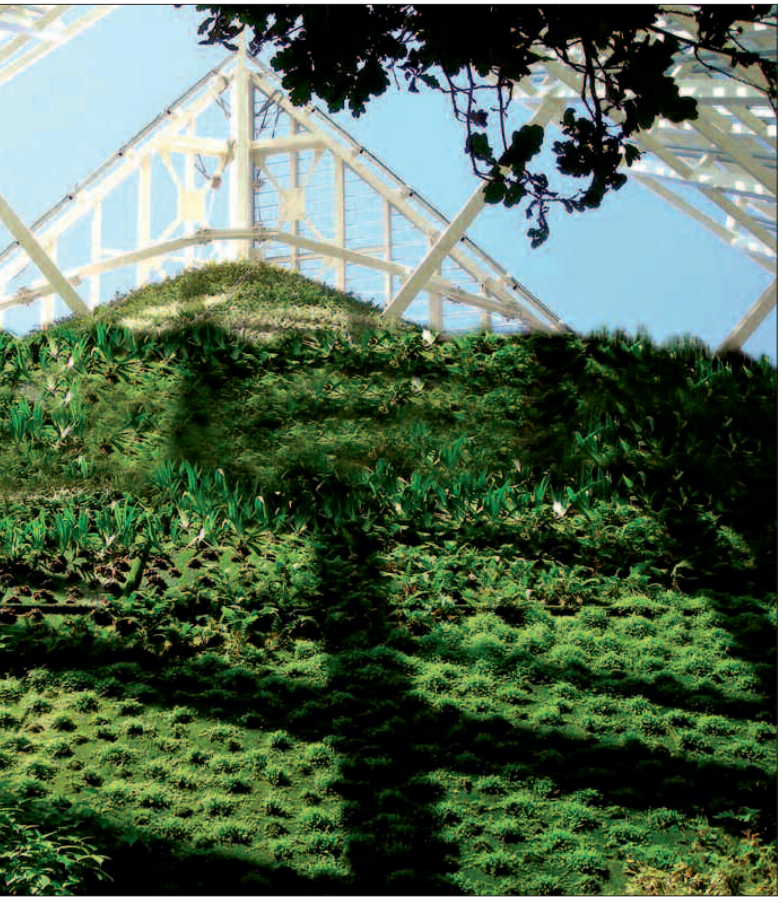
La aplicación de sistemas de "naturación" a diferentes elementos de mobiliario urbano reduce la temperatura en su entorno próximo, permite trasladar al espacio público los beneficios de estos sistemas, dotándolo de una notable cualidad estética y ambiental. Estos diseños facilitan asimismo, el desarrollo de programas didácticos de concienciación medioambiental y son un referente en la cultura de la sostenibilidad.

Investigación

En España, la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Sevilla, en colaboración con la de Arquitectura de esa ciudad andaluza, desarrollan desde hace tiempo varios proyectos de investigación que han dado origen a distintos modelos de jardines verticales, entre ellos uno de jardín vertical activo, ya patentado y comercializado, que ofrece







Tres tipos de jardín vertical en un restaurante, un espacio público exterior y el interior de un rascacielos.

como grandes ventajas un buen comportamiento térmico del edificio y del filtrado del aire en coordinación con los sistemas de climatización y ventilación.

El jardín está completamente monitorizado y conectado a una instalación de ventilación en uno de los laboratorios de la Escuela de Ingenieros Industriales de la Universidad de Sevilla.

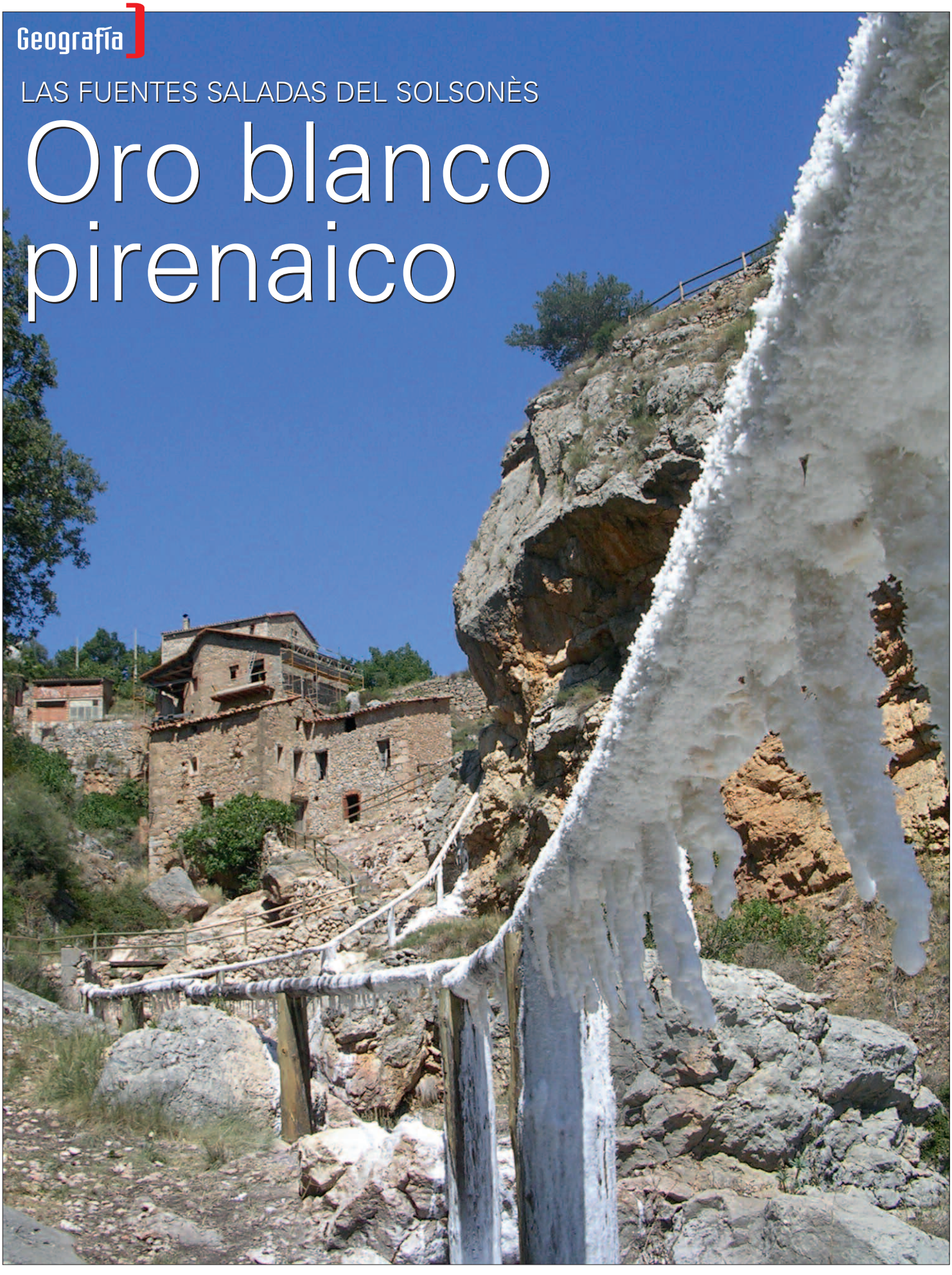
Es empleado como banco de pruebas y ensayos en la obtención de datos y mediciones reales que permitirán profundizar de un modo científico en la definición técnica de los beneficios energéticos que pueden aportarnos los sistemas de "naturación urbana". Se monitoriza el comportamiento del jardín vertical y la obtención de la reducción de consumo energético asociado al enfriamiento que este sistema obtiene en el aire, y que según las mediciones de túnel de viento iniciales alcanza los 10º C.

El sistema de automatización y telecontrol del jardín permite el correcto funcionamiento de las estructuras, focalizándose en una adecuada conservación y así reducir los costes de mantenimiento. Se emplean sistemas de monitorización, detección de fallos y telecontrol que informan sobre la humedad, la temperatura, los niveles de fertirrigación, la presión del riego y el resto de parámetros de cada instalación a distancia.

Así se optimiza la eficiencia de los sistemas, se ahorra en desplazamiento de personal y se minimizan las tareas de conservación y reposición necesarias.■

LAS FUENTES SALADAS DEL SOLSONÈS

Oro blanco pirenaico





Edificaciones del "Salí de Cambrils". Sobre estas líneas, albercas de desecación de sal. Debajo, cauce del río de la Ribera Salada.

JESÚS ÁVILA GRANADOS TEXTO Y FOTOS

El municipio de Odèn, al noroeste de la comarca del Solsonès (Lleida), gracias a su aislamiento espacial, sobre la ladera occidental del *port* del Comte, ha conservado un patrimonio histórico-artístico, arqueológico y antropológico notable, un paraíso natural admirable y unas tradiciones, como la elaboración de sal gema procedente de manantiales salinos, que sus habitantes se resisten a perder.



Salimos de la ciudad de Solsona, por la carretera LV-4241. Después tomamos un desvío hacia Cambrils, por una comarcal que pasa por Llena, una aldea medieval acurrucada en torno a la iglesia románica, y no tardamos en llegar al *pont* del Clop, un puente de piedra que salva el curso de la Ribera Salada. El agua de este riachuelo es especialmente rica en cloruro sódico, como lo confirma el tímido blanco que cubre las piedras de las orillas. Tras superar Montpol, otra aldea con ermita, no se tarda en llegar a una prominente llanura, donde parece que podamos tocar las nubes. Un letrero indica: Mirador de la Serra Seca, donde se puede contemplar, desde el belvedere, un fascinante espectáculo natural: un valle abierto en forma de U, alfombrado de todas las tonalidades de verdes, y ocu-



Vista del complejo salinero del "Salí de Cambrils", dividido en dos zonas separadas por un desnivel de unos 50 metros.

pando una caldera volcánica, entre crestas montañosas; al fondo, el pantano de Oliana. Este paraíso natural es conocido como la Serra de Turp y la Mora Comdal, que pertenece al municipio de Odèn, en el núcleo de Valldan.

El marco natural

Nada más dejar atrás la llanura abierta por la sorprendente imagen de la Serra de Trup y la Mora Comdal, la carretera penetra entre angostos parajes. De golpe, sobre la cresta de una colina, los restos de una fortaleza, y en su interior, la ermita de San Martín. Ya en Cambrils, de las grandes panorámicas precedentes se pasa a espacios más cerrados y profundos que, de no ser por el puñado de casas de piedra y un par de masías, pasarían por un paraje sin colonizar aún por el ser humano. Las montañas circundantes se formaron durante el Triásico Superior; las rocas se caracterizan por su formación evaporítica, es decir, originadas por la precipitación de las sales minerales a consecuencia de la evaporación. Por ello abunda la calcita, la anhidrita y la tiza.

Cambrils es un agregado de Odèn. Se trata de un término esencialmente montañoso, situado al pie del macizo del Port del Comte, al noroeste de la comarca del Solsonès. Sus cerca de 350 habitantes dependen de la explotación forestal, la ganadería (bovina y porcina) y un escaso cultivo a nivel familiar de la patata (una variedad autóctona llamada *bufet*), la cual, una vez recogida en las altas llanuras, se mantiene en cuevas artificiales (*calots*) durante medio año, siendo muy cotizada en la alta hostelería.



El complejo produce una sal gema de excelente calidad.

En estas altas montañas nace el río de la Plana que, al pasar por Cambrils, se convierte en la Ribera Salada, por el enriquecimiento brutal de sal que aquí recibe. Su curso, de unos 40 kilómetros, lo convierte en uno de los más importantes tributarios del Segre por su margen izquierdo.

Algo de historia

Aunque en el acta de consagración de la iglesia de San Martín, la parroquial de Cambrils, en 1051, no se menciona la riqueza salinera del lugar, ni como producto de valor económico susceptible de constituir un medio de pago o intercambio, se cree que la explotación de la sal se lleva a cabo desde antes de la época romana. Probablemente se re-



El agua salina domesticada fluye por un circuito de canales artesanales realizados a base de troncos de pino huecos.

monte a las tribus celtas que habitaron esta zona del Pirineo catalán, que poseían unos conocimientos muy elevados sobre los sistemas de explotación de la sal, además de encontrarse herramientas en piedra, madera y metal que pudieron utilizar tanto para romper las rocas como para recoger la sal húmeda de las albercas.

Los mayores de Cambrils están convencidos de que su sal ya era conocida en tiempos muy remotos. Una leyenda local, que ha sido transmitida de generación en generación, narra que, ante el temor de los vecinos a que les robaran por la noche su preciado oro blanco, cubrieron el yacimiento –las fuentes salinas– con una gruesa capa de rocas. De ser cierta esa historia, aquel montículo sería la colina artificial existente sobre la Font Salada; a consecuencia de ello, la sal permanecería encerrada bajo tierra y solo las filtraciones, en forma de surgencia líquida, delatarían la existencia de ese valioso tesoro natural.

La primera referencia documental sobre la explotación salinera de Cambrils data del año 1780. Y la primera cita bibliográfica se debe a Pascual Madoz, quien, en su *Diccionario geográfico* (1833) así describía esta explotación de Cambrils: "Su agua está tan cargada de sal, que la empresa de este ramo mantiene a cinco individuos para poder llevar a cabo su elaboración…". La "Casa Vella", principal construcción en el área de las salinas, es de 1882. El historiador Pau Vila, en su *Resumen de geografía de Cataluña* (1934), escribió: "La producción de sal en Cambrils abastece el consumo de los pueblos y aldeas de estas montañas del Solsonès; por sus cualidades, esta sal es muy estimada para el ganado…".



Mola o piedra de triturar de uno de los molinos del complejo.

Desde 1954, el propietario de las salinas es Josep Roca, de Oliana, quien, tras un fallido intento por recuperar esta industria, cesó en la recogida y elaboración de sal en 1963. Pese a este medio siglo de cierto abandono y silencio, las salinas siguen vivas, porque la propiedad ha facilitado a un grupo de vecinos la posibilidad de recuperar, con recursos muy limitados, esta tradición. Esta labor ya se puede apreciar, sobre todo al visitar el área más inferior del complejo salinero, donde las albercas de desecación vuelven a recibir el agua salada, y el molino salinero de "Les Cabanetes" tritura la mejor sal gema de todo el Pirineo.



Vista de uno de los molinos del complejo salinero. Debajo, uno de los seis manantiales de agua salada existentes en "El Salí de Cambrils".

Las salinas

Las salinas de Cambrils (el "Salí de Cambrils"), como es conocida esta explotación salinera de alta montaña, está formada por dos parajes, separados entre sí 400 metros, y con un desnivel de 50 metros. El primero, el superior, es conocido como la "Font Salada" porque es donde brotan los manantiales de agua salada, que van a alimentar las balsas. Seis fuentes de agua salada salpican la zona más elevada de toda la explotación del *salí*; todas ellas, sobre la orilla izquierda del río, y dispuestas de tal forma que, en su aprovechamiento, no se desperdicia ni una gota de agua rica en cloruro sódico.

Entre el sector más elevado, la "Font Salada", y "Les Cabanetes", todo un circuito de canales artesanales, realizados por troncos de pino ahuecados, descienden el agua con inclinaciones que rondan el 0,5 % de desnivel, lo ideal para que el agua salobre no se detenga, pero que tampoco discurra con mucha velocidad y se salga del conducto. Estos canales aéreos que conducen el agua salina domesticada resultan espectaculares en invierno, cuando las bajas temperaturas hacen que la sal no tarde en solidificar durante su recorrido por los troncos, y hace que parezca nieve.

De esta media docena de fuentes saladas, la "Font de la Bassa del Molí" y la "Font de Cal Corder" han mantenido la fisonomía tradicional. De la primera arranca la conducción que lleva a "Les Cabanetes", cuyo caudal se dedicada a este paraje del "Salí de Cambrils", mientras que el segundo manantial se conducía, igualmente por canales abiertos en troncos ahuecados, hacia las eras de la zona superior, cuyo pavimento es el original, formado por losetas de adobe cocido (gres), de 25x25,5 cm. y de 20x20,5 cm.

El abandono de medio siglo se hace patente en las albercas, donde han crecido especies botánicas que gustan del suelo con salmuera, entre ellas el tamarindo, cuyas vistosas ramas y frutos contrastan con el marrón del suelo y el blanco de la sal. Desde aquí, al borde de la montaña, el paisaje es impresionante, con todo el laberinto de troncos ahuecados conduciendo el agua de los manantiales hacia las balsas y las eras, la acertada disposición de los molinos y la profundidad espacial del lugar, con el río de la Ribera Salada abriéndose paso entre las rocas. Es entonces, cuando más se valora el esfuerzo de unos hombres que están recuperando este patrimonio, legado de generaciones pasadas, que tampoco lo tuvieron fácil, si pensamos en los angostos senderos que los animales de carga debían superar, cargados con sacas de sal, para portar la mercancía hacia los pueblos, para el consumo humano, y también como artículo conservador de alimentos. También la sal, durante los siglos XVIII y XIX, fue objeto de



> El complejo salinero se sitúa en un enclave de alta montaña, entre profundos barrancos

contrabando. No es casual que las montañas de la comarca estén llenas de escondrijos, utilizados por bandoleros y contrabandistas; los primeros, para asaltar las diligencias y los cargamentos con sal, y los segundos, para llevar de estraperlo esta mercancía a lugares que mucho pagaban por ello.

Los molinos

Es un hecho prácticamente inédito en España que, en un espacio de terreno tan reducido (300 metros), haya cinco molinos de características y finalidades tan específicas. Siguiendo un orden de recorrido de arriba abajo, el primero es el molino de la sal, junto al almacén superior, con las funciones de triturar los granos de sal recogidos en las eras y generar energía eléctrica para el "Salí de Cambrils". El segundo molino es de harina, adosado a una casa también de piedra. El tercero es de pienso, destinado a moler el grano para los animales. A continuación se encuentra el molino pelador, con la misión de pelar el grano para el consumo humano. Finalmente, ya en el sector más inferior del complejo, se encuentra el segundo molino de sal, muy próximo al almacén de "Les Cabanetes". Todos ellos, y especialmente este último, están en relativo buen estado de conservación.



El pavimento de la era superior está formado por las losetas originales de adobe cocido.

El "Salí de Cambrils" en cifras

- Altitud media: 1.100 metros.
- Parajes que constituyen la explotación: la "Font Salada" y las "Cabanetes", separados unos 400 metros entre sí.
- Masías habitadas en la cabecera de las salinas: la "Casa Nova" y la "Casa Vella del Salí".
- Manantiales: fuentes de la "Bassa del Molí" y de "Cal Corder".
- Superficie de las eras: 5.100 m² (1.800 m² en la "Font Salada" y 3.300 m² en las "Cabanetes").
- Longitud del recorrido de explotación salinero: 300 metros.
- Caudal total de las fuentes: Entre 600 y 1.000 litros/hora.
- Densidad salinera del agua: superior a 320 g de sal por litro.
- Producción diaria de sal: 200 quintales (8.300 kg.).
- Composición química de la sal: cloruro sódico (98,40%), cloruro de potasio (0,17%), Nisal (0,03%), sulfato de calcio (0,83%), sulfato de potasio (0,08%) y otros (0,49%).

La diferencia entre todos estos molinos radica en el diámetro de las molas, o piedras de triturar: el de harina es de 140 cm.; los de sal, de 80 cm., y el pelador, de 60 cm. La presencia de la serie de molinos citada se debe relacionar con el régimen laboral de explotación; recordemos que el encargado de todo el complejo de las salinas, además de estar obligado a residir dentro del *salí*, compartía la dedicación a la sal con las tareas propias de una explotación agraria tradicional, y además con la singularidad de tratarse de un enclave de alta montaña, entre profundos barrancos. ■

El tren que hizo ciudad



JULIA SOLA LANDERO FOTOS: FUNDACIÓN DE LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES

Fue un proyecto arriesgado y singular. La vía férrea que transportó mineral desde la cuenca turolense de Ojos Negros hasta la costa valenciana desafió numerosos obstáculos y fue más allá de la lógica para hacerse realidad. En 1907 logró convertirse, con sus 205 kilómetros, en el ferrocarril minero más largo y con el trazado más difícil de España.

El embalse del Regajo, en Jérica (Castellón), visto desde la vía verde. Derecha, tramo urbano del trazado y viaducto de Albentosa.







Pero el tren no llegó solo. Con él llegó también la construcción del embarcadero de Sagunto, un proyecto que impulsó el nacimiento del próspero núcleo urbano surgido al amparo de las instalaciones portuarias y del complejo siderúrgico de Altos Hornos del Mediterráneo implantado posteriormente.

La impulsora de aquel singular ferrocarril fue la Compañía Minera de Sierra Menera, constituida en Bilbao en 1900 para explotar el riquísimo yacimiento de mineral de hierro situado a caballo de las provincias de Teruel y Guadalajara, que cubría una superficie de más de 1.500 hectáreas.

Abaratar los costes del transporte de los materiales extraídos era una prioridad; la costa estaba muy alejada del yacimiento y el precio del transporte encarecía demasiado el mineral, así que hubo que pensar en la forma de hacer viable la explotación mi-



El trazado de la vía verde incluye 20 túneles y tramos de singular belleza natural.

nera. De entre las alternativas estudiadas para exportar el mineral de hierro se descartó la de construir un ferrocarril hasta el puerto de Bilbao, el más próximo a los mercados europeos, por su alto coste.

Por aquel entonces acababa de ponerse en servicio la línea de la Compañía del Ferrocarril Central de Aragón, que cubría Calatayud, Teruel, Sagunto y Valencia, y cuyo trazado pasaba a tan solo 15 kilómetros de las minas. En un principio se pensó en utilizar sus servicios, tendiendo un ramal desde la mina hasta la línea principal, pero los contactos realizados entre ambas compañías para estudiar la viabilidad de esta opción no fructificaron. Los motivos: el elevado coste de Tm/Km exigido por el Central de Aragón y la certeza de que no sería posible transportar un millón de toneladas anuales si no se recurría a la instalación de la doble vía.



Un largo trayecto

De este modo, y desafiando todos los obstáculos que el proyecto prometía, la compañía minera optó por la alternativa más arriesgada: construir su propio ferrocarril y un embarcadero minero en el litoral mediterráneo. Más adelante, implantaría junto al embarcadero la planta siderúrgica Altos Hornos del Mediterráneo.

Ciudades como Valencia, Castellón, Burriana y Vinaroz pugnaron por situarse entre las posibles alternativas estudiadas para el trazado y para que el embarcadero se instalara en sus puertos. Pero de entre todas las alternativas posibles la compañía minera se inclinó por la opción de Sagunto, descartando trazados como el de la salida a Vinaroz pasando por Utrillas o el recorrido por la cuenca del Turia para salir a Valencia.

Definitivamente, el trazado iba a discurrir en paralelo y muy próximo en algunos tramos al del ferrocarril ya existente del Central de Aragón, por la ladera derecha del río Palancia. Partía de la localidad de Ojos Negros, a 1.242 metros sobre el nivel del mar, para enfilar en dirección sureste hasta llegar a la costa pasando por tierras castellonenses. Salvar el puerto de Escandón y un desnivel total entre ambos extremos de la línea hace de este trazado ferroviario uno de los más difíciles de la Península. Para salvar puertos, valles y barrancos fue preciso construir 20 túneles y 25 puentes que entrecruzaban su recorrido con la línea del Central de Aragón.

Embarcadero de Sagunto

Las obras del embarcadero que completaría la costosa infraestructura viaria no se harían esperar. Ya en 1903 se comenzó a tender una línea férrea de 476 metros para unir la cantera de Gausa con el tramo final del ferrocarril, con el fin de obtener piedra con la calidad suficiente para construir la escollera del muelle. Y en febrero de 1905 se inicia la construcción del embarcadero, en una playa situada al sur de la desembocadura del Palancia. Tendría un muelle de 144 metros y un cargadero de 14 de altura y 52 de longitud, dotado de doble ascensor para elevar vagones y de un tercer ascensor para el descenso de los vacíos.



El barranco de la Fuensanta, en Caudiel (Castellón), es cruzado por dos viaductos, uno en servicio (en primer plano) y otro en el trazado de la vía verde.

Tan rápido fueron las obras, que el 27 de julio de 1907 llegaba a Sagunto el primer convoy desde Ojos Negros, cargado con 300 toneladas de mineral. Durante aquel año, los trenes transportaron 215.845 toneladas, cantidad que se cuadruplicaría en 1913 y que proseguiría incrementándose hasta 1932, cuando se produjo una drástica caída de tráfico como consecuencia de la crisis de la industria siderúrgica mundial. Aquel año se detuvo la explotación de las minas y ya no se reanudaría hasta después de la Guerra Civil, en 1941.

Reconversión industrial

En los años 60 fueron incrementándose los costes de explotación sin que los precios de las materias primas subieran. Así que no hubo más remedio que pensar en aumentar las ventas a costa de aumentar la capacidad del transporte, ya que el ferrocarril propio no daba para más. Como alternativa, en 1972 se construyó un ramal de vía ancha que enlazaba las instalaciones de carga de Montiel con las vías de Renfe, a la altura de Santa Eulalia, a la vez que se abandonó la explotación del ferrocarril minero. Esa alternativa permitió cuadruplicar la capacidad de transporte y durante unos años la compañía minera todavía conoció un periodo de actividad. Sin embargo, la crisis mundial del sector siderúrgico y la necesaria reconversión industrial, llevaron a la planta siderúrgica porteña –absorbida en los años 40 por Altos Hornos de Vizcaya– y a Sierra Menera hacia su extinción en 1987.

Vía verde

La vía verde de Ojos Negros recorre ahora la huella de aquel extraordinario ferrocarril minero a lo largo de 162 kilómetros. En su acondicionamiento han participado tres administraciones diferentes: la Generalitat valenciana en el tramo que discurre por tierras de Valencia y Castellón; la Diputación General de Aragón en el tramo aragonés entre Albentosa y el puerto de Escandón, y el antiguo Ministerio de Medio Ambiente (actual Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) desde ahí hasta la localidad de Santa Eulalia.



El firme de la vía verde es de carácter mixto, a base de asfalto y tierra compactada.

Los dos tramos de la vía verde discurren respectivamente por las provincias de Teruel y Castellón, uniéndose en la localidad de Barracas.

El trazado original no ha podido ser recuperado en tu totalidad, debido a que en algunas zonas, especialmente en las inmediaciones de Sagunto, las edificaciones e infraestructuras viarias han invadido el antiguo trazado ferroviario.

Su notable longitud hace que el trayecto desde tierras turolenses hasta la costa mediterránea atraviese una gran diversidad de parajes. En su tramo valenciano, que se prolonga a lo largo de 70 kilómetros, la vía verde lleva desde Algimia de Alfara (provincia de Valencia) hasta Barracas (última localidad de Castellón antes de entrar en la provincia de Teruel).

Discurre por la Meseta de Barracas, los altos de Ragudo y el valle del río Palancia, encajonado entre los parques naturales de las sierras de Espadán y Calderona, además de arrimarse a los cascos históricos de Segorbe y Jérica.

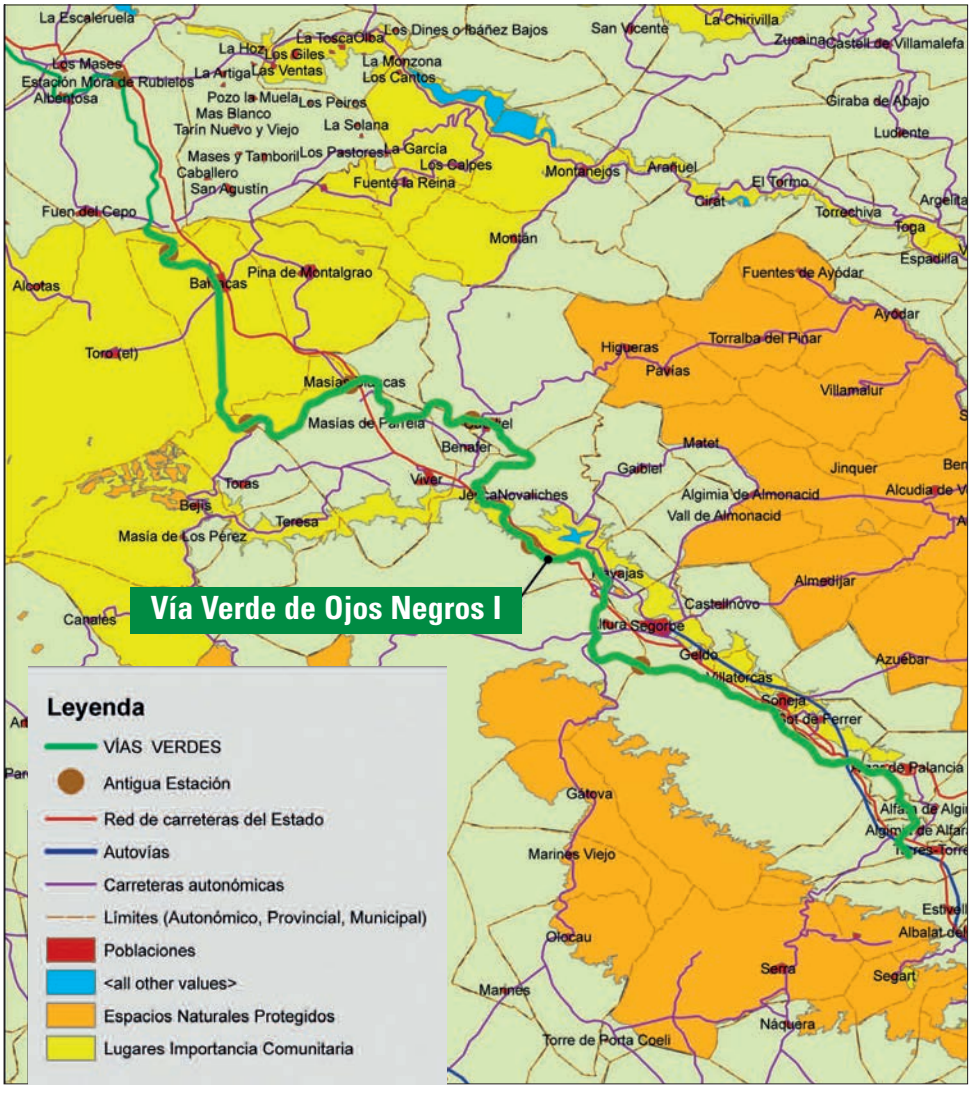
Su trazado incluye 15 túneles y ocho puentes, de los que destaca el viaducto de La Fuensanta, de 150 metros de longitud, con la singularidad de que discurre casi completamente adosado al que todavía cruzan los trenes de Renfe.

A lo largo de casi todo su recorrido se encuentra cerca la línea de ferrocarril Valencia-Teruel, con varias paradas muy próximas al trazado de la vía verde, lo que facilita al viajero el acceso al tren o la incorporación a la vía verde: Algimia, Soneja, Segorbe, Navajas, Jérica y Caudiel. Además, la estación de Barracas ha sido convertida en albergue y amplia zona de esparcimiento, que el viajero puede utilizar para aprovisionar fuerzas.

Tramo turolense

A solo seis kilómetros de Barracas, la vía verde abandona la provincia de Castellón y se adentra por tierras turolenses en busca de la mina abandonada. Acondicionada en 2008 por la Dipu-







La vía verde discurre junto a antiguas edificaciones que han perdido su funcionalidad con la clausura del trazado ferroviario.

tación de Aragón y por el Ministerio de Medio Ambiente, la vía deja atrás Barracas hasta alcanzar Santa Eulalia, ya en la provincia de Teruel (91 kilómetros).

Como el tramo valenciano, la vía discurre en su mayor parte en paralelo a la línea férrea existente, lo que facilita el acceso desde las estaciones de Barracas, Rubielos de Mora, Sarrión, Puebla de Valverde, Puerto de Escandón, Teruel, Caudé y Cella.

Recorre paisajes de cárcavas y de bosque mediterráneo cuajados de pinares, robledales y sabinares que se encadenan en las sierras del Toro y Javalambre; atraviesa los valles del Alfambra y del Jiloca y se acerca a los cascos urbanos de Sarrión, La Puebla de Valverde y Teruel.

A lo largo del tramo turolense existen 13 viaductos, entre los que destacan el de Albentosa, con una altura de 50 metros; el puente de Chispo, que salva el barranco de Peñaflor con casi 90 metros de longitud y 22 de altura, y el puente de los Gatos, con 104 metros de longitud. Además, este tramo cuenta con cinco túneles. Dos de ellos, los de Sarrión y Albentosa, suman conjuntamente cerca de 800 metros de longitud.

Uno de los trechos mas difíciles es el comprendido entre Teruel y el puerto de Escandón, con 19 kilómetros de longitud y en donde en otros tiempos el tren vencía una fuerte rampa de 200 metros que obligó a establecer una doble vía para aumentar la capacidad de transporte. Al final de la rampa aún se pueden ver los escasos restos abandonados de la remota estación que en su día fue pujante cabecera de la línea minera. ■

Teruel existe junto a la vía

En el tramo aragonés de la Vía Verde de Ojos Negros, cuando esta discurre por el barranco del Alfambra, la ciudad de Teruel se encuentra en el punto más próximo del trazado. A tansolo 2 kilómetros de distancia, un camino en suave descenso se desgaja de la ruta para acercar al viajero a la capital turolense.

Merece una visita su casco histórico, cuyo legado mudéjar fue designado Patrimonio de la Humanidad en 1986. Es única la exuberancia de la decoración cerámica de los exteriores arquitectónicos, presente ya en los monumentos más antiguos del siglo XIII. Si bien la decoración cerámica es propia del mudéjar aragonés, esta característica encuentra en Teruel su mayor expresividad y, a decir de los expertos, una singularidad solo comparable con la riqueza ornamental de la azulejería en exteriores propia del arte islámico oriental a partir del siglo XIII.

Las torres mudéjares de la catedral de Santa María de Mediavilla, de San Pedro, de San Martín, del Salvador y de la Merced, junto al ábside poligonal de la iglesia de San Pedro y el cimborrio de la catedral, son visitas obligadas para el viajero curioso.

Además, en Teruel menudean ejemplos de arte neomudéjar, que se pueden encontrar en numerosas plazas y calles: campanarios, claustros, edificios civiles, como el Casino de Teruel o el Instituto de Enseñanzas Medias, dejan sentir la tradición mudéjar de la capital turolense.

www.viasverdes.com

Más información: Fundación de los Ferrocarriles Españoles

Revista del Ministerio de

Fomento



Alta velocidad en España



MONOGRÁFICO JULIO-AGOSTO **2011**

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

RESERVE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 6478 / 6449
Por fax: 91 597 61 86 (24 horas).
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

Revista del Ministerio de
Fomento

Abril 2012 ● Nº 616 ● 3 €



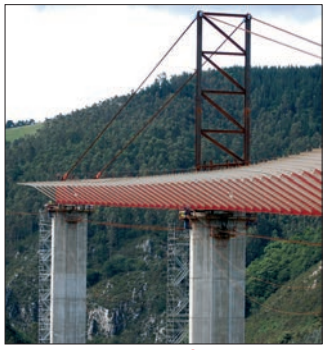
Presupuestos 2012 del Grupo Fomento

● El tráfico portuario creció casi un 6% en 2011 ● Estación de Cercanías Zaragoza-Goya ● En servicio el tramo Salas-La Espina (1ª calzada) de la A-63

Revista del Ministerio de
Fomento

En este número

ABRIL 2012
Nº 616



Presupuestos 2012 del Grupo Fomento

El tráfico portuario creció casi un 6% en 2011 · Estación de Cercanías Zaragoza-Goya · En servicio el tramo Salas-La Espina (1ª calzada) de la A-63



PRESUPUESTOS

2. Incrementar la eficacia. *Los Presupuestos del Grupo Fomento destinarán a inversión 11.928 M€ en el ejercicio 2012.*

PUERTOS

10. Recuperando el crecimiento perdido. *El tráfico portuario creció un 5,97% en 2012, alcanzando casi 457 millones de toneladas.*

CARRETERAS

16. Mejora de comunicaciones. *En servicio el tramo Salas-La Espina (1ª calzada) de la autovía A-63 en Asturias.*

FERROCARRIL

22. Referente de movilidad. *El servicio de Cercanías de Zaragoza estrena la estación de Goya, la más céntrica de la línea.*







Y además...

26. Fin a la barrera. *En servicio la nueva estación de Rodalies de Montmeló.*

30. Un legado en casa. *El museo virtual del Cedex divulga la historia de la obra pública.*

36. Eficiencia obliga. *El auge del tráfico aéreo revolucionará la industria aeronáutica y la gestión del tráfico.*

42. Un tren en tiempos revueltos. *Vía Verde del Eo.*

48. Paraíso en la Tierra. *El entramado hidráulico de la Alhambra y el Generalife.*

Director de la Revista: Antonio Recuero

Edición: Javier R. Ventosa. **Maquetación:** J. A. Laiz. **Secretaria de redacción:** Ana Herráiz. **Fotografía:** José Caballero. **Archivo fotográfico:** Vera Nosti. **Portada:** DCE Asturias
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor. **Colaboran en este número:** Jaime Arruz, Jesús Ávila y Julia Sola Landero.
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).* **Vicepresidencia:** Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).*
Información de publicaciones del Ministerio de Fomento: 915 976 449 / 78.
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: 161-12-004-1

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

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.



LOS PRESUPUESTOS DEL GRUPO FOMENTO DESTINARÁN A INVERSIÓN 11.928 M€ EN 2012

Incrementar la eficacia









R. F.

El presupuesto consolidado del Grupo Fomento, que asciende a 20.104 M€ y supone una reducción del 8,62% respecto al de 2011, prevé para este año una inversión de 11.928 M€. Por sectores, el ferrocarril concentra algo más del 50% de las inversiones, hasta un total de 6.043 M€; seguido de carreteras, que suma 3.160 M€ (26,5%); aeropuertos y seguridad aérea que totalizan 1.026,2 M€ (8,6%); vivienda, 814,2 M€ (6,8%), y puertos y seguridad marítima 784 M€ (6,6%).

El ferrocarril concentra la mitad de las inversiones en 2012, seguido de las carreteras y los aeropuertos.



La ampliación de la red de alta velocidad constituye la principal partida de las inversiones en el ferrocarril en 2012.

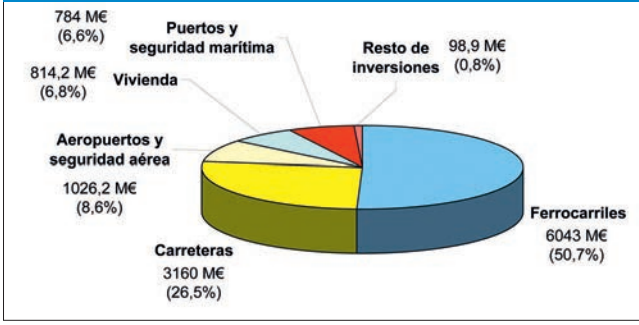
El proyecto de presupuesto del Ministerio de Fomento y las diferentes entidades a él adscritas contempla destinar 11.928 M€ a inversiones en 2012, lo que supone el 59% del total de 20.104 M€ correspondiente a la asignación de los Presupuestos Generales del Estado. En palabras de la titular del Departamento, Ana Pastor, durante el acto de presentación de los mismos celebrado el pasado 3 de abril, se trata de unos presupuestos "austeros pero realistas, que buscan contribuir a la consolidación fiscal del país mediante la reducción de su déficit, pero sin renunciar por ello a objetivos también primordiales como son impulsar el desarrollo económico y reforzar la cohesión territorial". De acuerdo con esos objetivos se ha buscado multiplicar la eficacia de las inversiones, con una rigurosa selección de los proyectos más prioritarios.

Ferrocarril

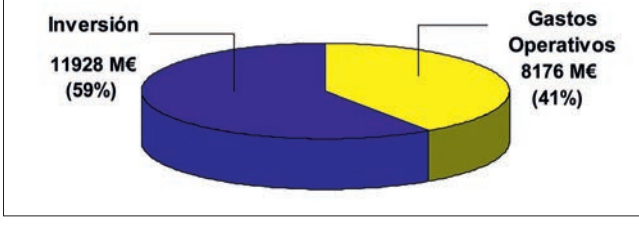
Por partidas de inversión, el ferrocarril concentra el 50,7% del total, hasta sumar un total de 6.043 M€.Y dentro de este capítulo, las partidas dedicadas a la ampliación de la red de alta velocidad copan casi el 71% del total, alcanzando los 4.187,7 M€ de inversiones previstas para 2012. El Corredor Mediterráneo de alta velocidad, una de las prioridades españolas en la futura Red Transeuropea de Transporte, será el que reciba la mayor asignación presupuestaria: 1.342,26 M€. De ellos, 626,9 M€ se destinan a completar diversas actuaciones en tramos del corredor a su paso por Levante, concretamente en el eje entre Alicante y Castellón; otros 346,23 M€ se adjudican al tramo entre Tarragona y la frontera con Francia, además de otros 14,3 M€ para la finalización de proyectos ya en marcha en Tarragona. Y en el resto de este corredor se han previsto también inversiones por valor de 208,67 M€ en el tramo entre Bobadilla y Granada, entre Murcia y Almería, con una inversión de 145,37 M€, y en la conexión Antequera-Algeciras, donde se desarrollarán proyectos por importe de 0,52 M€.

En el Corredor Noroeste se llevarán a cabo diversas actuaciones que supondrán una inversión de 1.217,39 M€. El tramo Olmedo-Lubián-Ourense-Vigo por Cerdedo es el que recibe la mayor inversión: 901,86 M€, seguido de la eje-

Inversión por áreas: 11.928 M€



Recursos totales

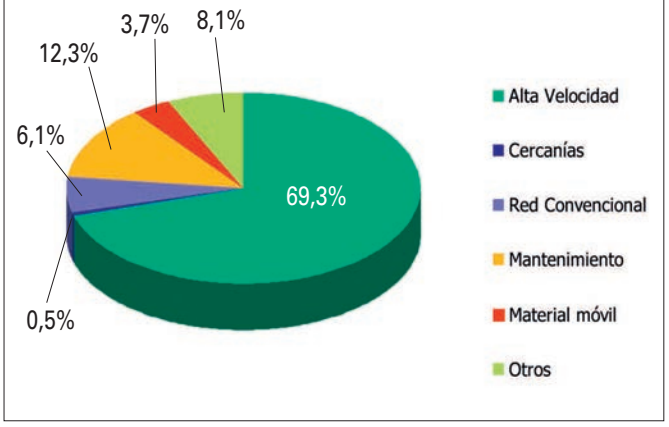




La inversión ferroviaria, que prioriza la alta velocidad, destina partidas importantes a mantenimiento o adquisición y mejora del material móvil.



Inversión en ferrocarril: 6.043 M€



cución de diversos proyectos en el Eje Atlántico para impulsar las conexiones A Coruña-Ferrol y Vigo-frontera portuguesa, a los que asignan 313,25 M€. A la conexión Ourense-Lugo-A Coruña se destinan otros 2,28M€.

Por otro lado, en el Corredor Norte se llevarán a cabo inversiones por un importe de 1.080,45 M€. De esa cantidad, 314,5 M€ se reservan para impulsar actuaciones en la Y vasca; otros 281,5 M€ para la conexión Valladolid-Venta de Baños-Burgos-Vitoria, mientras que en el ramal central, la conexión Venta de Baños-Palencia-León-Asturias contará con una asignación de 269,65 M€, sin incluir la variante de Pajares, que recibirá otros 210,6 M€. Además, se destinan otros 2,47 M€ para la realización de diversos estudios para la conexión Madrid-Segovia-Ávila-Salaman-



La ministra de Fomento, flanqueada por el secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (izda.) y el subsecretario del Departamento, durante la presentación de los Presupuestos de 2012.



La inversión en carreteras permitirá poner en servicio unos 215 kilómetros de autovías de nueva construcción.

ca, así como otros 1,73 M€ a proyectos para la mejora de los accesos a Logroño.

Al impulso de otros corredores se destinan, por último, algo más de 370 M€. Así, en el Corredor Sur se prevén unas inversiones de 35,56 M€ para la continuación de los trabajos en la conexión de alta velocidad entre Sevilla y Cádiz; además de 2,34 M€ para el desarrollo de proyectos en la línea Sevilla-Huelva y otros 7,43 M€ para la línea Madrid-Jaén. Por su parte, la línea de alta velocidad Madrid-Extremadura-frontera portuguesa recibirá una inversión de 135,84 M€. Asimismo la de Madrid-Levante contará con otros 36,33 M€, mientras que a la conexión en ancho UIC del túnel entre las estaciones madrileñas de Puerta de Atocha y Chamartín se destinan 149,52 M€. Y, por último, en proyectos del Corredor Navarro de alta velocidad entre Zaragoza y Pamplona se prevé una inversión de 2,95 M€.



Otras inversiones importantes en el capítulo ferroviario son las destinadas a mantenimiento, que contará con una asignación de 740 M€, y a adquisición y mejora del material móvil, que dispondrá de una partida cercana a los 222 M€, mientras que a otras actuaciones y programas de mejora en las redes convencional y de Cercanías se destinan 367,4 M€ y 28,5 M€ respectivamente. Igualmente se ha previsto una asignación de 415,6 M€ a otras actuaciones de mejora y modernización de la red (supresión de pasos a nivel, integración del ferrocarril en ciudades, sistemas de control de tráfico, etc.).

Carreteras

Las inversiones en carreteras ascenderán a 3.160 M€ y supondrán el 26,5% del total del Departamento. Esta suma permitirá acometer actuaciones de nueva construcción o conservación en unos 1.300 kilómetros de la red estatal. En concreto se prevé la entrada en servicio de 215 kilómetros de nueva construcción, de los que 170 kilómetros co-



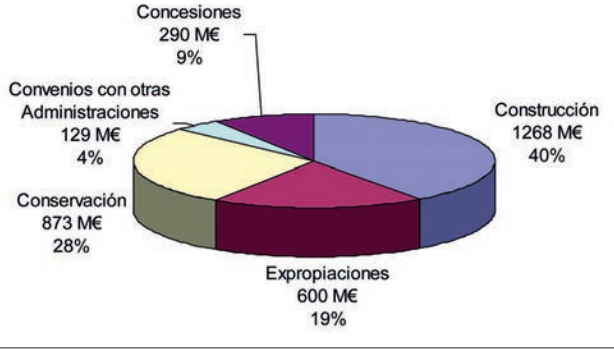
El Presupuesto de Fomento para 2012 contempla como actuación prioritaria el cierre de los ejes estratégicos para mejorar la cohesión territorial.

rresponden a ampliaciones en la red de autovías. El capítulo de construcción contará con la mayor asignación: 1.268 M€, lo que supone el 40% de las inversiones; mientras que a conservación se destinan otros 873 M€ (28%), destacando la finalización de cinco grandes tramos en las autovías de primera generación A-1, A-2 y A-4. A expropiaciones se asignan en total 600 M€, que corresponden mayoritariamente a obligaciones reconocidas desde 2007 en adelante. A concesiones se destinan 290 M€ y a convenios con otras administraciones otros 129 M€.

Asimismo, proseguirán las actuaciones para completar el cierre de ejes estratégicos para la cohesión territorial, como las autovías del Cantábrico (A-8), Mediterráneo (A-7), Ruta de la Plata (A-66), Noreste (A-2), Duero (A-11), Camino de Santiago (A-12), etc. (ver cuadro adjunto). También se contemplan actuaciones de mejora y ampliación de capacidad en autovías de primera generación como la A-2 o la A-4.

A su vez, la mejora de los accesos a las grandes ciudades registrará también un importante número de actuaciones.

Inversión en carreteras: 3.160 M€



Así, se prevé desarrollar diversas obras de mejora en las rondas de Barcelona y en los accesos al puerto y al aeropuerto de El Prat, entre otras. En Madrid, se mejorarán los enlaces de la autovía M-40, además de emprender otras obras que permitirán incrementar su capacidad y funcionalidad. También se acometerán mejoras en los accesos de Sevilla, Valencia, Zaragoza, A Coruña, Valladolid, Santiago de Compostela o Alicante, entre otras ciudades (ver cuadro adjunto).

En otro orden, es preciso destacar que el Ministerio asumirá asimismo el pago de unos 250 M€ por obras de carreteras ejecutadas en 2011 y aún pendientes de abono.

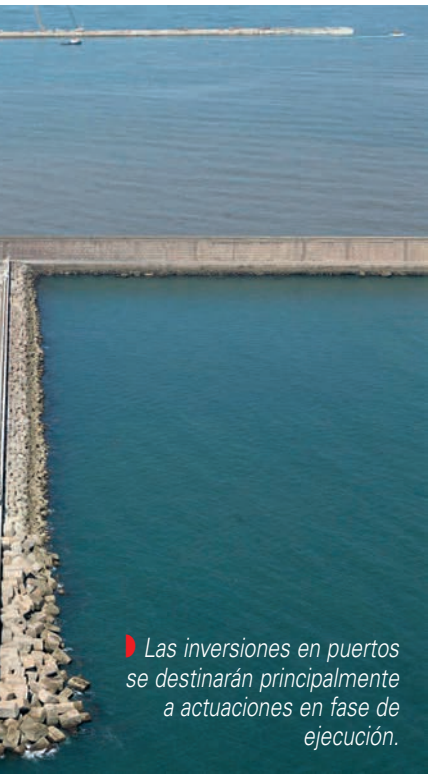
Actuaciones metropolitanas

- A Coruña. Autovía de acceso AC-14 y acceso al puerto exterior.
- Albacete. Circunvalación Sur.
- Algeciras. Acceso al puerto.
- Alicante. Acceso al aeropuerto.
- Almería. Acceso al puerto.
- Barcelona. Ronda orbital B-40; enlace de Castellbisbal; conexión entre la ronda litoral y la autopista C-32; mejora del enlace del Prat de Llobregat; plataforma reservada para el transporte público Molins de Rei-avenida Diagonal; acceso al puerto de Barcelona.
- Burgos. Ronda Noroeste.
- Cádiz. Nuevo acceso, puente sobre la bahía; enlace de Tres Caminos.
- Castellón. Duplicación de la variante.
- Ceuta. Acondicionamiento carretera puerto-frontera del Tarajal.
- Córdoba. Variante Oeste y ronda Suroeste (A-4).
- Elche. Circunvalación Sur.
- Gandía. Acceso al puerto; duplicación de variante.
- Gijón. Acceso al puerto de El Musel.
- Girona. Puente sobre el río Ter.
- Granada. Circunvalación exterior A-44; autovía de acceso GR-43
- Guadalajara. Variantes de la N-320 y de la A-2.
- Huelva. Duplicación de la N-442; puente sobre el río Tinto y acceso al puerto.
- Huesca. Variante Sur y acceso al aeropuerto.
- León. Acceso Sur; remodelación de la ronda Este y conexión de la autovía A-60.
- Logroño. Prolongación de la autovía LO-20 hasta el enlace de Recajo y conexión con autovía A-12
- Lugo. Desdoblamiento de la ronda Norte.
- Madrid. Plataformas reservadas para el transporte público; remodelación de enlaces en la M-40; mejora de la capacidad y funcionalidad de la M-40.
- Málaga. Tercer carril de la ronda Este; accesos Sur y Norte al aeropuerto; plataforma reservada para el transporte público y tercer carril en la autovía A-7.
- Marbella. Acondicionamiento de la travesía de San Pedro de Alcántara.
- Motril. Acceso al puerto.
- Murcia. Autovía del Reguerón; ampliación capacidad de las autovías A-7, MU-30 y A-30; arcos Norte y Noroeste de Murcia; autovía de conexión de la A-7 con la autovía del Reguerón (Zeneta-Santomera)
- Ourense. Variante Norte.
- Pontevedra. Circunvalación; remodelación nudo de O'Pino; Red Arterial Nuevo Acceso Sur.
- Salamanca. Acondicionamiento acceso Norte.
- Santander. Ronda de la Bahía; distribuidor de La Marga.
- Santiago de Compostela. Paso inferior de Conxo; acceso al polígono de Tambre; ampliación de capacidad AC-11 avenida de Alfonso Molina.
- Segovia. Conversión en autovía de la SG-20.
- Sevilla. Circunvalación SE-40; tercer carril autovía A-4 entre SE-40 y aeropuerto; remodelación del enlace de la Pañoleta y accesos a Camas.
- Tarifa. Acceso al puerto.
- Tarragona. Reordenación de accesos en la carretera T-11 al aeropuerto; cierre del segundo cinturón.
- Valencia. Ampliación de capacidad y mejora de las autovías A-3, V-21, V-30, V-31 y del *by-pass* de la A-7.
- Valladolid. ronda exterior Este; ronda Sur; ronda Oeste.
- Vigo. Acceso al aeropuerto desde la AP-9; autovía A-52, tramo Vigo-Porriño.
- Zaragoza. Ampliación de capacidad y mejora de enlaces en la ronda Norte.



Construcción: nuevos ejes de gran capacidad y ampliaciones de capacidad

-Autovías de primera generación: concesiones contratadas.
-Autovía A-11 del Duero.
-Autovía A-12 del Camino de Santiago.
-Autovía A-14 Lleida-Sopeira.
-Autovía A-15 de Navarra.
-Autovía A-2 del Noreste.
-Autovía A-21 Pamplona-Jaca.
-Autovía A-22 Lleida-Huesca.
-Autovía A-23 Sagunto-Zaragoza-Jaca.
-Autovía A-26 entre Figueres y Llançá.
-Autovía A-27 Tarragona-Montblanc.
-Autovía A-32 Linares-Albacete.
-Autovía A-33 Cieza-Font de la Figuera.
-Autovía A-38.
-Autovías A-4 del Sur.
-Autovía A-40 Ávila-Maqueda-Cuenca-Teruel.
-Autovía A-43 Extremadura-Valencia.
-Autovía A-48 Costa de la Luz
-Autovía A-49 del V Centenario: ampliación de capacidad.
-Autovía A-54 Santiago-Lugo.
-Autovía A-56 Ourense-Lugo.
-Autovía A-60 Valladolid-León.
-Autovía A-62 de Castilla.
-Autovía A-63 Oviedo-La Espina-Canero.
-Autovía A-66 Ruta de la Plata.
-Autovía A-67: mejoras y ampliación de capacidad.
-Autovía A-68 Vinaròs-Zaragoza-Miranda de Ebro.
-Autovía A-7 del Mediterráneo.
-Autovía A-73 Burgos-Aguilar de Campoo.
-Autovía A-8 del Cantábrico.
-Tercer carril en la Y asturiana.
-Autopista AP-9. Ampliación de capacidad.



Las inversiones en puertos se destinarán principalmente a actuaciones en fase de ejecución.



La puesta en servicio de la nueva pista de Málaga será una de las actuaciones destacadas en aeropuertos en 2012.

Aeropuertos y puertos

La ampliación y modernización de la red aeroportuaria y de los sistemas de navegación aérea, la mejora de la seguridad y de la sostenibilidad ambiental y el incremento de la eficiencia energética son los grandes objetivos de las inversiones destinadas al sector aeroportuario, que en conjunto suman 1.026,2 M€. Entre las actuaciones más importantes que se desarrollarán a lo largo de este año destacan, entre otras, la entrada en servicio de las nuevas pistas de los aeropuertos de Málaga y A Coruña, así como de los nuevos edificios terminales de los aeropuertos de Gran Canaria y Vigo. Está previsto avanzar, además, en los desarrollos del nuevo diseño del espacio aéreo (programa Caelus), del Sistema Automatizado de Tránsito Aéreo (SACTA), así como en el tratamiento del plan de vuelo (iTEC) y en los de gestión y control del tráfico aéreo (ATC).

Puertos y seguridad marítima sumarán en total 784 M€ de inversión a lo largo de 2012. La mayor parte de ese montante se destinará a obras que actualmente se encuentran en fase de ejecución, entre otras: la nueva dársena de Langosteira del puerto de A Coruña; la ampliación del puerto de Algeciras en Isla Verde; la nueva terminal de contenedores del puerto de Cádiz; los nuevos muelles del puerto de Ibiza; la terminal de contenedores de El Prat en el puerto de Barcelona; las obras de abrigo de la nueva dársena del puerto de Valencia, o el nuevo puerto de Granadilla en Tenerife.

Vivienda

En materia de vivienda se contemplan inversiones por un total de 814,2 M€, de los que 576 M€ se destinan a las distintas líneas de actuación recogidas en el Plan de Vivienda: subsidiación del tipo de interés, ayuda a la entrada, renta de emancipación, etc., mientras que otros 193 M€ tendrán como prioridad el desarrollo de programas y convenios con las comunidades autónomas para incentivar actuaciones de rehabilitación y potenciar las políticas de alquiler.

Finalmente, por lo que concierne a las subvenciones al transporte, que contarán con una partida de 330 M€, se han mantenido las bonificaciones, con una subvención del 50% sobre el precio del billete para los residentes no peninsulares (Canarias, Baleares, Ceuta y Melilla), en condiciones iguales a años anteriores, tanto en el modo aéreo como el marítimo, si bien se suprime el acceso a la clase *business* en este último. Se han incluido también sendas partidas de 10 M€ (marítimo) y 2 M€ (aéreo) para compensaciones de transporte motivadas por obligaciones de servicio público para las líneas marítimas Algeciras-Ceuta, Málaga-Melilla, Almería-Melilla y Península-Canarias, así como para otras cuatro rutas aéreas internas en Canarias y entre Menorca y Madrid. Por otro lado, las subvenciones para el transporte extrapeninsular de mercancías ascenderán en el año 2012 a 20,2 M€. ■

Autovías en estudio y proyecto

-Autovía A-24 Daroca-Calatayud.
-Autovía A-28 Tarancón-Guadalajara.
-Autovía A-57.
-Autovía A-59.
-Autovía A-65 Palencia-conexión A-6.
-Autovía A-72 Monforte-Chantada.
-Autovía A-76 Ponferrada-Ourense.
-Autovía A-81 Badajoz-Córdoba-Granada.
-Autovía A-82 San Cibrao-Barreiros.
-Autovía A-83 Huelva-Zafra.
-Autovía Alcolea del Pinar-Monreal del Campo.
-Autovía León-La Robla.
-Autovía de conexión de la A-2 con la A-1.
-Autovía de Segovia a la A-1 por la N-110.
-Autovía Toreno-La Espina
-Autopista Dos Mares.
-Autopista AP-37 Alicante-Murcia.
-Autopista AP-36 La Roda-Chinchilla.
-Autopista R-3 Perales-Tarancón.
-Autopista R-5 Navalcarnero-Talavera de la Reina

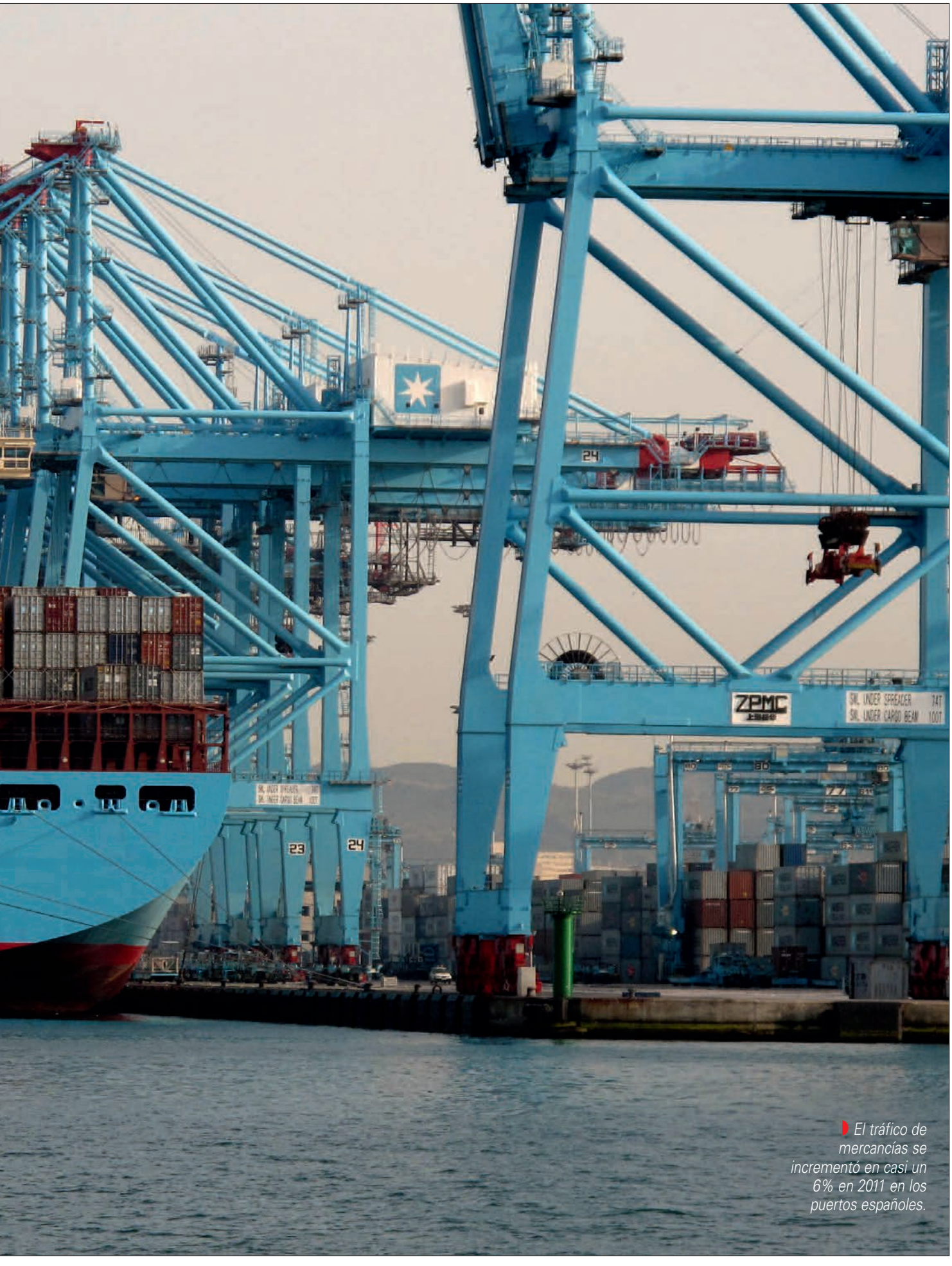
Recuperando el crecimiento perdido

EL TRÁFICO PORTUARIO CRECIÓ UN 5,97% EN 2011, ALCANZANDO CASI 457 MILLONES DE TONELADAS

R. F.

Los 46 puertos de la red de Puertos del Estado movieron un total de 456.998.205 toneladas durante el pasado año, lo que representó un incremento del 5,97% sobre 2010. Por tipos de tráfico, la mercancía general creció un 12,03% y llegó a representar el 48,1% del total de mercancías movidas en el conjunto del sistema portuario. Por su parte, el tráfico de pasajeros también creció, especialmente en el sector cruceros, que alcanzó de nuevo su máximo histórico al situarse muy próximo a los 8 millones de personas.





APBA

El tráfico de mercancías se incrementó en casi un 6% en 2011 en los puertos españoles.





El tráfico de mercancías y pasajeros creció por segundo año consecutivo en el sistema portuario español hasta alcanzar las 456.998.205 toneladas y 27.283.979 personas en 2011, lo que significó un incremento del 5,97% y del 3,45%, respectivamente, sobre 2010. Estas cifras afianzan la tendencia positiva iniciada ese año y vienen a contrarrestar el fuerte descenso experimentado en 2009, cuando los tráficos registraron una caída cercana al 13% sobre 2008.

De esas cifras totales, casi una cuarta parte, unos 109 millones de toneladas y 7,7 millones de contenedores, fueron estibados o desestibados en tránsito, representando así en torno a un 25% y 55% del total de esos tráficos. Su arribada a puertos españoles, de acuerdo con las autoridades portuarias, obedeció en muchos casos a motivos de oportunidad, en especial como consecuencia del contexto internacional del norte de África, por lo que su continuidad



La mercancía general acaparó casi la mitad del total de tráficos en 2011.

dependerá en muchos casos de la evolución en esa zona y del mantenimiento de la competitividad de los puertos en la oferta de servicios.

La mercancía general fue un año más la que mayor valor aportó al conjunto del sistema, suponiendo más 40% del total de tráficos, hasta si-

MERCANCÍAS EN TRÁNSITO. VARIACIÓN INTERANUAL





APBA

TRÁFICO TOTAL 2011 POR AUTORIDADES PORTUARIAS (Toneladas)

Autoridad Portuaria	2010	2011	% Variación
A Coruña	12.265.267	11.700.530	-4,60
Alicante	2.202.602	2.251.042	2,20
Almería	3.872.427	4.617.671	19,24
Avilés	4.590.327	5.117.339	11,48
Bahía de Algeciras	70.275.993	82.848.726	17,89
Bahía de Cádiz	4.005.881	4.104.514	2,46
Baleares	11.739.237	11.462.555	-2,36
Barcelona	43.678.608	43.936.353	0,59
Bilbao	34.666.185	32.002.547	-7,68
Cartagena	19.230.019	22.733.854	18,22
Castellón	12.484.448	13.117.727	5,07
Ceuta	2.624.512	2.767.384	5,44
Ferrol-San Cibrao	10.709.195	12.067.153	12,68
Gijón	15.718.656	15.186.086	-3,39
Huelva	22.252.175	26.834.558	20,59
Las Palmas	22.674.227	25.359.616	11,84
Málaga	2.353.994	5.423.148	130,38
Marín y Ría de Pontevedra	1.978.722	1.848.839	-6,56
Melilla	843.628	894.943	6,08
Motril	1.940.952	2.088.955	7,63
Pasaia	3.897.975	3.252.142	-16,57
Santa Cruz de Tenerife	15.968.268	14.774.481	-7,48
Santander	5.013.940	5.127.133	2,26
Sevilla	4.365.589	4.618.912	5,80
Tarragona	32.772.822	31.945.482	-2,52
Valencia	64.028.807	65.767.162	2,71
Vigo	4.351.530	4.329.068	-0,52
Vilagarcía de Arousa	736.507	820.285	11,38
Total Sistema	**431.242.493**	**456.998.205**	**5,97**

tuarse en las 213.262.914 toneladas, con un crecimiento del 12,03% sobre 2010. En menor medida crecieron los graneles líquidos, que sumaron 150,4 millones de toneladas y un crecimiento del 1,23%, y los graneles sólidos, que sólo aumentaron un 0,77% hasta situarse en 79,2 millones de toneladas en 2011, aun muy por debajo de los 116,9 millones de toneladas de 2007. En este capítulo fue especialmente significativo el crecimiento experimentado en el puerto de El Ferrol, próximo al 17%, frente al descenso registrado en la mayoría de los grandes puertos, que osciló entre el –1,8% del puerto de Tarragona y el –15,6% del puerto de Huelva.

Impulsores

Dentro de los tráficos de mercancía general, la mercancía transportada en contenedores actuó de nuevo como gran impulsora del crecimiento, obteniendo un aumento del 14,1% y un total de 157.332.822 toneladas. Los





Los puertos españoles han incrementado en 2011 el movimiento de mercancías y han registrado tasas de crecimiento superiores al 10% en el sector de cruceros.

puertos del Mediterráneo concentraron la mayor parte de este tráfico. El puerto de Valencia, donde se movieron 4,3 millones de TEU (2,9% más que en 2010) y 50,9 millones de toneladas de carga en contenedores (3,8 % más que en 2010), continuó otro año más en primer lugar del *ranking*. Por su parte, en el puerto de Barcelona se alcanzaron 2,0 millones de TEU (+4,3) y 19,7 millones de toneladas de carga en contenedores (+3,4).

Especialmente significativo fue el crecimiento experimentado por la Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras, cuyos tráficos de mercancías en contenedores totalizaron 47,4 millones de toneladas y 3,6 millones de TEU, con un crecimiento de 32,6% y 28,4% respectivamente. En conjunto, el tráfico de mercancía transportada en contenedores supuso el 73,7% de la mercancía general movida.

Por lo que respecta al capítulo de otras mercancías, el crecimiento se situó en el 3,01%, pasando de los 13,6 millones de toneladas de 2010 a 14,08 millones de toneladas en 2011. El sector pesquero deparó un aumento del 1,34%, situándose en 237.988 toneladas.

Otras cifras de crecimiento en los puertos especialmente significativas fueron las registradas en los tráficos de pasajeros, alcanzándose un total de 27.283.979 (pasajeros en líneas regulares y cruceros), lo que supuso un 3,45% más que en 2010. El incremento fue notable en el sector de cruceros, pues en 2011 recalaron en los puertos españoles 3.901 buques de este tipo con un total de 7.997.893 cruceristas a bordo, lo que arrojó un incremento del 11,8% sobre el total del año anterior. ■



PASAJEROS DE CRUCEROS

	2010	2011	(var. %)
A Coruña	70.695	128.563	81,86
Alicante	75.795	108.435	43,06
Avilés	0	0	0
Bahía de Algeciras	37	0	-100,00
Bahía de Cádiz	334.162	374.217	11,99
Baleares	1.540.866	1.614.499	4,78
Barcelona	2.344.925	2.642.493	12,69
Bilbao	43.394	77.345	78,24
Cartagena	104.294	88.081	-15,55
Castellón	849	586	-30,98
Ceuta	4.952	4.841	-2,24
Ferrol-San Cibrao	640	9.423	1.372,34
Gijón	11.431	7.297	-36,16
Huelva	0	650	0,00
Las Palmas	638.860	760.896	19,10
Málaga	659.123	638.845	-3,08
Marín y Ría de Pontevedra	0	0	0
Melilla	2.265	844	-62,74
Motril	2.335	8.998	285,35
Santa Cruz de Tenerife	740.022	828.590	11,97
Santander	13.939	14.207	1,92
Sevilla	12.092	16.058	32,80
Tarragona	3.148	752	-76,11
Valencia	253.743	378.463	49,15
Vigo	233.644	253.637	8,56
Vilagarcía de Arousa	4.373	3.126	-28,52
TOTAL	**7.153.486**	**7.997.893**	**11,80**



Casi 8 millones de cruceristas

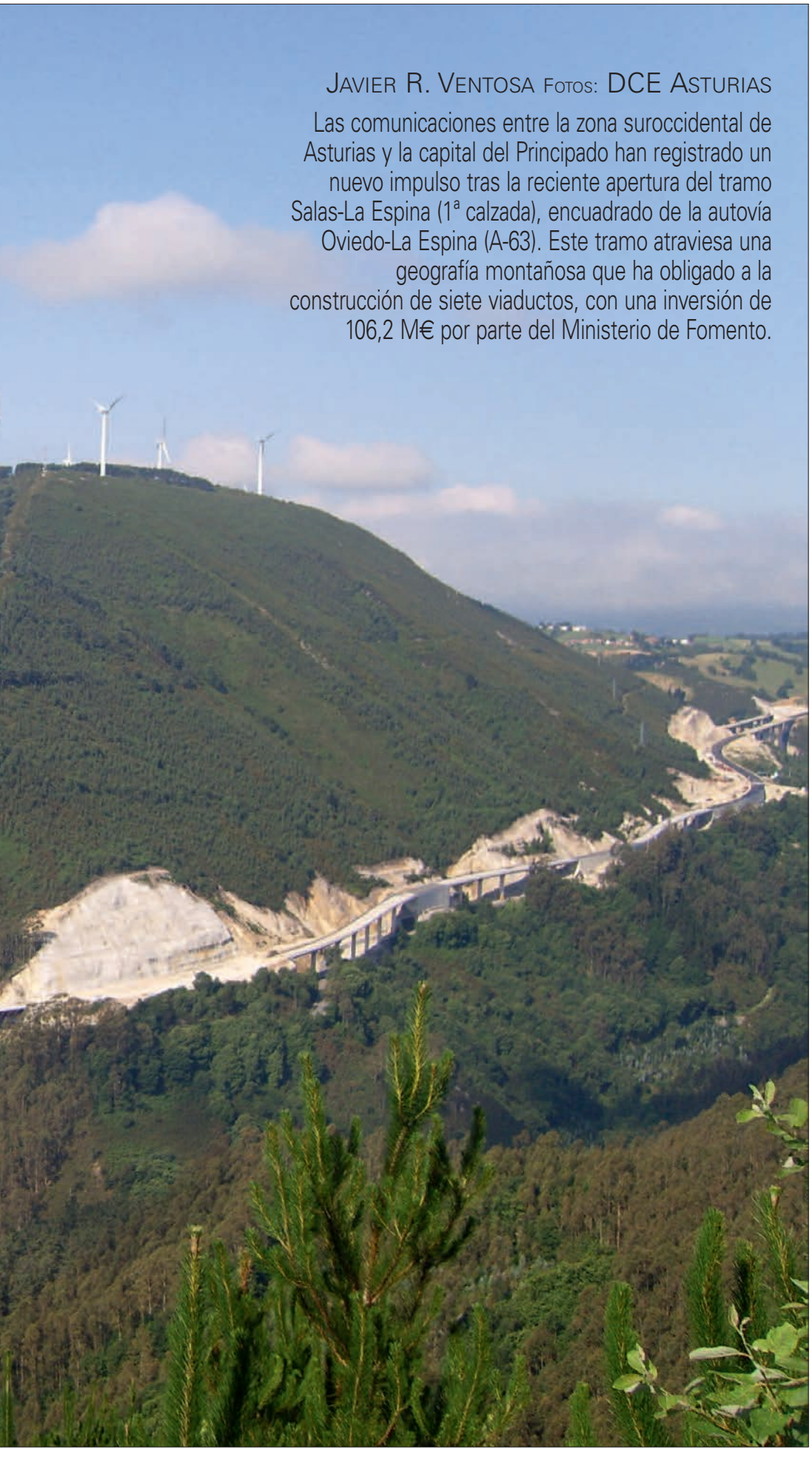
Por tercer año consecutivo el sector de cruceros continuó experimentando una alta tasa de crecimiento, superior una vez más al 10% y consolidando la importancia de los puertos españoles como destino turístico, cerca ya de los puertos italianos y griegos, que ocupan respectivamente el primer y segundo lugar como destinos favoritos en Europa. En total, en nuestro país recalaron en 2011 unos 840.000 cruceristas más que en 2010. Los puertos del Mediterráneo fueron los destinos preferidos de esos viajeros, concentrando casi el 70% de las escalas y unos 5,5 millones de cruceristas. Barcelona fue una vez más el puerto que ocupó el primer lugar en las preferencias, tanto a nivel nacional como europeo. Sus instalaciones recibieron a 2,6 millones de viajeros en 2011, casi un 12,7% más que en 2010. Por su parte, los puertos de Baleares registraron un incremento anual del 4,78%, hasta 1.614.499 viajeros, consolidándose como segundo destino nacional, el cuarto a nivel europeo y duodécimo del mundo.

EN SERVICIO EL TRAMO SALAS-LA ESPINA (1ª CALZADA) DE LA AUTOVÍA A-63 EN ASTURIAS

Mejora de comunicaciones



El trazado discurre por la ladera del alto de La Espina a través del viaducto del Regueirón (el más singular) y los tres de Bodenaya.



JAVIER R. VENTOSA FOTOS: DCE ASTURIAS

Las comunicaciones entre la zona suroccidental de Asturias y la capital del Principado han registrado un nuevo impulso tras la reciente apertura del tramo Salas-La Espina (1ª calzada), encuadrado de la autovía Oviedo-La Espina (A-63). Este tramo atraviesa una geografía montañosa que ha obligado a la construcción de siete viaductos, con una inversión de 106,2 M€ por parte del Ministerio de Fomento.

El nuevo tramo constituye la parte final de la autovía Oviedo-La Espina (A-63), infraestructura de alta capacidad en su mayor parte ya en servicio que está destinada a mejorar las comunicaciones entre la capital del Principado y los concejos interiores de la zona suroccidental (Grado, Salas, Tineo, Allande y Cangas del Narcea), con una prolongación prevista hasta Canero, remplazando a la veterana carretera nacional N-634 en esta zona.

La apertura del tramo, aun cuando solo se trata de una de las dos calzadas, se ha traducido en beneficios instantáneos para los automovilistas y transportistas, que ahora circulan por esta zona montañosa con mayores condiciones de seguridad y han reducido los tiempos de desplazamiento. Ello se debe al nuevo trazado de la autovía, que evita el paso por las cerradas curvas de la N-634 en su ascenso al puerto de La Espina, un tramo donde se formaban hileras de camiones y automóviles, y que ahora ha quedado reservado a los desplazamientos locales.

Los más de 12 kilómetros del nuevo tramo, por tanto, modernizan las comunicaciones en esta zona interior del Principado, contribuyendo con ello a la mejora de la vertebración territorial y al impulso socioeconómico del concejo salense, con fábricas y un polígono industrial en La Espina (El Zarrín), y del contiguo concejo de Tineo, también con otro polígono (La Curiscada), que desde el pasado 14 de marzo, cuando entró en servicio la nueva infraestructura viaria, disponen de una moderna autovía para dar una más rápida salida a sus productos.

Características del tramo

Las obras han consistido en la ejecución de la primera calzada de la autovía A-63, a lo largo de 12.320 metros (12.957 si se incluyen los ramales), en un trazado que discurre íntegramente en variante y en su mayor parte al sur de la carretera N-634 y a una



El viaducto del Regueirón se ha ejecutado mediante el procedimiento de empuje con ayuda de una torre de atirantamiento provisional.

cota superior. El trazado, con una velocidad de proyecto de 80 km/h, tiene un radio mínimo de 300 metros y una pendiente máxima del 6%.

Los principales condicionantes de la obra han sido la abrupta geografía que atraviesa y los desarrollos mínimos necesarios por las inclinaciones de rasante excepcionales que ha sido necesario proyectar para coronar el alto de La Espina (650 metros), principal obstáculo del tramo.

La sección transversal de la calzada de la autovía está proyectada por dos carriles de 3,5 metros, arcén exterior de 2,5 metros e interior de 1 metro, con bermas de 1 metro a ambos lados. Para su puesta en servicio como carretera de calzada única para ambos sentidos de la circulación ha quedado configurada con dos carriles de 3,5 metros y arcenes

Regueirón, un viaducto singular

De los siete viaductos de la A-63 entre Salas y La Espina, el Regueirón es, por sus características y dificultad constructiva, el más singular de todos. Se trata de una estructura de 560 metros de longitud, distribuidos en siete vanos de 64, 84, 92, 84, 84, 84 y 68 metros, situado en una apreciable alineación curva en planta (radio 600 metros), que pasa por dos veces sobre la carretera N-634 y sobre el cauce del Regueirón. Aunque el proyecto original correspondía a las obras de la primera calzada de la autovía (para una anchura de 11,50 metros), finalmente se optó por proyectar un único viaducto para las dos calzadas, con una anchura total de 23 metros, que alojan dos carriles de circulación en cada sentido.

El viaducto se compone de dos estribos cerrados y de seis pilas de notable esbeltez, con alturas que oscilan desde 35 hasta 82 metros, con cimentación de tipo directo sobre cuarcitas y areniscas, salvo la pila 2, cimentada mediante pilotes. El tablero consta de una sección mixta que se compone de un cajón metálico cerrado monocelular de canto constante 4,50 metros y 7,00 metros de anchura. Sobre el cajón metálico se ha dispuesto la losa superior, de hormigón armado, apoyada en los voladizos sobre jabalcones también metálicos unidos al cajón.

El procedimiento constructivo del tablero ha consistido en el empuje desde el estribo 1, en seis fases, mediante una torre de atirantamiento provisional. Tanto el radio en planta del puente como la rampa de alzado y el peralte de la sección transversal (8%) han hecho que el empuje del viaducto haya supuesto todo un reto desde el punto de vista técnico y constructivo. Por ello, durante la fase de construcción, se realizó un exhaustivo análisis estructural previo y un control en tiempo real de la estructura, mediante un sistema de instrumentación estática permanente a base de sensores controlados electrónicamente en tiempo real a través de un sistema de adquisición de datos gobernado por ordenador. Una vez finalizado el empuje y colocado el cajón metálico en su posición definitiva, se dispusieron las prelosas, y se realizó el ferrallado y hormigonado de la losa superior del tablero.



Sucesión de viaductos en la sierra de Bodenaya, situados a unos 25-30 metros sobre la carretera nacional N-634.



de 1,75 metros en cada uno de sus lados.

El trazado incluye tres enlaces: dos con la carretera N-634 –en el origen y en el final del tramo– y uno con la carretera autonómica AS-216 a Tineo. También se han construido siete viaductos, siete pasos inferiores, seis pasos superiores, cuatro muros de hormigón armado, un muro de escollera hormigonada y cuatro muros anclados, así como 57 obras de drenaje transversal.

En la construcción del tramo, que se desarrolla íntegramente en el término municipal de Salas, el Ministerio de Fomento ha invertido 106,2 M€.

Recorrido

El tramo tiene su origen en el enlace de Salas, en el PK 0+600, donde conectará con el contiguo Cornellana-Salas de la autovía, actualmente en fase de ejecución. El enlace es de tipología de diamante con dos glorietas y permite dar servicio a la villa de Salas, capital del concejo del mismo nombre.

El trazado se dirige en sentido oeste hasta alcanzar, en el PK 1+220, el primer viaducto del tramo, que salva el río Nonaya y la carretera N-634, con una altura máxima de 15 metros sobre el cauce, siete vanos y tablero de vigas tipo artesa prefabricadas pretensadas sobre las que se apoya la losa superior de hormigón armado. Su longitud es de 201,5 metros. Posteriormente se ha ejecutado un paso inferior.

Entre el PK 2+100 y el PK 2+390 se ha constituido un relleno de altura máxima de 20 metros, que cruza la carretera AS-226 mediante un paso inferior. Más adelante se han construido sendos pasos superiores



Glorieta a nivel de La Espina, que constituye el final del tramo.

para el paso de caminos y carreteras locales. A partir de aquí, el trazado en planta de la primera calzada confluye con la N-634, discurriendo ambas vías prácticamente paralelas en sentido noroeste hasta el cruce del arroyo Regueirón.

En el PK 4+920, al llegar al cauce del mencionado arroyo, y con objeto de salvar tanto esta corriente fluvial como la carretera N-634 por dos veces, se ha ejecutado el viaducto que constituye la obra más singular de todo el tramo. Se trata de una estructura de 560 metros de longitud, distribuida en siete vanos de hasta 92 metros de luz y una altura máxima sobre el fondo del barranco de unos 100 metros.

Entre los PK 5+000 y 8+000 se produce la travesía por la sierra de Bodenaya, en un trazado que discurre paralelo, muy próximo y a una altura de entre 25 y 30 metros sobre la carretera N-634. En esta complicada travesía se han construido tres estructuras, además de varios muros de diversas tipologías. En concreto, los viaductos Bodenaya 1 (237 metros de longitud), Bodenaya 2 (160 metros) y Bodenaya 3 (234 metros) permiten el paso sobre el valle del mismo nombre entre los PK 5+677 y 6+472. Los vanos tienen en los tres casos luces de entre 25 y 35 metros, mientras que las alturas de las pilas varían entre 11 y 26 metros.

Algo más adelante, entre el PK 7+260 y 7+520 se desarro-

La A-63, eje vertebrador asturiano

La autovía Oviedo-La Espina (A-63) es un eje de gran capacidad en sus últimas fases de ejecución destinado a vertebrar varios concejos interiores de la zona central del Occidente asturiano y a comunicarlos con la autovía A-66 cerca de Oviedo, relevando en este trayecto a la carretera nacional N-634. Actualmente se encuentran en servicio algo más de 46 kilómetros de esta autovía, correspondientes a un tramo continuo de casi 34 kilómetros entre El Cueto (Oviedo) y Doriga –siete tramos, abiertos casi íntegramente desde mediados de la pasada década– y a los 12,3 kilómetros de una calzada entre Salas y La Espina, construidos todos ellos tras una inversión superior a los 400 M€. Para concluir esta infraestructura restan los tramos Doriga-Cornellana (2,3 kilómetros), Cornellana-Salas (6 kilómetros), ambos en fase de desarrollo, y la segunda calzada del tramo Salas-La Espina.

El Ministerio de Fomento tiene previsto prolongar la autovía otros 23 kilómetros desde La Espina hasta Canero, en el litoral, conectando con la autovía del Cantábrico (A-8) a través del corredor de la N-634, tal como refleja el Presupuesto del Departamento para 2012, que incluye entre sus actuaciones la autovía Oviedo-La Espina-Canero.



Viaducto sobre el río Nonaya, una de las siete estructuras del tramo.



lla el viaducto de Reguero de Porciles, que cruza sobre la N-634 y sobre el reguero del mismo nombre, con una longitud de 270 metros que se reparten en siete vanos. Con pilas de alturas que oscilan entre los 17 y los 66 metros, el tablero, una viga cajón continua de hormigón pretensado, de canto variable, se ha ejecutado mediante el sistema de vanos sucesivos construidos mediante autocimbra.

Desde este viaducto y hasta la meseta de La Espina, el trazado de la autovía discurre en sentido suroeste alternando dos terraplenes y un desmonte. A continuación atraviesa el desmonte más importante de la obra en la zona de Porciles, estableciéndose tres pasos superiores. En esta zona, que durante la fase de obras ha registrado varios desprendimientos, se han construido también un contrafuerte de escollera y una berma de 18 metros de anchura.

A partir del PK 9+500 el trazado atraviesa la meseta de La Encina, situándose el enlace de Bodenaya. Ya en el PK 10+250 se salva el cauce del río Venucu mediante un viaducto de 130 metros de longitud, cuatro vanos y una altura máxima de pilas de 18 metros. Tras cruzar la carretera de acceso al polígono de La Espina mediante un paso inferior, en el PK 12+280 se sitúa el enlace de La Espina, formado por una glorieta a nivel, que constituye el final del trazado del tronco de la primera calzada de la autovía A-63. ■



Enlace de Salas, origen del nuevo tramo de la A-63.

UNIDADES DE OBRA

EXPLANACIONES	
Desmonte	3.052.206 m³
Terraplén	1.197.529 m³
ACEROS	
Acero B-500 S armaduras	6.826.023 kg
Acero tipo S355J2G2W	2.477.623 kg
Acero activo en cordones y 1860 S7	87.376 kg
HORMIGONES	
Hormigón en masa	14.391 m³
Hormigón para armar	53.530 m³
Hormigón proyectado en taludes	1.423 m³
VIGAS PREFABRICADAS	
Viga pref. HP artesa	808 m
Viga pref. HP doble T	270 m
Viga pref. HP cajón	632 m
ESCOLLERAS	
Escollera de 1.000-3.000 kg	37.419 m³
Escollera de 300 kg	48.908 m³
Escollera hormigonada de 500 kg	16.661 m³
CIMENTACIONES	
Pilote *in situ*	1.699 m
Micropilote	11.886 m
Bulón active en desmonte	66.991 m
FIRMES	
Zahorra artificial	64.570 m³
Suelo estabilizado *in situ*	47.385 m³
Betún B 60/70	2.801 t
Betún modificado BM-3b	84 t
Mezclas bituminosas en caliente	72.703 t
DRENAJE	
Cunetas revestidas	31.375 m
Tuberías hormigón (drenaje longitudinal)	1.756 m
Tuberías hormigón (drenaje transversal)	1.005 m
PLANTACIONES Y JARDINERÍA	
Extendido de tierra vegetal	167.638 m³
Hidrosiembra	310.313 m²
Plantación especies arbóreas	83.926 ud



CERCANÍAS DE ZARAGOZA ESTRENA SU ESTACIÓN MÁS CÉNTRICA

Referente de movilidad

JAVIER R. VENTOSA FOTOS: ADIF

La ciudad de Zaragoza ha registrado una importante mejora en la movilidad y la accesibilidad urbanas tras la entrada en servicio de la estación de Goya, nueva parada de la línea de Cercanías C-1 que aproxima el transporte ferroviario al centro y que permite la intermodalidad al propiciar enlaces con otros modos de transporte. Por la nueva estación, en la que el Ministerio de Fomento ha invertido a través de Adif 44 M€, circulan tanto los trenes de Cercanías como los de Media Distancia convencional de Renfe-Operadora.





Andén subterráneo y fachada acristalada con la característica cubierta ondulada de la estación de Cercanías de Goya.

La nueva estación de Goya, inaugurada el pasado 3 de abril por la ministra de Fomento, Ana Pastor, está ubicada en la intersección de la avenida de Francisco de Goya y el paseo de Gran Vía, en pleno centro de la capital aragonesa, lo que constituye una de sus características más relevantes. En el itinerario de la línea C-1 de Cercanías (Casetas-Miraflores), en servicio desde junio de 2008, la flamante terminal ha quedado situada entre las del Portillo y Miraflores, siendo, por consiguiente la más céntrica de todo el trazado.

Su ubicación dentro de la ciudad, además, es una apuesta por la intermodalidad, ya que permite conectar el servicio de Cercanías tanto con los trenes de Media Distancia convencional como con la línea 1 del tranvía que recorre Zaragoza de sur a norte (tiene parada en el cruce de la avenida de Francisco de Goya y la Gran Vía), así como con las líneas de autobuses urbanos, incrementando de esta forma las posibilidades de movilidad y accesibilidad de los usuarios del transporte público. Renfe-Operadora estima que la nueva estación implicará un aumento de entre el 5 y el 10% del número de pasajeros en la línea.

Nuevos servicios

La apertura de la estación de Goya ha venido acompañada de la modificación de los servicios de Media Distancia convencional de Renfe a su paso por la ciudad de Zaragoza, lo que supone un mayor



Funcionalidad y accesibilidad son dos rasgos que definen la nueva terminal ferroviaria.

aprovechamiento de los tráficos ferroviarios, además de facilitar a los usuarios el acceso o salida del centro de la ciudad. Se trata de una apuesta de la operadora por mejorar la conectividad de todos sus modos de transporte.

Así, además de los servicios de Cercanías, en la nueva estación tienen ahora parada los trenes de Media Distancia de las líneas Zaragoza Delicias-Tudela/Castejón-Pamplona/Vitoria/Logroño, Zaragoza Delicias-Arcos de Jalón-Madrid,Canfranc-Jaca-Huesca-Zaragoza-Teruel-Valencia, Zaragoza-Mora-Barcelona y Zaragoza-Lleida. Por ello, tanto la estación de Goya como otras tres de la línea de Cercanías (Utebo, Portillo y Miraflores) disponen desde abril de conexión directa con Tudela, Vitoria, Pamplona, Logroño, Calatayud, Castejón y Arcos de Jalón, eliminándose de esta forma el desplazamiento obligado hasta la terminal de Zaragoza Delicias para viajar a esos destinos.

Otra consecuencia destacada para el usuario es el crecimiento de la oferta de trenes en el tramo urbano de Zaragoza y la consiguiente reducción de las frecuencias. Hasta ahora se prestaban 43 servicios diarios en la línea C-1 de Cercanías, operados por dos unidades Civia (los trenes pasaban cada hora en horas valle y cada 30 minutos en horas punta), a los ahora que se han agregado 87 circulaciones diarias de trenes de Media Distancia que tienen parada en Goya. Con ello, a partir de abril los usuarios disfrutan en la nueva estación de frecuencias de trenes de hasta cinco minutos en horas punta y de 30 en horas valle.



Edificio de viajeros

La nueva estación se ha convertido rápidamente en un referente arquitectónico de Zaragoza gracias a su moderno diseño, caracterizado exteriormente por una fachada parcialmente acristalada mediante un muro cortina para aprovechar la luz natural y con otra parte recubierta de material porcelánico, sobre la que se sitúa una cubierta ondulada de cobre de 1.006 metros cuadrados de superficie que se va plegando en función de la altura, alcanzando un máximo de 10 metros. La estructura se ha ejecutado mediante vigas de madera laminada y pilares cilíndricos de hormigón que sustentan la cubierta.

Una obra compleja

La ejecución de la estación de Goya ha revestido una especial complejidad debido a su ubicación (en la isleta central de la avenida Francisco de Goya) y al hecho de tener que integrarla en la infraestructura ferroviaria existente (al costado del túnel de Cercanías existente, que es contiguo al de alta velocidad), lo que ha obligado a Adif a un esfuerzo de planificación para ejecutar los trabajos en diferentes fases con objeto de reducir las afecciones en superficie y al tráfico ferroviario. Durante las obras, el servicio de Cercanías entre las estaciones de El Portillo y Miraflores estuvo interrumpido durante tres meses.

La actuación ha consistido en la demolición de la bóveda existente del túnel de Cercanías y la construcción de una nueva ampliada para acoger, además de la vía existente, una segunda vía en placa paralela a la anterior y la nueva estación. Para ello se ejecutaron las pantallas perimetrales de la nueva estructura mediante una pantalla de pilotes de 380 metros de longitud, 184 micropilotes y 20 pilas-pilote, sobre las que se sustentaron los 5.200 metros cuadrados de la losa de cubrimiento.

Posteriormente se acometió la fase más compleja del proyecto, consistente en la adaptación a la nueva configuración del túnel ferroviario de ancho convencional existente. Para ello se modificó ligeramente la rasante de las vías en una longitud de 410 metros y se demolieron 310 metros de la estructura existente, para lo que se vaciaron más de 54.000 metros cúbicos de tierras y materiales.

Todo el proceso constructivo ha sido supervisado a diario por una red de instrumentación que ha demostrado la nula afectación de las obras al terreno, a las estructuras colindantes y a los túneles ferroviarios contiguos.







Vestíbulo de la estación y paneles serigrafiados en los andenes con un diseño artístico inspirado en las pinturas de Goya.

El interior del edificio de viajeros se define mediante un espacio diáfano, con un vestíbulo de 561 metros cuadrados de superficie útil en los que se alojan la zona de atención al cliente, locales de uso comercial, taquillas, máquinas autoventa y aseos. El diseño de las nuevas instalaciones responde a las necesidades actuales basadas en una explotación integral del servicio, bajo los máximos estándares de funcionalidad, seguridad, modernidad y confort. En un piso inferior, el andén subterráneo tiene 160 metros de longitud, con una anchura en su parte central de 13 metros y una altura de 68 centímetros respecto a la cota de carril.

En la construcción de las instalaciones Adif ha tenido como una de las premisas básicas garantizar la accesibilidad y la movilidad de todo tipo de usuarios. Por este motivo, el edificio de viajeros es de planta única y el acceso se hace a pie de calle desde la zona este, bajo la cubierta, y en la zona suroeste, junto al paseo de la Gran Vía y frente a la parada del tranvía.

De la misma forma, la conexión entre el vestíbulo y el andén, a un nivel inferior, se realiza mediante escaleras fijas, dos escaleras mecánicas y un ascensor. Otras medidas incorporadas para garantizar la accesibilidad de personas discapacitadas han sido la instalación de encaminamientos de orientación en el pavimento del andén, mediante un solado diferenciado en el borde y bandas luminosas de *leds*.

Este sistema transmite información al viajero del paso de trenes en función del estado de las circulaciones: línea apagada en ausencia de tren; línea ámbar intermitente cuando el tren está entrando; línea ámbar fija cuando el tren está detenido; línea ámbar intermitente cuando el tren inicia el movimiento de salida y hasta abandonar la estación, y línea ámbar fija en caso de detectarse un fallo eléctrico, funcionando así como sistema de alumbrado de emergencia.

Como medidas de seguridad, la estación cuenta con dos salidas de emergencia situadas en dos isletas (una junto al edificio de viajeros y otra en la zona oeste). Respecto al equipamiento, la estación está dotada de sistemas de detección y extinción de incendios (detectores iónicos de humo, detectores de monóxido de carbono, red de columna seca, bocas de incendios y dispositivos de agua nebulizada), así como de cuatro ventiladores con una capacidad de extracción de 60 metros cúbicos por segundo cada uno. ■

Homenaje al maestro

En homenaje al genial pintor y grabador aragonés que da nombre a la estación, las paredes que cierran el andén por ambos lados han sido cubiertas a lo largo de sus 160 metros de longitud con un revestimiento de acero vitrificado, formado por 333 paneles de un metro de longitud cada uno, serigrafiado con un diseño artístico inspirado en la pintura de Francisco de Goya. Estos paneles crean un panel continuo en el que, sobre un fondo colorista y mediante una impresión digital, se reproducen imágenes de cuadros de las diferentes épocas del maestro aragonés. Con ello Adif contribuye al fomento, divulgación y conocimiento tanto de su obra como del patrimonio artístico español.



ADIF PONE EN SERVICIO LA NUEVA ESTACIÓN DE RODALIES DE MONTMELÓ Y LAS INFRAESTRUCTURAS QUE EVITAN EL PASO DE TRENES EN SUPERFICIE

Fin a la barrera









R. F. Fotos: Adif

Además de la nueva estación de Rodalies de Montmeló, Adif ha completado otras obras correspondientes al soterramiento de la línea convencional a su paso por el municipio barcelonés, entre ellas un túnel de 1.340 metros y un viaducto sobre el río Congost. De este modo los trenes han dejado ya de circular en superficie por el núcleo urbano, más de 150 años después de la inauguración de la línea Barcelona-Granollers.

La nueva estación de Rodalies de Montmeló se emplaza tan solo a unos 80 metros del antiguo edificio en sentido Barcelona y acoge ya con normalidad los tráficos habituales en las líneas R2, R8 y R11, interrumpidos durante el intervalo festivo de Semana Santa, entre el 6 y el 9 de abril pasados, para causar la menor afección posible a los usuarios mientras se procedía a la finalización de los trabajos en andenes y se comprobaba el correcto funcionamiento de las nuevas instalaciones.

Su conclusión ha permitido a los vecinos de la localidad el cruce directo de la avenida del Primero de Mayo, poniendo fin a más de un siglo de sepa-



Andenes de la nueva estación de Rodalies de Montmeló, revestidos de paneles laminados.

ración por el *efecto barrera* del tramo de vías de más de 1 kilómetro que ahora discurre ya soterrado por el túnel.

Accesible

El nuevo edificio de viajeros de la estación de Montmeló cuenta con una superficie aproximada de 1.250 m^2, con entradas a pie de calle desde sendos laterales abiertos al casco urbano. La estructura del edificio se asienta sobre 12 pares de pilares con acabados de hormigón visto y vigas de madera laminada, mientras que el techo se ha revestido de paneles blancos para reforzar la sensación de amplitud y diafanidad. En la planta a nivel de calle, de paredes completamente acristaladas para otorgarle la máxima luminosidad, se alojan los servicios al viajero: taquillas para la venta de billetes, expendedores automáticos, aseos, cafetería, locales comerciales y las dependencias técnicas necesarias para la explotación y mantenimiento de los servicios ferroviarios.

En el interior, como en las entradas, los espacios se han concebido para ofrecer las máximas condiciones de accesibilidad para personas con movilidad reducida. Los suelos se han dotado con encaminamientos guiados para permitir la orientación de personas con limitaciones en la visión. Para acceder a los dos andenes subterráneos se han instalado asimismo dos ascensores, dos escaleras mecánicas y otras dos de obra.

Los andenes son de unos 240 metros de longitud, 4,65 metros de anchura y 5 metros de alto, revestidos de paneles laminados en sintonía con el diseño estético corporativo. Los suelos, por su parte, se ha equipado también de bandas pododáctiles para facilitar la orientación de personas con discapacidad visual y con franjas de seguridad en el borde del andén.

Financiación europea

Durante el periodo 2000-2006, la línea de alta velocidad Madrid-Barcelona-frontera francesa ha contado con una financiación del Fondo de Cohesión europeo cercana a los 3.400 M€, tanto para las obras de construcción de plataforma entre Madrid y Barcelona como para el suministro y montaje de vía entre Madrid y Vilafranca del Penedés, así como para las instalaciones de electrificación, señalización y comunicaciones del tramo Madrid-Lleida.

En ese mismo periodo, el fondo de Ayudas RTE-T (Redes Transeuropeas de Transporte) destinó también 70,9 M€ para financiar diversos estudios y proyectos, así como las obras de plataforma del tramo Maçanet-Sils, además de otros 10,6 M€ para aplicaciones del sistema ERTMS de Gestión del Tráfico Ferroviario Europeo. Por su parte, el Banco Europeo de Inversiones (BEI) también participa en la financiación del proyecto.

Con la finalización de los trabajos en la estación, en el viaducto sobre el río Congost y en el túnel utilizado ahora por los servicios de ancho convencional, concluye también la primera fase de las obras ferroviarias en el municipio barcelonés. Adif aborda ahora las obras de la segunda fase, ya en estado muy avanzado de ejecución, pues el segundo de los viaductos sobre el Congost está también prácticamente concluido y el segundo de los túneles, construido al igual que el ya puesto en servicio por el sistema de pantallas perimetrales y de una longitud de 1.340 metros, se halla a punto de concluir por lo que respecta a su estructura.

Las actuaciones desarrolladas en Montmeló se inscriben dentro del acuerdo suscrito entre el Ministerio de Fomento, a través de Adif, la Generalitat de Catalunya y el Ayuntamiento para el soterramiento de las líneas convencionales y de alta velocidad a su paso por el municipio. Han supuesto, en conjunto, una inversión de algo más de 105 M€. ■

Los números extraordinarios de la Revista del Ministerio de Fomento

Ingeniería romana en España. El sorprendente legado de la ingeniería romana en nuestro país: calzadas, puentes, acueductos… mostrado con más de 300 fotografías e ilustraciones.

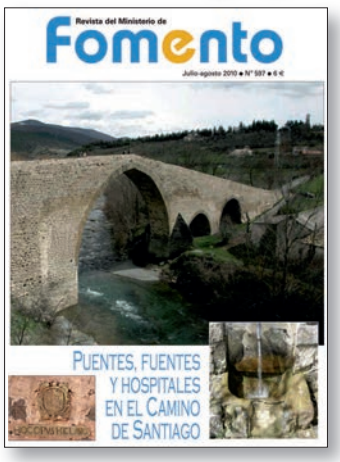


Oferta: 3 números por 12 €

P.V.P EJEMPLAR SUELTO: 6 €

1% Cultural. Recuperación del Patrimonio. 1985-2008. La recuperación y puesta en valor de nuestro patrimonio histórico-artístico (catedrales, castillos, teatros, museos, etc.) a través de los programas del Ministerio de Fomento.

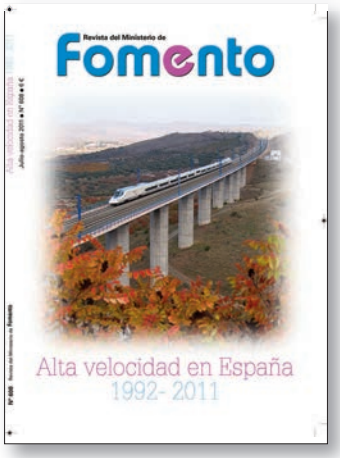




Puentes, Fuentes y Hospitales en el Camino de Santiago. Con cerca de mil años de historia, la vía medieval más importante mantiene vigoroso todo su esplendor. Una guía detallada de las pequeñas y grandes obras que la hicieron posible.

Túneles de España. Un recorrido por estas singulares obras de ingeniería desde la prehistoria hasta nuestros días.





Alta velocidad en España 1992-2011. Una aproximación al modelo que revolucionó el transporte ferroviario. Desde los primeros trenes-bala japoneses a las modernas líneas en construcción.

Elija 2 números extraordinarios y llévese un tercero de regalo, también a elegir

NOMBRE Y APELLIDOS ..... **N. I. F.** .....

DOMICILIO ..... **Nº** ..... **LOCALIDAD** .....

PROVINCIA ..... **C. P.** ..... **TELÉFONO** ..... **PAÍS** .....

- ☐ **Ingeniería romana en España.**
- ☐ **1% Cultural. Recuperación del Patrimonio. 1985-2008.**
- ☐ **Túneles de España.**
- ☐ **Puentes, Fuentes y Hospitales en el Camino de Santiago.**
- ☐ **Alta velocidad en España. 1992-2011.**

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal, usted tiene derecho al acceso, cancelación, rectificación y oposición de los datos facilitados mediante solicitud por escrito a : Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. E-mail: cpublic@fomento.es

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO · SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA · CENTRO DE PUBLICACIONES

Pedidos: 91 597 61 86. **cpublic@fomento.es** http: **www.fomento.es**
Revista del Ministerio de Fomento. Pº de la Castellana, 67. 28071 Madrid.

EL MUSEO VIRTUAL DEL CEDEX DIVULGA LA HISTORIA DE LA OBRA PÚBLICA PONIENDO SU COLECCIÓN DE MAQUETAS EN LA RED

Un legado en casa

R. F. Fotos: Cehopu

El museo virtual del Cedex es una magnífica oportunidad para conocer el rico legado de la ingeniería y la obra pública sin moverse de casa, desde la pantalla del ordenador. Un simple movimiento del ratón facilita el conocimiento de unas 250 obras de la ingeniería y el urbanismo desde el imperio romano hasta nuestros días.



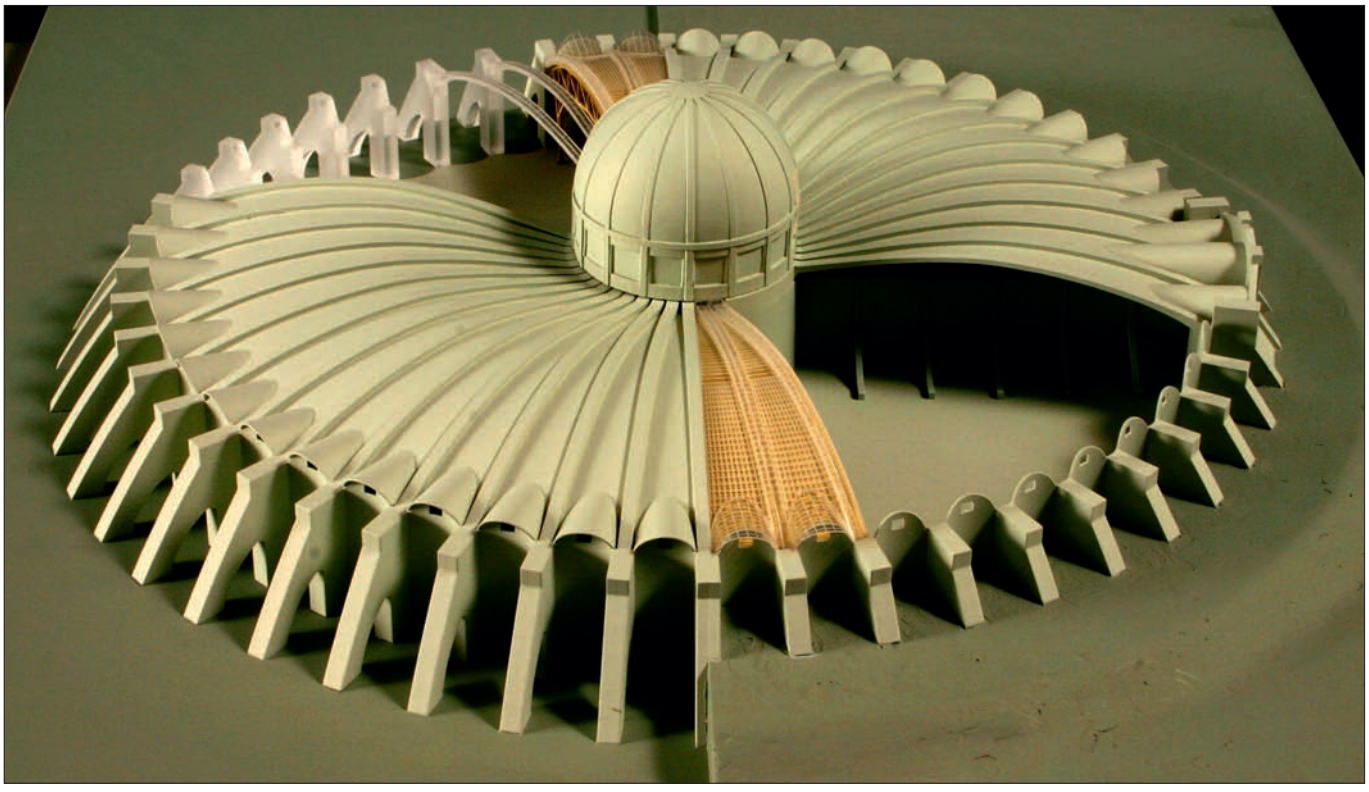
Ya es posible acceder desde casa a unas 250 obras públicas que concentran lo más valioso del legado histórico de la ingeniería en España y sus antiguos territorios de ultramar. A través de la página web ***museovirtual.cedex.es***, el Centro de Estudios y Experimentación de la Obra Pública (Cedex) pone a disposición de todos aquellos interesados en conocer la evolución de la ingeniería, el urbanismo y las obras públicas el rico fondo documental atesorado por Cehopu (Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo) a lo largo de casi treinta años de actividad.

Mediante un sencillo menú de navegación, el museo virtual ofrece al internauta distintas posibilidades de acceso a los fondos allí expuestos, procedentes en su práctica totalidad de las 23 exposiciones que bajo distinta temática ha promovido Cehopu desde sus comienzos. Desde la misma página de inicio el visitante puede orientar su búsqueda con la ayuda de un localizador geográfico sobre un mapa desplegable, pinchando sobre la referencia deseada.

Cimentación de la pila de un puente (exposición "Artifex") y vistas de la exposición en el Museu Maritim de Barcelona y en el Real Jardín Botánico de Madrid.







Depósito de agua de El Cristo (Oviedo, 1927). Ildefonso Sánchez del Río. Exposición "Los orígenes del hormigón armado en España."

También puede optar por entrar en la galería de exposiciones, donde se muestran los carteles de las 23 organizadas por Cehopu desde 1985 hasta hoy y, al activar la escogida, se activa también la ventana con la selección de maquetas correspondientes a esa exposición, así como otra galería con imágenes de la muestra en los días de su inauguración y los datos técnicos correspondientes a la misma (comisariado, montaje, instituciones colaboradoras, lugares en los que se ha exhibido, etc.).



Puente de San Bartolomé o del Diablo sobre el río Llobregat en Martorell (Barcelona). Siglos XII, XIII.

Menú navegación

Otra posibilidad es acceder a través de la opción "Colección de maquetas". Se activa entonces un menú de búsquedas clasificadas de acuerdo a las siguientes categorías: puentes, obras hidráulicas, ingenios y máquinas, edificaciones, sistemas constructivos y urbanismo y territorio. Cada una de ellas se ha clasificado de acuerdo a sus posibles tipologías para precisar aún más los criterios de búsqueda: puentes de arco, metálicos, pretensados, canales, presas, acue-



Puente de San Martín sobre el río Tajo (Toledo). Siglo XIII.



Vista de la exposición. Pabellón Villanueva, Real Jardín Botánico de Madrid. A la izquierda, rueda gravitatoria para molino harinero. Siglo XIII.



Viaducto de Requejo o del Pino sobre el río Duero (Zamora).



Torre de vigilancia costera. Siglos XV-XVI.



Torre de aguas de Sabadell, S.XX.

ductos, etc. Y una vez definida ya la selección, el menú de navegación ofrece al visitante dos posibilidades: pinchar sobre el mapa la maqueta escogida o acceder a ella desde la ventana en la que figura junto al resto de similares características.

Junto a la foto de la maqueta en pantalla, que se puede ampliar a alta resolución, el visitante de la web dispone de una ficha con las características principales de la obra, dimensiones, autor, fecha de construcción, etc., y poniendo en movimiento el ratón puede obtener vistas parciales de detalle de la maqueta.

Entre las 250 maquetas reunidas en la web hay piezas muy singulares. Algunas de ellas reconstrucciones de obras desaparecidas, como el faro de la isla de Buda en el delta del Ebro, metálico y de 50 metros de altura, el más alto de su época, construido en torno a 1864 junto a otros tres más para orientar la navegación en esa zona del río. Hay también piezas singulares de la ingeniería medieval, como la maqueta del puente de San Bartolomé, más conocido como



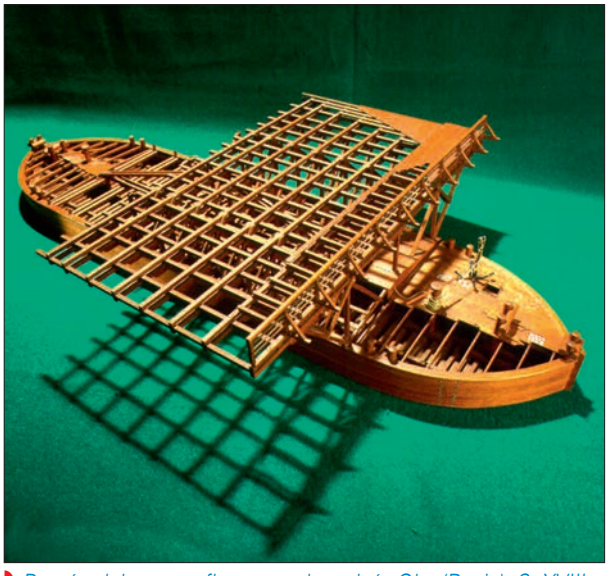
Acueducto de Segovia, de factura romana, que abastecía a la ciudad castellana tras un recorrido de 15 kilómetros. Siglo I.

puente del Diablo, sobre el río Llobregat, en Martorell (Barcelona), una obra de fábrica de gran monumentalidad y, como otros muchos de esa época, de orígenes romanos. Destacan de él las colosales dimensiones de su arco central apuntado, con 43 metros de luz y 21 de altura, que le confieren una gran esbeltez y le hacen una de las obras de ingeniería más hermosas del gótico. Del periodo renacentista, procedente de la exposición "Felipe II. Los ingenios y las máquinas" es la maqueta de la presa de Tibi, récord de altura mundial durante más de dos siglos y precursora de las presas de bóveda. Comenzada a construir en 1579 para abastecer los regadíos de la cuenca del Monegre, su capacidad de embalse se acerca a los 4 hm^3.

Renovación

Especialmente significativa de la evolución de la ingeniería en España y en Europa es la serie de maquetas procedentes de la exposición "Betancourt. Los inicios de la ingeniería moderna en Europa". Reveladoras no sólo del quehacer del prolífico ingeniero canario, las maquetas muestran los colosales progresos técnicos alcanzados en el siglo XVIII, como el telégrafo óptico, ideado originalmente por Claude Chappe y mejorado unos años después por Betancourt en colaboración con el relojero Breguet.

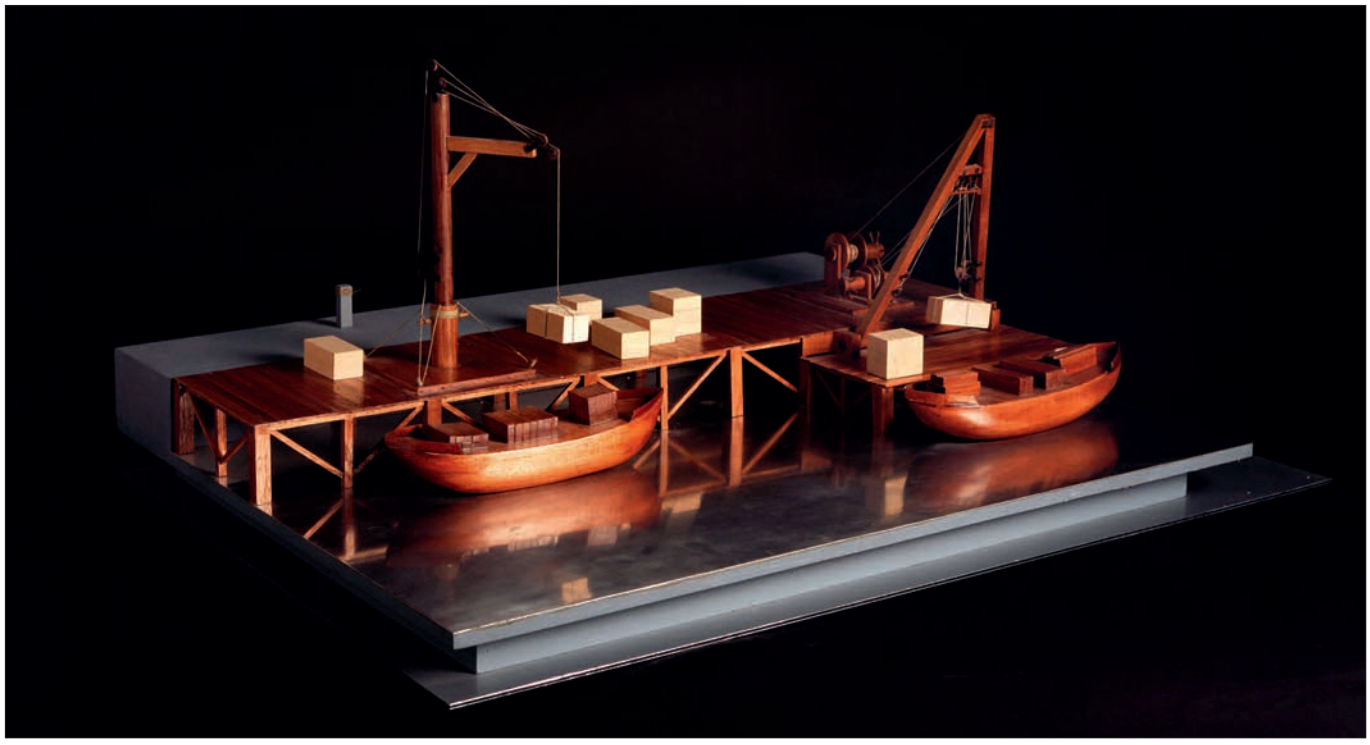
El museo virtual del Cedex guarda también representaciones a escala muy destacadas de la ingeniería española del último siglo, como las procedentes de la exposición "To-



Pontón del puente flotante sobre el río Oka (Rusia). S. XVIII.



Tornillo de Arquímedes. Siglo III. Exposición "Artifex".



Grúas portuarias según Vitruvio. Exposiciones "Puertos españoles en la historia" y "Artifex. Ingeniería romana en España".



Puente de Cangas de Onís sobre el río Sella (Asturias). Exposición "Ars Mechanicae..." .

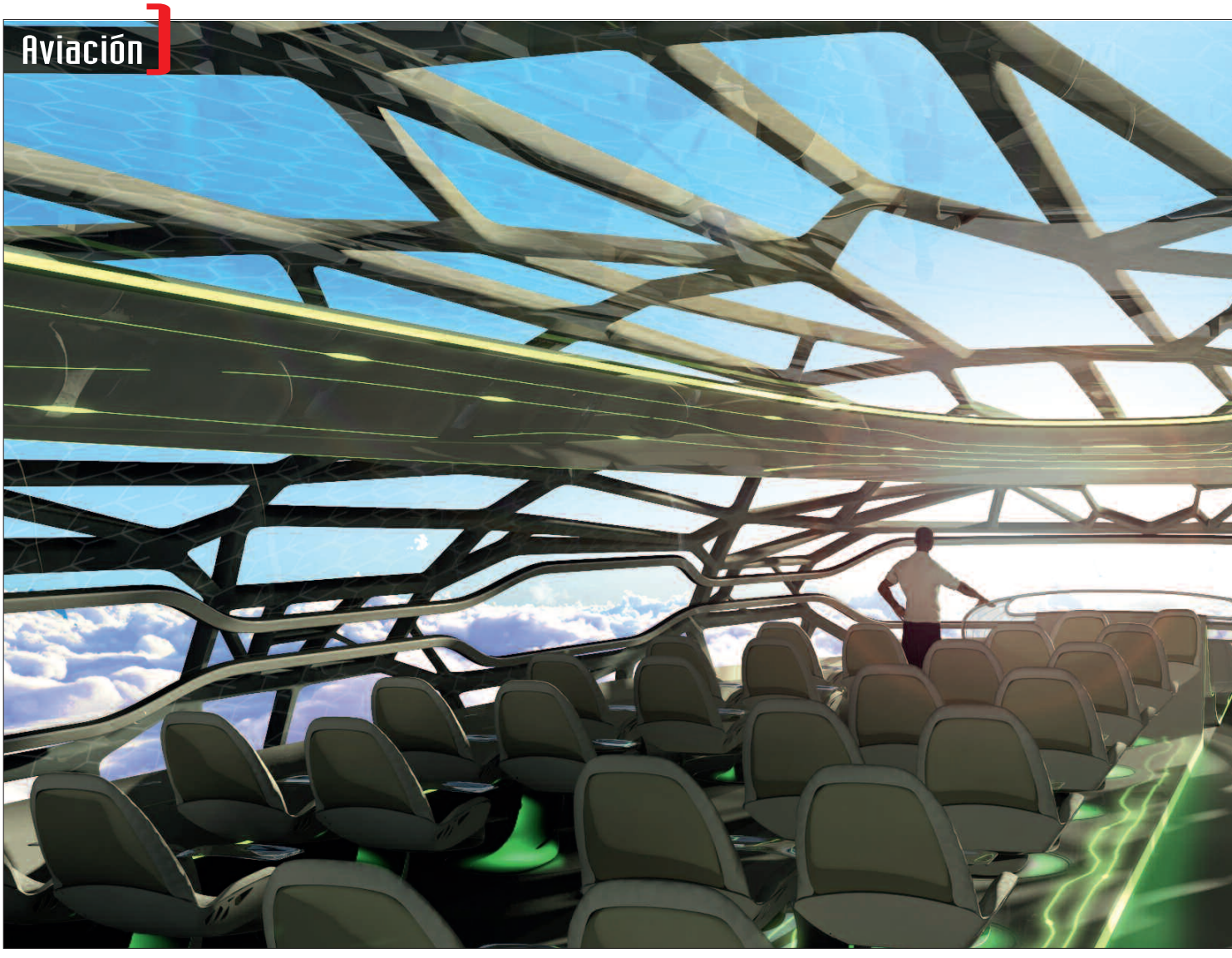
rroja", dedicada al ingeniero Eduardo Torroja Miret (Madrid, 1899-1961), inaugurada en el año 1999 con motivo del centenario de su nacimiento. De entre todas ellas cabe destacar muy especialmente las dos maquetas de la tribuna del hipódromo de la Zarzuela, en Madrid. Una de ellas, dedicada solo a la prueba de carga efectuada en la cubierta da idea exacta de los rigurosos métodos de trabajo de este gran innovador de las estructuras y de las posibilidades del hormigón como material constructivo. ■



Mapa de fortificaciones de la bahía de Mesina (Italia), s. XVII.

Éxito de público

Exhibida por primera en el año 2002, "Artifex. Ingeniería romana en España" ha sido uno de los grandes éxitos de la larga serie de exposiciones organizadas por Cehopu. Comisariada por Ignacio González Tascón, uno de los más grandes expertos en el tema y organizada en colaboración con la Fundación Juanelo Turriano, la exposición ha recalado ya en casi todas las ciudades españolas y aún hoy, casi una década después, continúa su periplo, habiendo sido visitada por más de dos millones de personas. La exposición, que busca divulgar el gran legado técnico del mundo romano, especialmente en nuestro territorio, reúne un buen número de maquetas que dan idea no sólo de los retos que supuso la construcción de algunas de las grandes obras de esa época, sino también de las máquinas y herramientas que las hicieron posible, como tornillo de Arquímedes o la bomba de Ctesibio.



El interior de las aeronaves del futuro, como propone el Concept Plane de Airbus, será muy diferente del actual.

EL CRECIMIENTO DEL TRÁFICO AÉREO EN LAS PRÓXIMAS DÉCADAS REVOLUCIONARÁ LA INDUSTRIA AERONÁUTICA Y LA GESTIÓN DEL TRÁFICO

Eficiencia obliga

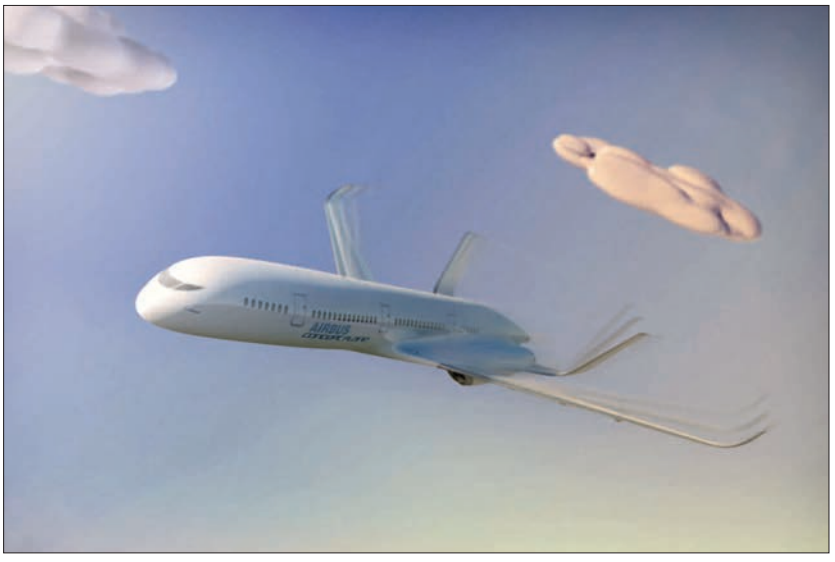
JAIME ARRUZ FOTOS: AIRBUS

El doble de aviones que en la actualidad con fuentes de energía alternativas para propulsarse, nuevos materiales para el fuselaje y la cabina, embarques en pocos minutos y vuelos más eficientes. Estas son algunas de las tesis que defienden los gigantes de la construcción aeronáutica Airbus en torno a lo que está por venir en la aviación comercial de aquí a 2050. Una realidad completamente diferente a la actual.

En los últimos años se han producido avances y mejoras en el sector aeronáutico, con reducción de horas de vuelo y emisiones contaminantes, una creciente oferta de conexiones entre los destinos más cercanos o lejanos y una rebaja sustancial de los precios de los billetes, además de la proliferación de aerolíneas en casi todos los países. Estos cambios en marcha son solo una parte de las mutaciones que registrará la aviación en las próximas décadas, cuyo denominador común será la reducción del consumo energético, la mejora de la gestión del tráfico aéreo y un nuevo concepto de avión.

Una de las grandes variaciones vendrá como conse-







Prototipos del Airbus A380 y del Boeing-787 Dreamliner.

cuencia de que la flota mundial de aviones comerciales se doblará en los próximos 20 años, al pasar de los 15.000 aparatos actuales a más de 31.500 en 2030, según Airbus (Boeing eleva esta cifra hasta 36.000 unidades). En esos dos próximos decenios las compañías precisarían de más de 24.000 aviones nuevos, de los que unos 10.000 se destinarán a reemplazar a modelos antiguos actualmente en servicio.

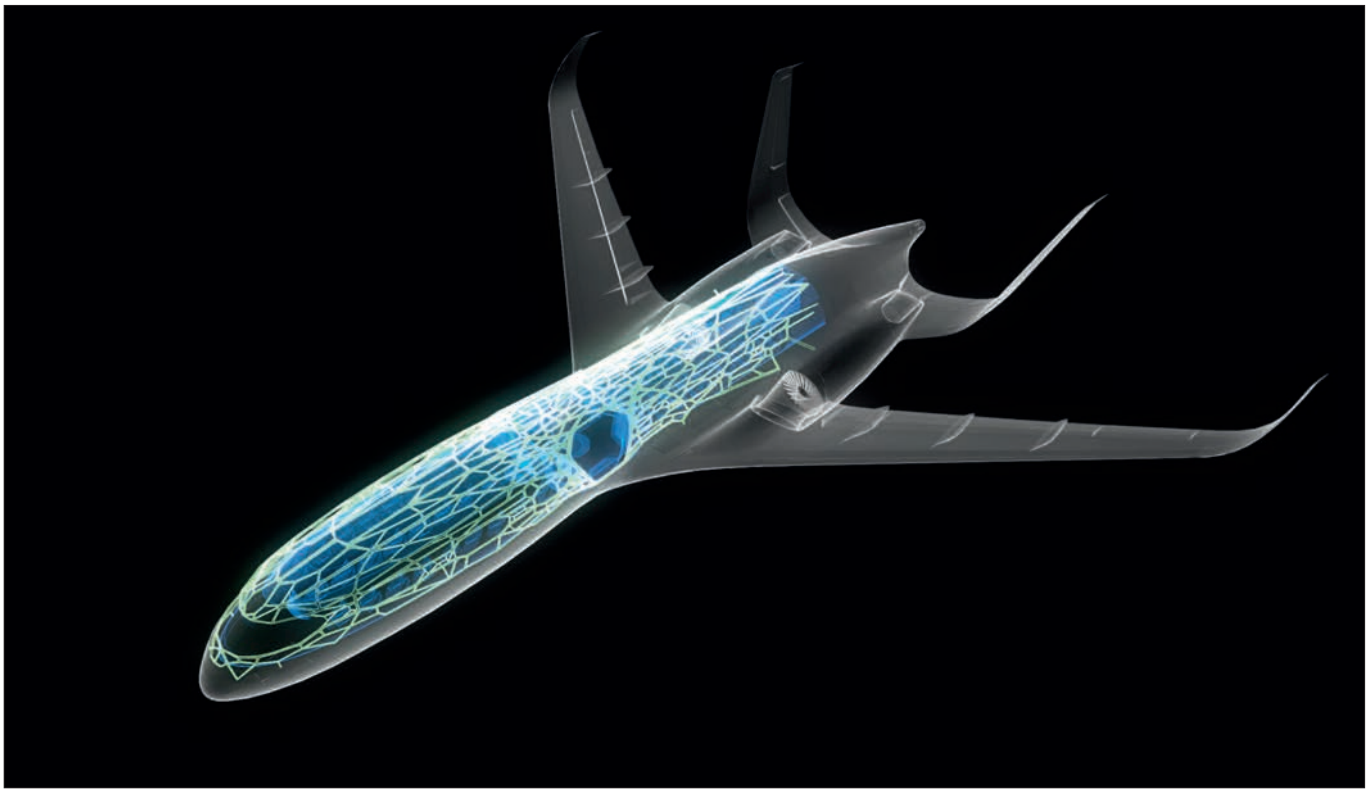
El tráfico aéreo también se doblará de aquí a 2030, con un crecimiento medio del ratio pasajeros-kilómetros del 4,8% anual. Los principales factores que sustentarán este gran aumento del sector de la aviación comercial serán el incremento de la población mundial y de su capacidad adquisitiva y el crecimiento de las economías emergentes y de los mercados de Norteamérica y Europa. En este sentido, Airbus augura que el 60% de la población mundial, unos 5.000 millones de personas, vivirán en grandes ciudades, por lo que más del 90% del tráfico aéreo discurrirá entre distintas megalópolis. Asimismo, la demanda de nuevos aviones se sustentará en la expansión de las compañías de bajo coste y la necesaria renovación de las flotas más antiguas y menos eficientes energéticamente.

La región Asia-Pacífico será la que encabezará la demanda de nuevo aparatos con un 34% del total, por delante de Europa y Norteamérica, ambas con un 22%. El número de pasajeros también crecerá más en Asia-Pacífico (33%), por delante de Europa (23%) y Norteamérica (20%).

> El tráfico aéreo y la flota mundial de aviones comerciales se duplicarán de aquí al año 2030, según las previsiones

Entre los diferentes segmentos dentro de la aviación comercial, los aparatos más solicitados por parte de las compañías aéreas serán los de un solo pasillo, con una cifra de en torno a 19.000 unidades, cuyo valor estimado rondará 1,4 billones de dólares. Los aviones con capacidad para entre 250 y 400 pasajeros tendrán una demanda de unos 6.900 unidades hasta doblar la flota actual, con un valor de 1,5 billones de dólares. De estos, 4.800 serían para 250-300 viajeros y 2.100 para entre 350 y 400 pasajeros.

De aquellos que pueden transportar a más de 400 pasajeros, como el Airbus A380 o el Boeing 747, serán necesarios unos 1.800 aparatos a lo largo de las próximas dos



Los aviones del futuro modificarán su aerodinámica, fuselaje y materiales para alcanzar mayores rendimientos y menores consumos energéticos.

décadas, lo que representa alrededor de 600.000 millones de dólares.

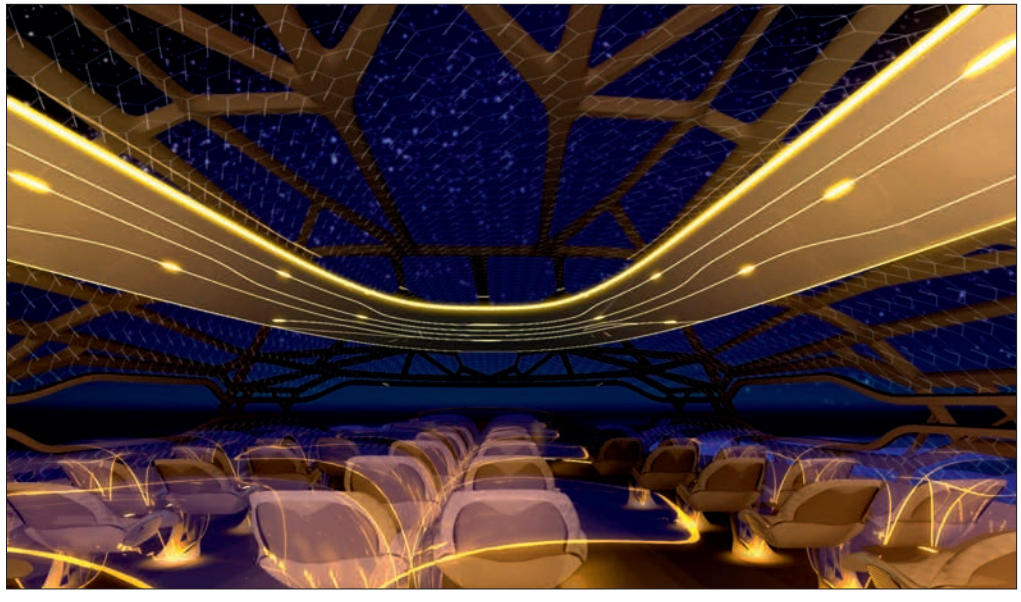
Nuevas energías

En los últimos cuarenta años el consumo de combustible y, por consiguiente, las emisiones de CO_2 de las que son responsables los aviones se han reducido en un 70%. Pero el sector aeronáutico debe ir más allá y continuar rebajando su impacto en el medio ambiente. El compromiso es lograr una reducción del 50% del CO_2 emitido a la atmósfera en 2050 –comparado con el año 2005–. Para ello se apuesta por fuentes energéticas alternativas al petróleo, como los biocombustibles, la pila de combustible o la energía solar.

Los biocombustibles son una energía que se elabora a partir de materias orgánicas o los residuos que estas generan. En la actualidad se está apostando por los de segunda generación, conocidos como biomasa, que evitan la utilización de recursos alimenticios. De esta forma, se están llevando a cabo estudios para conocer la viabilidad de utilizar materias como las algas, la madera, la levadura, diferentes tipos de residuos orgánicos o plantas halófilas u otras como la camelina. Ya hay cinco programas sobre biocombustibles en Brasil, Qatar, Rumanía, España y México, a los que se unirán próximamente otros en África y Asia. Airbus estima que si los biocombustibles llegan a poder producirse en cantidad suficiente como para que sean utilizados en la aviación comercial, serán empleados en el 30% de los vuelos en 2030.

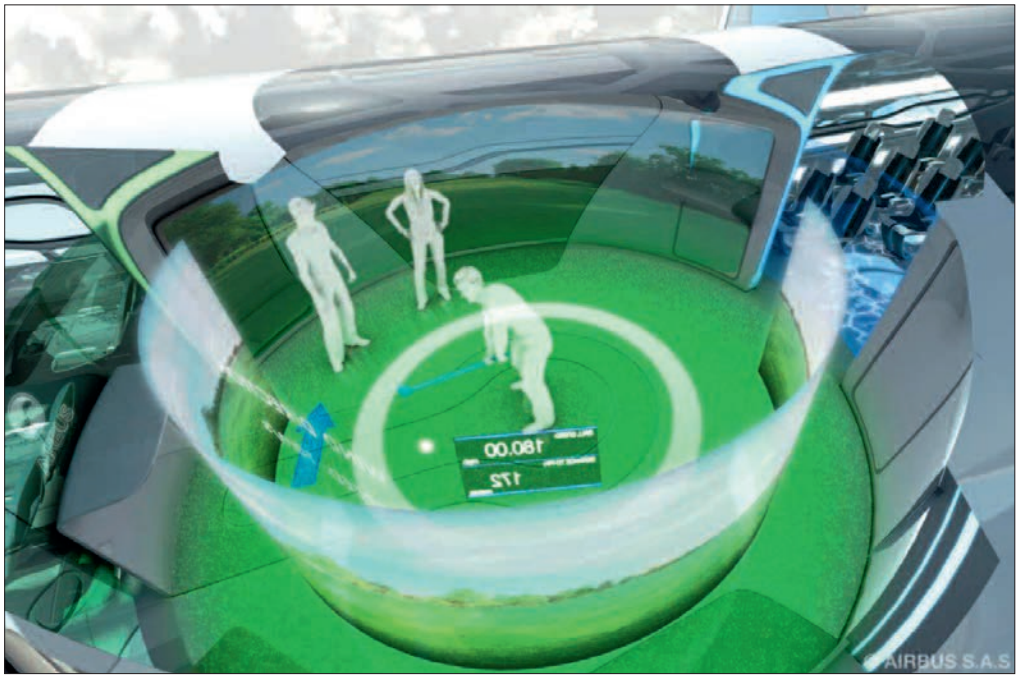
Otras de las fuentes de energía alternativa es la pila de combustible, un dispositivo que transforma la energía del hidrógeno en electricidad. El único residuo que produce es agua, que puede ser reutilizada en cabina. Hoy en día parece improbable que esta tecnología sea empleada como principal fuente de energía en el sector aeronáutico en un futuro próximo, pero sí, quizá, para alimentar ciertos sistemas del avión como el de climatización o el circuito de arranque del motor.

La energía solar, otra renovable muy adecuada en mucho sentidos, tiene un uso limitado en la aviación por la forma en que se genera y se almacena a bordo. Aunque ya hay demostraciones de que



Interior de la cabina de pasajeros de un avión según el Concept Plane de Airbus.





New York City Aviation/Jeremy Lindgren

Boeing-787 Dreamliner en pista y espacio de ocio en un avión según el Concept Plane de Airbus.

puede ser útil para hacer volar aviones de pequeñas dimensiones, no es una solución factible, al menos por ahora, para las aerolíneas de grandes aeronaves. Sin embargo, igual que la pila de combustible, puede servir para alimentar ciertos sistemas eléctricos o para suministrar energía a unos motores eléctricos con los que realizar las maniobras en tierra en los aeropuertos.

Gestión del tráfico aéreo

El primer paso para ahorrar combustible en el sector de la aviación pasa por evitar la congestión del tráfico aéreo en los aeropuertos. Según la Asociación del Transporte Aéreo Internacional (IATA), reducir el tiempo de los vuelos en un minuto por cada avión ahorraría mundialmente 4,8 millones de toneladas de CO_2 al año. Por lo tanto, es básico racionalizar el tráfico aéreo. En este sentido ya trabajan dos iniciativas para mejorar el control del tráfico aéreo: el proyecto europeo Sesar (*Single European Sky ATM Research*) y su homólogo estadounidense NextGen (*Next Generation Air Transport System*).

En relación con este tema, algunas empresas aeronáuticas investigan con algunos de sus socios sobre la posibilidad de llevar a cabo vuelos en formación aprovechando que las alas de los aviones crean el mismo efecto que las de los pájaros, el llamado torbellino de estela o rebufo. Si se aprovecha este efecto es posible ahorrar carburante, como ya hacen los pilotos militares. Por el momento, esta técnica no se utiliza en la aviación comercial por cuestiones de seguridad, pero es posible que en pocos años pueda llegar a ser una realidad en vuelos de largo alcance.

El avión del futuro

De cara al futuro escenario de la aviación comercial, los equipos de I+D de universidades y compañías aeronáuticas como Airbus y Boeing estudian distintos conceptos que podrían aplicarse a los aviones del futuro para impulsar mejoras radicales. Los aparatos que materialicen estos cambios aún están lejos de llegar al mercado, pero algunas de las tendencias que marcarán las próximas décadas ya están planteadas.

La empresa paneuropea Airbus ha diseñado el *Concept Plane*, un prototipo de avión vanguardista que reúne muchas de las características apuntadas por los viajeros en una encuesta internacional elaborada para averiguar cuáles son sus preferencias para viajar en el avión del futuro. Algunos de los cambios planteados por los pasajeros son realizables a corto plazo, otros a medio/largo plazo y el resto son utopías a día de hoy. En algún caso, si los avances tecnológicos continúan al mismo ritmo que actualmente, es bastante posible que algunas de las propuestas lleguen a hacerse realidad hacia 2030.

Como grandes rasgos del *Concept Plane* de Airbus destacan unas alas sobredimensionadas en longitud pero de muy poco grosor para mejorar el planeo; unos motores semiintegrados en la estructura principal; una cola en forma de U y un fuselaje ligero e inteligente. En un futuro ya no serán precisas las colas verticales como las actuales, necesarias para motores instala-



Boeing

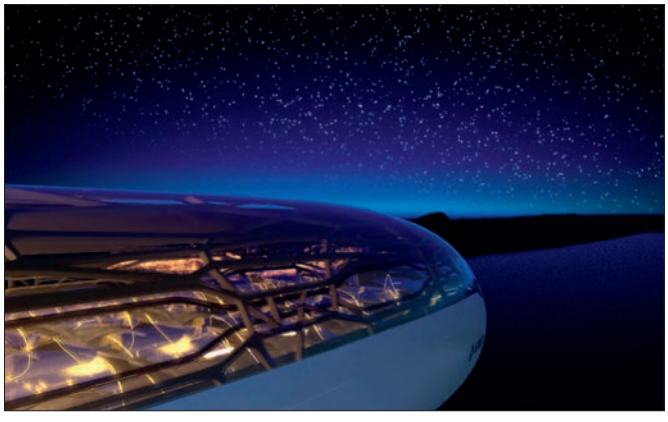
Despegue de un B-787 Dreamliner, que compite ya con el Airbus A380 europeo en el segmento de grandes aviones de pasajeros.

dos en las alas porque ofrecen estabilidad direccional en caso de avería del motor. Los fallos en los motores serán escasos, ya que se avanzará mucho en fiabilidad, por lo que se podrán emplear colas en forma de U que mejoren la aerodinámica.

Si el *Concept Plane* llega a ser una realidad, total o parcialmente, significará que los aviones del futuro se construirán con materiales más ligeros y los motores serán más silenciosos, consumirán menos y se averiarán también un menor número de ocasiones. Se ubicarán en la parte posterior del avión e irán semiintegrados en el fuselaje para optimizar su rendimiento y reducir el gasto de combustible. Esto también contribuye a disminuir el nivel de ruido que llega a la cabina.

El *Concept Plane* tiene también puertas de entrada y salida dobles para facilitar y agilizar el embarque, un fuselaje que abandona la forma de tubo y pasa a tener formas redondeadas para incrementar el espacio destinado al pasaje, y unos sistemas eléctricos que se autorrevisarán continuamente para anticiparse a cualquier mantenimiento necesario. Además, se fabricará con nuevos métodos para rebajar el coste y el impacto medioambiental.

En su interior destaca el *Concept Cabin*, la cabina del futuro. En ella las tradicionales clases –*Economy*, *First* y *Business*– se sustituyen por zonas que se adaptan más a las necesidades del cliente, como sitios para relajarse, jugar o relacionarse con otros pasajeros, o incluso con personas en tierra. Airbus apuesta por una cabina fabricada con una membrana sensible y una estructura biónica que imita la estructura ósea de los pájaros y que puede adaptarse a las necesidades específicas de cada pasajero. Además, los accesorios y acabados tendrán sistemas de limpieza y reparación automáticos, como cubiertas que se reparan solas y revestimientos que repelen la suciedad. Actualmente se utilizan unos recubrimientos inspirados en las hojas de una flor de loto, que repelen las gotas de agua arrastrando la suciedad, en las superficies de los aseos de la cabina. En el futuro es posible que se puedan aplicar al tejido de asientos y a las moquetas.



La visibilidad exterior será la tónica de Airbus del futuro.

Una de las propuestas más significativas es la recolección del calor corporal del pasaje, mediante los asientos, y su transformación en energía con la que alimentar sistemas eléctricos del avión, como las luces de la cabina.

La estructura del avión iría recubierta de una membrana de biopolímeros con la que se regularía el nivel de luz natural, la humedad y la temperatura para ofrecer la oscuridad o transparencia que se requiera, y que además permitirá prescindir de las ventanillas. Asimismo, permitiría la proyección en las paredes de todo tipo de imágenes, desde el destino del avión, el cielo de una ciudad, un bosque o, incluso, en las cabinas privadas, decorados virtuales como un dormitorio o una sala de conferencias para una reunión de negocios. Todo un despliegue tecnológico al servicio del pasajero del año 2050. ■

MUSEO DEL FERROCARRIL



www.museodelferrocarril.org

MUSEO DEL FERROCARRIL
Fundación de los Ferrocarriles Españoles

Paseo de las Delicias, 61
28045 Madrid



Un tren en tiempos revueltos



Interior de uno de los túneles del antiguo trazado ferroviario. Derecha, mapa de la Vía Verde del Eo, que sigue el cauce del río.

JULIA SOLA LANDERO FOTOS: FUNDACIÓN DE LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES

El ferrocarril de Puente Nuevo a Ribadeo circuló durante 60 años cruzando del valle del río Eo, fronterizo entre Asturias y Galicia, en busca del Cantábrico. Nació con vocación minera y a transportar minerales dedicó sus primeros tiempos; pero pronto aceptó viajeros y, algo más tarde, también llevó todo tipo de mercancías. Fueron seis décadas llenas de sobresaltos, que comenzaron en 1903 –cuando aún estaban por suceder dos guerras mundiales, una guerra civil y varias crisis económicas–, y terminaron en 1964, cuando se clausuró la línea, cuyo trazado se ha acondicionado como vía verde.





El proyecto nació con la idea de dar salida hacia los puertos internacionales de Rotterdam, Ardrossan, Swansea, Bayona, Newport y Middlesborough, al mineral de hierro extraído en las minas Villaodriz, situadas entre la sierra de Neira y el valle de Lorezana, en la provincia de Lugo, aunque solo dos años después de su puesta en servicio también comenzó a transportar viajeros.

Los 33 kilómetros que separaban la mina de Vilaoudriz y el embarcadero de Porto Estreito, en Ribadeo, estaban llenos de escollos orográficos que obligaron a construir 30 túneles, con una longitud total de 1.623 metros, y cinco viaductos para salvar las angosturas y barrancos del valle. Unas infraestructuras, que andando el tiempo, supusieron un coste de conservación demasiado alto para la economía de la compañía propietaria de la mina, la Sociedad Minera de Vilaoudriz (SMV), y que fueron una de las razones que llevaron al cierre de una línea que había sido construida en apenas dos





El trazado de la Vía Verde discurre entre umbríos y frescos bosques de ribera junto al río Eo.

años por centenares de obreros a golpe de pico y dinamita.

En un principio, la compañía pensó en un ferrocarril de vía estrecha, pero acariciando la posibilidad de transportar tráficos de otras compañías, enlazar con el futuro ferrocarril de Ferrol a Gijón, y prolongar la línea hasta Lugo y Villafranca del Bierzo, se decidió construir una vía métrica.

Primer tren

El tráfico se abrió en abril de 1903 sin que se hubieran terminado la mayoría de las obras de los cargaderos y los depósitos de mineral, por lo que los trabajos continuaron a buen ritmo para construir las estaciones y apeaderos de la línea: Villaodrid, San Tirso, apeadero de Abres, Porto-Vega, apeadero de Porto y Ribadeo, además del apartadero de Boulloso, cerca de Villaodrid, y el embarcadero de Porto Estreito. Mientras tanto, las vagonetas circulaban sin cesar cargadas de mineral en los primeros años de funcionamiento, que resultaron ser los más boyantes para la compañía minera.

En septiembre de 1904 se hicieron las pruebas de resistencia de la estructura metálica del cargadero de la ría y ese mismo mes el embarcadero de Porto Estreito fue inaugurado oficialmente. Al poco de entrar en funcionamiento, la empresa decidió ampliar los servicios del tren y compró siete coches para transportar viajeros. Vagones de primera, segunda y tercera clase, que comenzaron a circular en agosto de 1905. Aquel año, a las cerca de 1.500.000 toneladas de mercancías transportadas, se unieron 14.576 viajeros, de los cuales, 13.046 viajaron en tercera.

Guerras

Pero la bonanza económica fue fugaz, porque enseguida surgieron dificultades en la gestión de la línea. Eran tiempos revueltos: primero surgió la crisis de demanda de minerales, y poco después estalló la Primera Guerra Mundial, lo que paralizó los mercados europeos y dificultó la navegación marítima internacional. No hubo más remedio entonces que reducir gastos y suprimir algunos servicios de viajeros. Por aquel entonces, la idea de prolongar el ferrocarril hasta El Bierzo empieza a desinflarse.

Después de las incertidumbres de la guerra, el armisticio fue un respiro pero no una solución a los problemas que arrastraba la explotación de la línea. La vuelta a la normalidad tras el conflicto duró bien poco. Solo un año después de terminar el conflicto bélico, y cuando todo parecía haber vuelto a la normalidad, hubo que ir recortando el tráfico de trenes debido al descenso imparable de la demanda internacional de hierro. De esta forma, de los 3.394 trenes que circularon en 1913 se pasó a 1.326 en 1922.

La subida de tarifas en un 15% del transporte de mercancías y viajeros alivió fugazmente la situación económica de la compañía, pero las esperanzas seguía puestas en la recuperación de la deman-

da de hierro y la conexión con el ferrocarril de Gijón a Ferrol, que por aquellas fechas ya había comenzado a construirse.

Paralelamente a esta situación, comenzó una intensa explotación de los recursos forestales de la zona para extraer madera destinada a la entibación de galerías de las minas del centro de Asturias. Pero la compañía minera no supo adaptar sus infraestructuras a la incipiente industria maderera, y no instaló apartaderos que permitiesen la carga de vagones para el transporte de madera. Prefirió esperar a que fueran las empresas madereras quienes llevasen sus mercancías hacia las estaciones ya existentes por lo que, paradójicamente, también perdió aquel tren.

Mientras tanto, en la década de 1930, la construcción del ferrocarril de Ferrol a Gijón avanzaba lentamente, promovida por el Estado. Su trazado entre Vegadeo y Ribadeo era paralelo al de la SMV, que intentó que el Estado aprovechase su infraestructura y se ahorrase el citado tramo. También proponía aprovechar la estación de Ribadeo y parte del material móvil de la SMV. Pero el ofrecimiento fue rechazado.

Con la Guerra Civil enseguida empezó a escasear el carbón y las locomotoras tuvieron que ser alimentadas con leña de roble desde octubre de 1936. Como la escasez también afectó al abastecimiento de combustible para camiones y autobuses, los trenes comenzaron a transportar todo tipo de mercancías (harina, leña, patatas, verduras, aves de corral o ganado).

Aquel tráfico local dio un respiro a la línea durante un tiempo, pero enseguida volvió a sufrir un nuevo revés con el hundimiento de uno los túneles, producido el 23 de abril de 1938. El servicio se restableció tras la reparación, pero el jefe del Servicio Nacional de Ferrocarriles prohibió el tráfico de viajeros y sólo autorizó el transporte de mercancías a una velocidad máxima de 20 km/h. La razón: el pésimo estado en que se encontraban las instalaciones.



Seis túneles y cuatro estaciones, alguna de ellas reconvertida en vivienda, son algunos de los hitos del trazado.



Cierre

La decadencia de aquel sobresaltado ferrocarril ya era imparable. Los contratiempos se sucedían: en 1939, la SMV tuvo que suspender de nuevo, durante seis meses, el tráfico de trenes debido a que los depósitos de Ribadeo estaban



La Vía Verde del Eo es una ruta fácil y asequible, sin desniveles ni dificultades importantes. Debajo, pasarela sobre el río Eo.

repletos al no poder embarcarse material.

El tráfico empezó a ser residual –traslado de traviesas y de mineral calcinado, o el transporte de una grúa para rescatar siete vagones que habían caído a las aguas del río en 1937–, pero se acometieron obras de mejora en las infraestructuras, lo que permitió que en 1942 la Dirección General de Ferrocarriles diera luz verde de nuevo el tráfico de viajeros. Aquellos trenes, circularían los miércoles, sábados y domingos, que eran los días de mercado en algunos pueblos de la zona.

Los tráficos de mineral llegaron a ser ínfimos a partir de 1956. Este hecho, unido al imparable deterioro de las infraestructuras, llevaron a la SMV a la resolución del contrato. El 24 de mayo de 1964 circuló el último tren. Un año después el organismo público



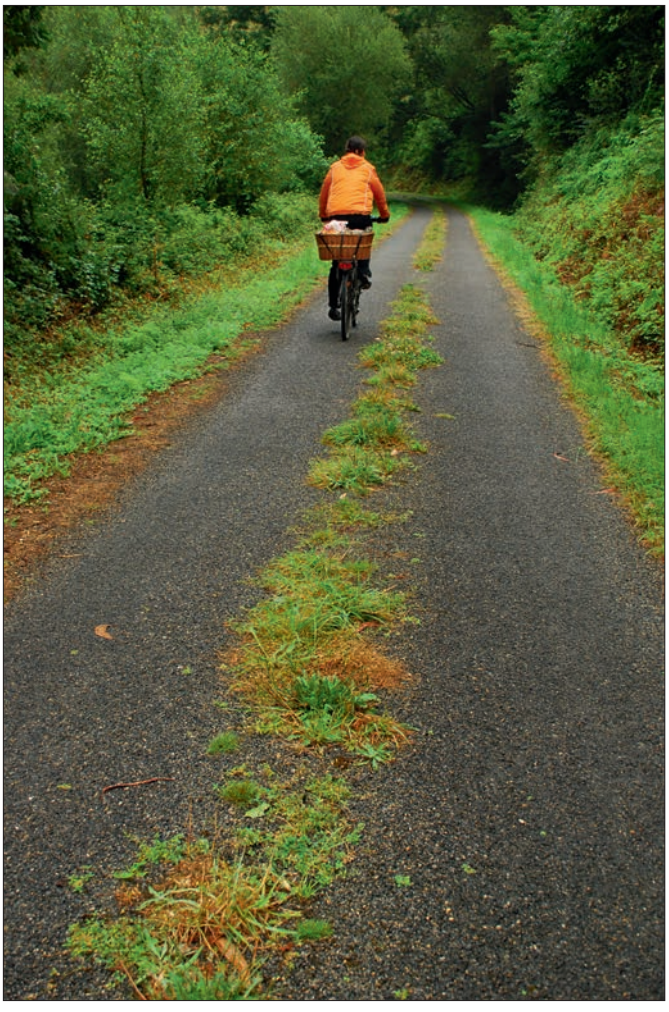
Explotación de Ferrocarriles por el Estado se hizo cargo de la maltrecha línea para su desmantelamiento.

Vía Verde

La conversión en vía verde de una parte del trazado original de aquel ferrocarril minero permite actualmente rememorar su recorrido: doce kilómetros que atraviesan media docena de túneles horadados en la roca viva y un airoso viaducto que salva las aguas del río Eo.

Discurre la Vía Verde del Eo entre la localidad asturiana de San Tirso de Abres y la población lucense de Villaodrid, y en el trayecto, el viajero encontrará cascadas, restos de edificaciones que servían para guardar los aperos y enseres de los trabajadores, el depósito del carbón que alimentaba el viejo tren, y algu-





El antiguo trazado ferroviario cruza la frontera entre las comunidades autónomas de Galicia y Asturias.

nas zonas de descanso. Y todo dentro de la Mancomunidad Oscos-Eo, declarada Reserva de la Biosfera, en medio de vegetación exuberante y del frescor del agua que brota entre las piedras.

Comienza la andadura en la antigua estación del ferrocarril –hoy convertida en vivienda–, situada en la capital del concejo más occidental de Asturias, San Tirso de Abres, para seguir, sinuosa, junto a las frías aguas del Eo, donde conviven salmones, truchas, reos, lampreas y anguilas.

El camino discurre prácticamente en todo su recorrido, paralelo a la carretera N-640. Pasa la ruta por el escarpado paisaje que obligó a taladrar la tierra para abrir paso al tren, cerca de las aldeas de Trasdacorda y Matela, pertenecientes al concejo lucense de A Pontenova. Cruzan los túneles bajo la aldea de Pradas, en el paraje de O Cairo, y junto al camino aún se puede ver la antigua central eléctrica construida en 1932 y en cuyo interior todavía pervive parte de su maquinaria.

Ya en el kilómetro 9, el viajero dejará atrás el tramo de túneles. El paisaje entonces se calma al ensancharse y se arrima a esa altura a las aldeas de Saldoiriña y Herbelle. Por entonces, ya está cerca la localidad de Vilaoudriz, desde donde arrancaba el tren. Al final del recorrido se pueden ver cuatro enormes hornos de ladrillo, muy bien conservados, que servían para transformar el mineral, y la antigua estación, que pervive convertida en un centro de interpretación. ■

Conjunto etnográfico Teixois

A tan solo 5 kilómetros de San Tirso de Abres, se encuentra el Museo Etnográfico de Teixois. Datado en el siglo XVIII, el conjunto está formado por casas de piedra y un numeroso grupo de ingenios hidráulicos con los que se obtenía energía del agua para hacer funcionar una fragua, un cabazo, una pequeña central hidroeléctrica, un mazo utilizado para estirar el hierro, una piedra de afilar y un molino.

El molino, que conserva perfectamente su sala de molienda, funciona con la fuerza del agua que baja del arroyo de las Mestas. Era utilizado por varias personas según el sistema llamado de Quendas, en virtud del cual cada propietario disponía de su uso en función de la mayor o menor propiedad que ostentara. El cabazo, construcción de roble o castaño de planta cuadrada que se levanta sobre pegollos, servía como edificio auxiliar de la vivienda y podía pertenecer a varias familias.

El mazo, junto con las ferrerías, tuvo importancia en la industria de la zona durante los siglos XVIII y XIX. En las ferrerías se fundía el mineral en lingotes, mientras que en los mazos se trabajaba para estirarlos y dar forma a los utensilios y herramientas. El batán, tosca máquina de madera movida por la fuerza del agua de los ríos, servía para producir el golpeteo de las telas por medio de mazos para compactarlas.

Todo ello, a pesar de su aire rudimentario y artesanal, funciona todavía a la perfección.

www.viasverdes.com

Más información: Fundación de los Ferrocarriles Españoles



EL COMPLEJO ENTRAMADO HIDRÁULICO DE LA ALHAMBRA Y EL GENERALIFE OBRÓ EL PRODIGIO DE SU BELLEZA

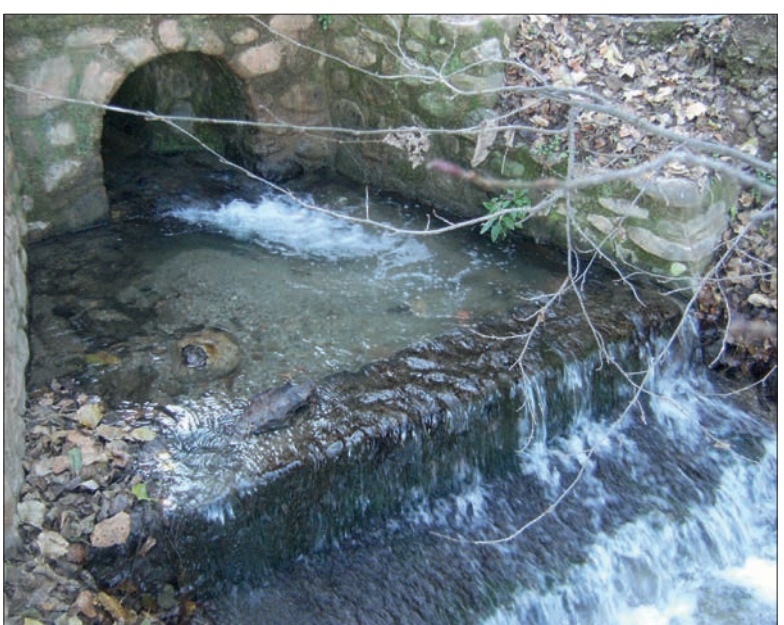


Paraíso en la Tierra

JESÚS ÁVILA GRANADOS. (TEXTO Y FOTOS)

Antes de su conquista definitiva por los Reyes Católicos, el reino nazarí tenía un censo de 600.000 habitantes, de los cuales unos 100.000 residían en la capital, lo que convertía a Granada en la ciudad más poblada de la Europa bajomedieval y, naturalmente, la primera de España. Los aprovechamientos hidráulicos de los manantiales de Sierra Nevada, un prodigio de la ingeniería hidráulica de la época, tuvieron mucho que ver en su prosperidad y en el embellecimiento definitivo de los complejos palaciegos de la Alhambra y los jardines del Generalife.

Torre de Comares en el patio de la Alberca y una de las albercas del jardín del Partal. Debajo, el agua sobrante sel sector oriental baja por un arroyo para regresar al Darro.



Granada es una ciudad mítica, y como tal está asentada sobre siete colinas; una de ellas, el cerro de la Sabika, sirve de trono al conjunto palaciego de la Alhambra, cuya mejor panorámica se obtiene desde la plaza de San Nicolás, en la zona más elevada del barrio del Albayzín, cuyos atardeceres justifican plenamente la impresión de que se trata de una ciudad que cabalga sobre el espacio, el tiempo y la historia. Entre ambas colinas, el río Darro –Dauro, porque daba pepitas del dorado metal en los siglos modernos–, que entrega sus frescas y cristalinas aguas, traídas de la Sierra Nevada, a su padre el Genil, en el paseo del Violón. Y siempre arriba, sobre la dimensión humana de la ciudad andaluza, las torres y murallas de la Alhambra, cuyos rojizos muros contrastan con el manto verde de los árboles-





Fuente de los jardines del Generalife. Debajo, exterior del recinto, con la torre de las Infantas en primer plano.

que rodean este magnífico conjunto de las Mil y Una Noches.

Si Granada y su fértil vega se nutren del agua de los ríos Darro y Genil, la Alhambra bebe de las fuentes que brotan en la cima del cerro de la Sabika, siendo la más importante la que nace en la explanada de la Mimbre, cerca de las poderosas torres de la Alcazaba, donde se hallan los patios de armas y la torre de la Vela y otros sólidos baluartes que, a vista de pájaro, contemplan la ciudad que se extiende sobre el manto verde de la Vega. En el extremo opuesto del Alcázar, la zona que mira al Albayzín y la colina del Sacromonte, a mitad de camino de la empinada cuesta de los Chinos –también conocida como cuesta del Rey Chico–, se alza la Torre del Agua, que era el principal aljibe de toda la alcazaba, un gigantesco depósito subterráneo que se nutría de agua procedente del río Darro, a través de sofisticadas aceñas, canales y acueductos aéreos, que aún se conservan. Ambos manantiales satisfacían plenamente la sed de los residentes en la Alhambra, además de permitir un riego suficiente de jardines, huertos y bosques de los recintos palaciegos, dando vida, al mismo tiempo, a la mayor oferta de fuentes, albercas y surtidores, creando una sinfonía de luces, colores, aromas y sonidos, único en el mundo. Por esta cuesta también discurre el aliviadero del agua sobrante de todo el circuito de regadío y demás necesidades en la zona oriental del recinto de la Alhambra, que se vierte en un humilde riachuelo que busca afanosamente su reencuentro con el río Darro.

La Alhambra

El conjunto palaciego de la Alhambra, que se asienta sobre la cresta del cerro de la Sabika, es un rectángulo irregular de 800 metros de longitud y 200 metros de anchura, acogiendo en su interior una superficie de 160.000 m^2, ocupados por palacios, patios, jardines, huertos y edificios militares. Todo el complejo está rodeado por una muralla erizada de puntiagudas almenas y jalonada de poderosas torres y baluartes.

La entrada se efectúa por la cuesta de Gomérez, desde la plaza Nueva. Tras pasar bajo la puerta de las Granadas se accede al complejo ajardinado de la Alhambra. A mano derecha se alzan las sólidas Torres Bermejas y es, a partir de aquí, cuando el viajero, que debe hacer el recorrido a pie para admirar con detalle la belleza que le rodea, comienza a tener constancia de que ha penetrado en un paraíso en la Tierra, a escala humana. El rumor del agua, que corre por canales, abiertos a ambos lados del pronunciado camino, y también las venas de agua subterránea, entre la espesa floresta que tamiza los rayos solares, sumergen al visitante en otra dimensión. De vez en cuando le sorprende alguna fuente, que muchas veces no se ve, pero su rumor explota en el aire como una agradable sinfonía, hasta llegar a la monumental fuente de Carlos V, a pocos metros de la puerta de la Explanada, también conocida como de la Justicia que, en trazado en codo, nos permite acceder al interior del recinto amurallado de la Alhambra.

El recinto del Generalife desde la torre del Cadí. Debajo, patio de Lindaraja.





Desde allí, dejando a nuestra derecha el palacio de Carlos V, y a través de la puerta del Vino, no tardamos en alcanzar la plaza de los Aljibes, en cuyas entrañas, a unos 20 metros de profundidad, brota el agua fresca y cristalina que alimenta las fuentes del sector occidental de todo el complejo palaciego. Conscientes de la importancia de este nacedero, los nazaríes levantaron tres poderosas torres: del Homenaje, Quebrada y del Adarguero, las cuales, además del propio recinto amurallado, también tenían la misión de defender la Alcazaba, la torre de la Vela, el jardín de los Adarves y el baluarte de poniente. Frente a nosotros, hacia el norte, la colina y el barrio del Albayzín, y abajo, el sinuoso curso del Darro, que busca afanosamente la ciudad de Granada y el río Genil.

En el otro extremo del recinto palaciego, a levante, la Torre del Agua, envuelta en un ambiente sombrío, por la espesa vegetación. A través de un acueducto aéreo, que se confunde con los baluartes de la fortaleza, el agua procedente del río Darro entra en esta torre, desde donde se reparte por todo este sector de la Alhambra. Es asombroso ver la entrada de un canal asilvestrado que penetra por los cimientos de los taludes de las murallas, con rejas, para evitar el paso de personas y las hojas caídas. Luego, ya domesticada, el agua se distribuye a través de una red de canales subterráneos de plomo que afloran en los lugares establecidos por los ingenieros nazaríes, para el riego de los jardines, huertos, y también en fuentes de los edificios palaciegos, con tuberías de cerámica, realizadas con piezas cónicas de unos 25 centímetros de longitud y 15 de diámetro, perfectamente engarzadas entre sí por sus extremos, de tal forma que no pierden una sola gota de agua. En los canales que alimentan de agua las diferentes albercas y fuentes, y también los conductos que facilitan el riego de los huertos, hemos comprobado que las pendientes de todas las canalizaciones no superan el 5 %, que era la científicamente establecida por los ingenieros islámicos para estos menesteres; con ello, el agua se desliza con suavidad, pero sin pausa, dentro de los conductos descubiertos.

Nos encontramos, pues, ante una de las más fascinantes obras de ingeniería hidráulica de la historia medieval. Los nazaríes supieron crear un paraíso en la Tierra, un recinto militar y palaciego que, envuelto entre exuberantes jardines y huertos, se percibiría como un adelanto del Edén. En este alcázar fijaron su residencia 28 monarcas granadinos, a lo largo de unos 260 años. No es nada extraño que Boabdil, tras la entrega de las llaves de la ciudad a los Reyes Católicos, en las proximidades del Padul, y al girar su cabeza hacia su querida Granada, llorara amargamente la pérdida del paraíso.

El patio de Oro

Y hablando del Edén, no podemos dejar de hablar de la joya de la corona: el patio de los Leones (*Sahán-al-Osud*); el recinto más famoso y seductor de todo el complejo palaciego de la Alhambra.

El patio de los Leones, entre los jardines del Partal y el patio de los Arrayanes, es un







De arriba abajo, palacio del Partal, una de las numerosas fuentes del recinto y techo del baño real.

rectángulo perfectamente realizado por los arquitectos nazaríes, concebido bajo las normas de las proporciones áureas, en tiempos del monarca Muhammad V, en 1370, que ocupa una superficie de igual dimensión que un marjal (unos 570 metros cuadrados), cuya planta se divide a modo de *cahar bag* (jardín cuadripartito, separado en cuadrantes iguales mediante canales de agua), para simbolizar armoniosamente el paraíso y sus cuatro ríos sagrados. A su alrededor se alza un pórtico encuadrado de galerías y fantásticas arcadas que se apoyan en 124 columnas de mármol blanco, cuyos capiteles, bellos y elegantes, son característicos del arte de los nazaríes. En estas esbeltas columnas y floreados capiteles aparecen grabadas frases que proclaman la divisa de la Granada nazarita que, a través del tiempo, se ha convertido en el símbolo de al-Andalus por excelencia: *Lá gáliba illa Alláh* ("¡No hay vencedor más que Dios!").

De las galerías oriental y occidental, cuyos arcos de medio círculo son muy peraltados, avanzan sobre el patio graciosos templetes rectangulares compuestos por 12 arcos que recuerdan a estalactitas de mitra, con tímpanos de calada labor persa de rombos, y sostenidos por columnas ideales con capiteles cúbicos recubiertos de inscripciones alcorránicas, lazos y ataurique primorosamente cincelados. El pavimento de los quioscos es de mármol, y sus cúpulas hemisféricas y ensambladas interiormente con labores de lazo que describen polígonos y estrellas, cubriendo el de la galería oriental un casquete de tejas de colores esmaltadas y el frontero un tejadillo ordinario que se reformó a finales del XVII. Estos quioscos y la fuente que ocupa el centro constituyen la nota característica del palacio del Harem.

Y es precisamente esta fuente el elemento más emblemático que diera nombre al patio. Se compone la fuente de taza dodecagonal, labrada en una sola pieza de mármol, sostenida por doce balaustres torneados que descansan sobre el lomo de sendas leonas de piedra toscamente esculpidas. Festoneando el borde de la taza principal, aparece grabada una *kasida* que la reciente restauración ha podido recuperar, la cual contiene, entre otras, la siguiente frase: ¿Por ventura este jardín no nos ofrece una obra, cuya hermosura no quiso Dios que tuviera igual?

Balneario

Al noroeste del patio de los Leones y paralelo al patio de la Alberca (mejor conocido como de los Arrayanes), se encuentra la sala de Baños, cuyo recinto está considerado el complejo balneario más importante y mejor conservado de la España islámica.

Por un oscuro y revuelto pasadizo se entra en la sala de las Camas, vestíbulo del baño real. Sus paredes están decoradas con una exquisita obra de alicatado de azulejos vidriados, rematada en artesonado de lazo. En sus testeros vemos dos alhanías (lugares de reposo después del baño). Este lo tomaban los sultanes en los aposentos inmediatos desprovistos de ornamentación y en cuyas bóvedas esquifadas se pueden observar taladros o tragaluces que, en su época, tuvieron cristales de colores. El pavimento y las pilas son de mármol, conservándose todavía los caños por donde surtía de agua y los conductos subterráneos para la calefacción de las habitaciones. Se conserva también memoria de la gran caldera de



Estanque dormido en el palacio del Partal y una de las albercas del recinto.

cobre que medía cuatro varas de diámetro, desaparecida en el año 1779.

La sala de las Camas del baño real, vista desde la tribuna superior, que debía estar ocupada por músicos encargados de amenizar el reposo de los emires, está iluminada por las misteriosas luces que calan las 16 ventanas que se abren entre los mocárabes de lazo de los techos; además, el cielo de las salas de los baños está abierto por innumerables tragaluces de ocho puntas, que transmiten a quien allí se encuentra la sensación de encontrarse bajo un firmamento de estrellas. Como música celestial, el rumor del agua que brota de los grifos y llena las albercas, que además de limpiar los poros del cuerpo relaja el ánimo del bañista.

Palacio de Invierno

Pero no se puede abandonar el recinto de la Alhambra sin antes visitar el Generalife, el inmenso carmen que se alza, a un nivel algo más elevado, frente al sector nororiental de la Alhambra, cuya belleza espacial y equilibrio formal también se deben en gran parte al agua.

El Generalife (*Gennat-Alarif*, o huerta principal) era la residencia de invierno de los monarcas granadinos. En este singular recinto lo característico no era solamente la casa, sino la situación de todo el complejo palaciego y la hermosura del paisaje exterior, con el agua como música de fondo.

Por modesto y sencillo pórtico se pasa a un patio con aspecto de jardín, con cristalina acequia y cuajado de tiestos de olorosas flores, setos de arrayán, además de orondos naranjos y laureles. El patio,



que es de planta rectangular, mide 49,70 metros de longitud por 12'82 metros de anchura. En su frente norte se alza un elegante pórtico compuesto de un arco central de medio punto y dos laterales, más pequeños, de herradura, que sostienen enjutas y tímpanos con mocárabes de rombos calados.

Pero es en el ambiente botánico donde aflora el mayor equilibrio y belleza de este recinto.

Arrayán, ciprés y laurel constituyen la trilogía vegetal que utilizó la jardinería árabe para embellecer el Generalife: dirigidos, recortados y amoldados los dos primeros a las conveniencias de la decoración, abandonado siempre el último a las selváticas expansiones de su desarrollo.

El arrayán, cuidadosamente cortado, marca en el suelo los trazos y dibujos del jardín, ciñendo los planteles de flores, y el ciprés, sujeto a las más caprichosas formas o ya afecta a la de columnas cilíndricas, como en el largo paseo que conduce al palacio. También aparece tallado en tablas que sirven de paramento a los muros, como sucede en el jardín de las Cuatro Fuentes; o se doblega, se cimbra y se contornea como en el templete o cenador del jardín del Pino. El ambiente de poesía que se respira en estos parajes, el armonioso rumor de las corrientes de agua, el apasionado canto de los ruiseñores, las luminosas perspectivas que, desde las plazoletas, se descubren, el aroma del azahar, de las magnolias y de los claveles, las múltiples tonalidades en que la luz se quiebra por la diferente densidad de las capas de aire, son obra una vez más de ese sabio y casi milagroso aprovechamiento del agua para generar un conjunto de seducción y belleza que extasía los sentidos y anticipa, una vez más, la atmósfera del paraíso terrenal. ■



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
CENTRO DE PUBLICACIONES

Revista del Ministerio de
Fomento
Mayo 2012 ● Nº 617 ● 3 €



Vivienda: más posibilidades para el alquiler

● Ampliación del puerto de Valencia ● Nueva variante de Ferreries, en Menorca ● Feve recupera el Al Andalus

Revista del Ministerio de Fomento

En este número

MAYO 2012
Nº 617



Vivienda: más posibilidades para el alquiler

Ampliación del puerto de Valencia · Nueva variante de Ferreries, en Menorca · Feve recupera el Al Andalus



VIVIENDA

2. Menos rigidez, más posibilidades.
Anteproyecto de Ley de Medidas de Flexibilización y Fomento del Alquiler.

PUERTOS

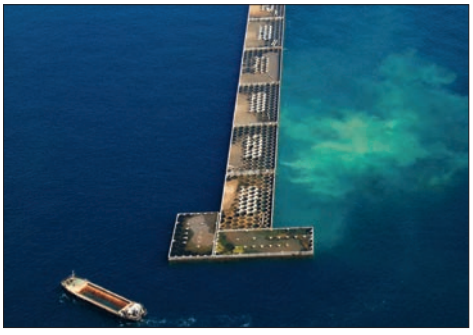
8. El primer paso.
Concluidas las obras de abrigo de la ampliación del puerto de Valencia.

FERROCARRIL

16. Recta final en Pajares.
La variante ferroviaria culminará la plataforma en el segundo semestre del año.

CARRETERAS

24. Un antes y un después.
En servicio la variante de Ferreries, en Menorca.







Y además...

30. Comprometidos con un reto.
España y Portugal avanzan hacia la creación del Bloque Suroccidental del Cielo Único de la Uinón Europea.

36. Un tren de lujo.
El Al Andalus vuelve a surcar los paisajes más monumentales de Andalucía.

42. Conectando orillas.
Exposición 'Puentes de arco en España'.

50. En la hora del adiós, hasta siempre.
La Biblioteca Nacional dedica una exposición a la historia de la carta en España.

Director de la Revista: Antonio Recuero

Edición: Javier R. Ventosa. **Maquetación:** J. A. Laiz. **Secretaria de redacción:** Ana Herráiz. **Fotografía:** José Caballero. **Archivo fotográfico:** Vera Nosti. **Portada:** Caballero
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).* **Vicepresidencia:** Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).*
Información de publicaciones del Ministerio de Fomento: 915 976 449 / 78.
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: 161-12-004-1

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

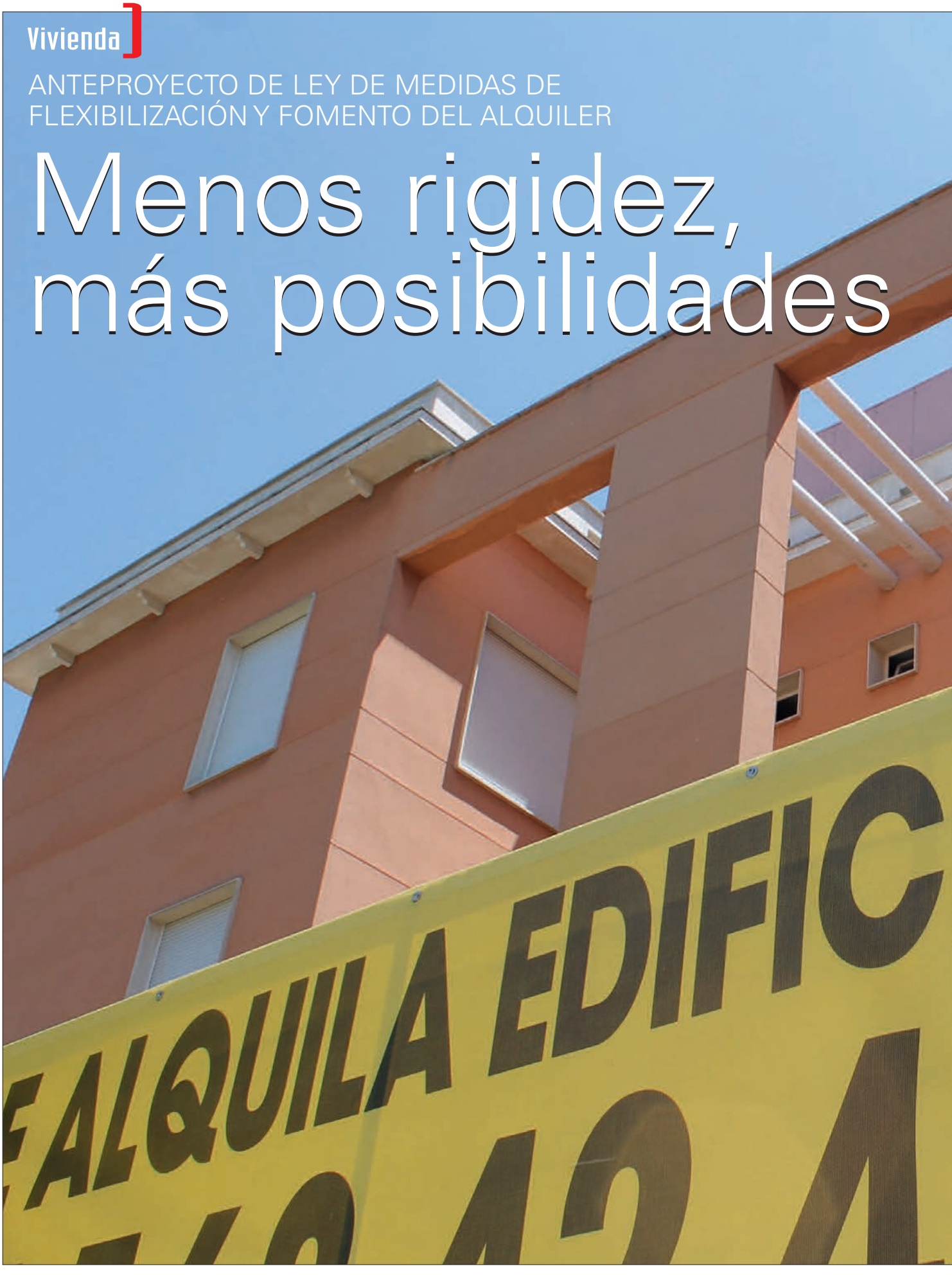
GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

ANTEPROYECTO DE LEY DE MEDIDAS DE FLEXIBILIZACIÓN Y FOMENTO DEL ALQUILER

Menos rigidez, más posibilidades





R. F. Fotos: Caballero

El Anteproyecto de Ley de Medidas de Flexibilización y Fomento del Mercado del Alquiler de Viviendas, presentado por los Ministerios de Fomento, Justicia y Hacienda y Administraciones Públicas, el pasado 11 de mayo al Consejo de Ministros, busca hacer del alquiler una alternativa eficaz al mercado de la propiedad, hoy especialmente sacudido por la crisis. La futura norma modificará el actual marco regulatorio, reformando diversos aspectos de las relaciones entre arrendadores y arrendatarios, con objeto de estimular tanto la oferta como la demanda.



Con la reforma se introducen medidas para absorber parte del stock de viviendas vacías que existen en España.

El Anteproyecto de Ley de Medidas de Flexibilización y Fomento del Mercado de Alquiler de Viviendas ha sido aprobado en primera lectura por el Consejo de Ministros y, actualmente en trámite de información pública, introduce una serie de modificaciones en la Ley 29/1994, de 24 de noviembre, de Arrendamientos Urbanos, en la Ley 1/2000, de 7 de enero, de Enjuiciamiento Civil y en la Ley 11/2009, por la que se regulan las Sociedades Cotizadas de Inversión en el Mercado Inmobiliario. Con estas medidas se pretende reformar aquellos elementos del marco jurídico actual que impiden un funcionamiento dinámico del mercado de viviendas de alquiler.

El objetivo fundamental es flexibilizar y dinamizar el mercado de alquiler, introduciendo medidas de equilibrio entre las necesidades de vivienda en alquiler y las garantías que deben ofrecerse tanto a arrendadores como a arrendatarios (en España la población que reside en alquiler apenas representa el 17%, cuando en el resto de Europa está en el 33% de media), movilizando el parque de viviendas vacías (más de 3 millones según el último Censo de 2001) y absorbiendo el *stock* de viviendas nuevas sin vender (estimado en más de 680.000 viviendas) que existen actualmente en España.



La reforma, que refuerza los derechos de los inquilinos y los arrendadores, se asienta sobre cuatro pilares: la flexibilización del mercado de alquiler, el reforzamiento de la seguridad jurídica inmobiliaria, la mejora de la regulación del procedimiento de desahucio y la reducción de los requisitos para acceder a la negociación en mercado regulado.

Flexibilización del mercado del alquiler

Se concretan medidas en el mercado del alquiler de viviendas para conseguir que las relaciones entre el arrendador y el arrendatario sean menos rígidas que hasta ahora, entre otras:

El anteproyecto de ley refuerza los derechos tanto de los arrendadores como de los inquilinos.



● **Priorización de la voluntad de las partes en el marco de la Ley (aplicable a contratos futuros).** Se fortalece la libertad de las partes para llegar a todos aquellos acuerdos que, razonablemente, no deban formar parte de un régimen directamente impuesto por la Ley, preservando en todo caso un adecuado equilibrio entre los intereses del arrendador y del arrendatario. Así, por ejemplo, la actualización de la renta, que actualmente se realiza en función de lo que indica el Índice de Precios al Consumo (IPC), se deja con la reforma a lo que pacten libremente las partes.

Del mismo modo, con la reforma las partes podrán pactar la renuncia del arrendatario al derecho de adquisición preferente de la vivienda (ese derecho era hasta ahora irrenunciable en contratos de duración inferior a cinco años). En ausencia del pacto, seguirá vigente el derecho.

● **Reducción de la duración del contrato.** Actualmente el plazo de prórroga forzosa (aquella que permite que el inquilino, sea cual sea la duración pactada en el contrato, pueda optar por prorrogar su duración, debiendo respetarlo el arrendador) de los contratos es de cinco años, y la tácita (que implica continuidad en el contrato si las partes no señalan lo contrario), de tres. Con la nueva regulación, en cambio, la prórroga forzosa de los contratos durará tres años y la tácita, solo uno. La actualización de las fianzas se ajustará al nuevo plazo de tres años. Con la reforma, por tanto, el límite legal para la duración de los contratos se reducirá de los ocho (5+3) años actuales a cuatro (3+1) años, es decir, exactamente la mitad.

● **Potestad de desistimiento del arrendatario.** Se revisa la actual situación de los contratos de duración pactada superior a cinco años, que establecen que el inquilino puede desistir del contrato cuando hayan pasado cinco años y lo comunique con dos meses de antelación, en contratos de duración inferior a cinco años, el arrendatario sólo podía desistir del contrato si se lo comunicaba al arrendador con treinta días de antelación como mínimo a la fecha de terminación del contrato o de cualquiera de sus prórrogas, su voluntad de no renovarlo.

Las medidas propuestas en la reforma establecen que, con independencia de la duración del contrato, el arrendatario podrá desistir del contrato en cualquier momento, siempre que lo comunique con un mes de antelación, pudiendo preverse en el contrato una indemnización específica para el arrendador en caso de producirse dicho desistimiento anticipado.



● **Potestad de recuperar la vivienda por el propietario.** También se revisa esta potestad, garantizando que el arrendador pueda recuperar su vivienda para residencia habitual (siempre que sea para él, familiares en primer grado de consanguineidad o por adopción, o cónyuge en caso de divorcio) sin necesidad de que esté previsto en el contrato de arrendamiento, ni que hubieran transcurrido cinco años desde su firma, aunque deberá dar un preaviso de dos meses. Hasta ahora el dueño solo podía recuperar la vivienda, por idénticos motivos, si dicha posibilidad se había previsto expresamente en el contrato.

Reforzamiento de la seguridad del tráfico jurídico inmobiliario

El objetivo es reforzar la seguridad jurídica mediante el incremento de los efectos de la inscripción de los arrenda-



La nueva norma impedirá la comisión de fraudes en la adquisición de viviendas o locales comerciales.

mientos en el Registro de la Propiedad.

Para preservar el necesario equilibrio de derechos e intereses entre las partes del contrato de arrendamiento y los terceros con derechos sobre la vivienda objeto de dicho contrato, la reforma contribuirá a mejorar la seguridad del tráfico jurídico inmobiliario. En este sentido, la inscripción en el Registro de la Propiedad ofrecerá mayor transparencia y seguridad a los contratos de arrendamiento inscritos.

En este apartado se introducen las siguientes reformas: El comprador que adquiera una vivienda arrendada estará obligado a respetar el contrato de arrendamiento y los derechos del arrendatario siempre que el mismo esté inscrito en el Registro.

Por el contrario, si el contrato de arrendamiento no está inscrito, el comprador (siempre que sea un adquiriente de buena fe) no estará obligado a respetar el arrendamiento concertado por el anterior propietario y el arrendatario perderá su derecho.

Este criterio, aplicado actualmente a los arrendamientos de locales de negocio, modifica la situación existente, en la que los compradores de una vivienda arrendada estaban obligados a respetar el arrendamiento existente al menos durante el periodo de cinco años que exige la ley vigente.



Por su parte, una vez inscrito el derecho del arrendatario, la transmisión a un tercero de la vivienda arrendada no podrá afectar a sus derechos legales (prórroga forzosa y prórroga tácita) derivados del contrato de arrendamiento, pues el tercer adquiriente tendrá que respetar las condiciones del contrato inscrito en su totalidad.

Mejora de la regulación del procedimiento de desahucio

Con la reforma se pretende agilizar los procedimientos de desahucio por impago de rentas, actualmente ineficaces y lentos y ello a pesar de las modificaciones introducidas en el año 2000, reduciendo la intervención judicial al mínimo imprescindible

La inscripción en el Registro de la Propiedad posibilitará un procedimiento de actuación más sencillo en caso de impago de rentas. En ese caso, cuando lo señale el contrato, el impago de la renta

Espaldarazo a las Socimi

Las Sociedades Cotizadas de Inversión en el Mercado Inmobiliario (Socimi) se crearon en 2009 como instrumento de inversión destinado al mercado inmobiliario del arrendamiento, tanto de viviendas como de cualquier inmueble urbano, pero su régimen jurídico y fiscal se ha demostrado inoperante. Los cambios contemplados en el anteproyecto de ley buscan flexibilizar los requisitos exigidos a estas entidades, pero sin renunciar totalmente a los elementos estructurales de configuración de estas entidades, de manera similar a los existentes en países de nuestro entorno.

A las Socimi se les exigirá un plazo menor (pasa de siete a tres años) para que los bienes inmuebles que hubieran sido promovidos por la entidad se mantengan en arrendamiento. También se reduce la cifra de capital mínimo exigido (de 15 a cinco millones de euros), y se elimina el requisito de que la financiación ajena de la entidad no supere el 70% del activo de la misma. Por otro lado, se reducen las obligaciones de distribución de beneficios (del 90 al 50% de los beneficios que no deriven de los dividendos) y se eliminan los requisitos de diversificación.

Además, las Socimi tributarán en función del resultado del ejercicio, se incrementan las rentas exentas que procedan de viviendas arrendadas del 20 al 25% y el tipo de gravamen de todas las rentas queda fijado en el 19%.



En España hay actualmente 1,8 millones de viviendas en alquiler y 3 millones de viviendas vacías, según datos oficiales.

podrá dar lugar a la resolución del arrendamiento sin más exigencia que un previo requerimiento notarial o judicial, sin necesidad de obtener una sentencia declarativa.

Por otro lado, se crea un procedimiento judicial acelerado para que en el plazo de diez días se proceda al pago de la renta debida. También se simplifican determinados aspectos del procedimiento judicial para efectuar el desahucio.

Medidas de carácter fiscal

Este paquete de medidas se centra en la equiparación tributaria de los no Residentes y los Residentes y en la exención de un gravamen sobre bienes inmuebles, así como en la modificación del régimen fiscal de las Sociedades Cotizadas de Inversión en el Mercado Inmobiliario (cuadro adjunto).

En concreto, se establecen nuevas exenciones en el Impuesto sobre la Renta de los no Residentes sobre los rendimientos derivados del arrendamiento de viviendas (antes no existían): el 60% a todas las personas físicas no residentes (igual que el IRPF) y el 100% a personas físicas residentes en la UE, cuando el arrendatario tenga entre 18 y 30 años y unos rendimientos del trabajo superiores al Índice Público de Renta de Efectos Múltiples (Iprem).



La reforma establece una exención del gravamen especial sobre bienes inmuebles de entidades no residentes. No estarán obligados a tributar por dicho gravamen las entidades no residentes, con la excepción de las residentes en paraísos fiscales.

Una última medida para incentivar el mercado inmobiliario establece una exención del 50% de las rentas derivadas de la transmisión de inmuebles urbanos que sean adquiridos hasta el 31 de diciembre de 2012, siempre que no exista vinculación entre las partes. Dicha exención, que se aplicará en el ejercicio en que se produzca la transmisión, será aplicable en el IRPF, en el Impuesto de la renta de los no Residentes y en el Impuesto de Sociedades. ■

CONCLUIDAS LAS OBRAS DE ABRIGO DE LA AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE VALENCIA

El primer paso

JAVIER R. VENTOSA
FOTOS: AUTORIDAD PORTUARIA DE VALENCIA

El puerto de Valencia ha dado el primer paso en su estratégico proceso de ampliación con la finalización de las nuevas obras de abrigo exterior, un dique y un contradique que suman 4,5 kilómetros. Ambas infraestructuras han generado una nueva dársena donde está previsto construir varios muelles destinados a dar respuesta a las previsiones de incremento del tráfico de contenedores y de cruceros.



Vista aérea del puerto de Valencia, con las obras de abrigo y la nueva dársena en primer plano.



Las nuevas obras de abrigo, inauguradas el pasado 23 de abril por la ministra de Fomento, Ana Pastor, son la base sobre la que se asentará la futura expansión hacia el norte del puerto de Valencia. Se trata de un dique exterior de abrigo de de casi 3,5 kilómetros de longitud, que arranca de una nueva explanada adosada al dique de Levante, y de un contradique de más de 1 kilómetro, adosado al dique del Este. Ambas infraestructuras configuran la nueva dársena Norte, con 230 hectáreas de aguas abrigadas (el equivalente a 460 campos de fútbol) y calados máximos de 18 metros (el máximo del puerto es de 17 metros), cuya bocana se orienta al sur. Su construcción ha requerido una inversión de 211 M€, de los cuales 74 M€ han procedido del Fondo de Cohesión Europeo, contando también con financiación del Banco Europeo de Inversiones (BEI).





Finalización del dique explanada (diciembre 2008). Fotos inferiores, fondeo de cajones en el dique vertical.



En la nueva dársena se acometerán las siguientes fases del proceso de ampliación previsto en el Plan Director del puerto. La primera fase consistirá en la creación de los nuevos muelles de cruceros, que se situarán en la parte interna del nuevo dique de abrigo, lo que permitirá habilitar tres atraques para cruceros de última generación y una nueva terminal. Las obras de esta fase se acometerán de forma inminente con objeto de alcanzar la operatividad a finales del próximo año.

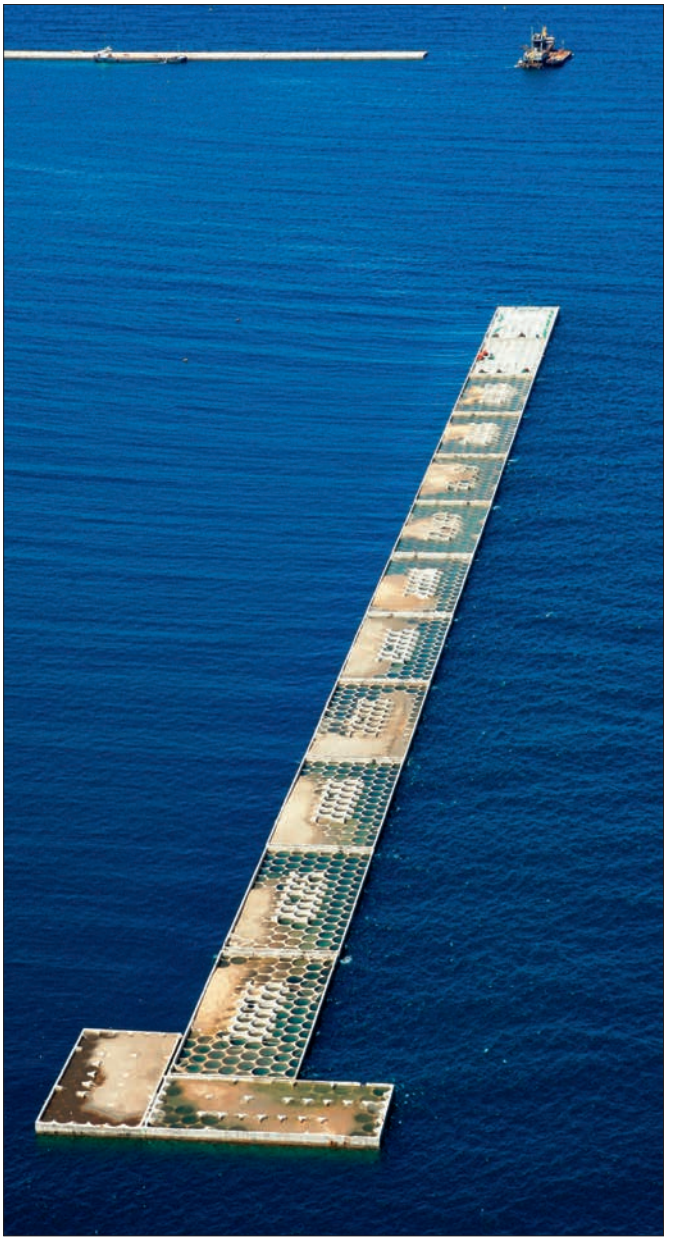
Posteriormente se acometerá la segunda fase, más compleja y costosa, consistente en la construcción de más de 150 hectáreas de superficie ganadas al mar, adosadas por su parte externa a los diques del Este y del Norte, que se destinarán a muelles de contenedores. Esta segunda obra se llevará a cabo en dos fases, de forma acompasada a la demanda del mercado.

El objetivo de la ampliación es doble. Por un lado, se pretende garantizar la operatividad del puerto en condiciones óptimas para hacer frente a las previsiones de crecimiento de tráfico interoceánico de contenedores, ámbito en el que el puerto es líder en el Mediterráneo. Con las nuevas superficies de depósito, el puerto duplicará su capacidad operativa, al estar capacitado para manipular hasta 10 millones de TEU, frente a los 4,9 millones de la actualidad, y permitirá el atraque de los mayores buques que operan









Fotos superiores, colocación de bloques en el dique en talud con grúa de celosía. Debajo, vista de la alineación N-S del dique vertical.

actualmente, de hasta 18.000 TEU. Y por otro, ampliar y dar respuesta a la creciente demanda de tráfico de cruceros, un sector en el que el puerto de Valencia ha crecido desde los 3.000 pasajeros en 1999 hasta superar los 378.000 en 2011. La meta es alcanzar el millón de cruceristas en 2020.

Además de una mejora general en la competitividad del puerto en un contexto en que se ha incrementado la competencia de otros puertos, la ampliación en curso también generará industria auxiliar y empleo. Se estima que una vez puestas en funcionamiento las nuevas infraestructuras y superada la crisis de la demanda interna, la ampliación generará 11.600 puestos de trabajo directos y 6.300 entre indirectos e inducidos, que se unen a los 19.000 empleos que actualmente genera el puerto.

Descripción de las obras

La primera fase de la ampliación del puerto, adjudicada en febrero de 2008 a una UTE formada por seis empresas, se ha desarrollado entre julio de 2008 y marzo de 2012. Durante los casi cuatro años de trabajos se han creado un total de 900 puestos de trabajo, entre directos e indirectos, siendo el número de trabajadores del día punta de 773. La magnitud de la obra viene avalada por datos como los ocho millones de toneladas de materiales empleados para las escolleras, los 32.000 bloques de hormigón armado colocados o los dos millones de toneladas de áridos utilizados en la elaboración del hormigón con que se construyeron los 50 cajones del dique vertical.

Las obras comenzaron con la construcción de la explanada de instalaciones auxiliares, rellenada tanto con los materiales de una zanja dragada para cimentar una parte del dique, como de excavaciones del entorno de la ciudad. En noviembre de 2008 comenzaron los vertidos marítimos del dique en talud, obra que concluyó en su primera fase en la primavera de 2010 con el cerramiento y la ejecución del espaldón. El fondeo de cajones del dique vertical se desarrolló entre octubre de 2009 y septiembre de 2010. La parte final de esta obra de abrigo, el dique mix-







De arriba abajo, vertido marítimo en el dique en talud, vertido terrestre en el contradique y colocación de bloque de guarda.

to, se desarrolló entre enero de 2010 y julio de 2011. Por su parte, los trabajos del contradique se ejecutaron entre julio de 2009 y enero de 2011.

Durante la fase de ejecución se ha llevado a cabo un seguimiento de las obras mediante tecnologías de última generación, especialmente a la hora de comprobar la geometría de los fondos marinos y el fondeo de los cajones. También se ha seguido un programa de actuaciones medioambientales y un plan de vigilancia ambiental de las playas cercanas para comprobar que no sufrían afecciones debido a las obras, todo ello encuadrado en las especificaciones de la Declaración de Impacto Ambiental.

A continuación se describen las tres actuaciones que configuran la primera fase de ampliación del puerto: el dique de abrigo, el contradique y la explanada de instalaciones.

● **Dique de abrigo.** Con una longitud de 3.406 metros, su traza está compuesta por dos alineaciones que forman entre sí un ángulo de 90º. La primera alineación tiene una longitud de 2.100 metros, con una orientación N-110º-E, mientras que la segunda mide 1.306 metros y tiene una orientación N-20º-E. El pie del dique de la primera alineación está situado a una profundidad variable entre la cota -12 metros y la -21,5 metros, mientras que el de la segunda se encuentra entre las cotas -20 y -21,5 metros.

La primera alineación se compone de dos tramos de características diferentes. Así, los primeros 1.150 metros conforman un dique con tipología en talud. Consta de núcleo de todo uno de cantera vertido por medios marítimos y terrestres, mantos exteriores de escollera de 0,15 y 2 toneladas de peso, escollera de 2 toneladas en banqueta de pie de talud y bloques cúbicos de hormigón de 20 toneladas. Por el lado dársena se completa la sección con dos mantos de escollera de 0,15 y 2 toneladas de peso. La coronación de la sección se completó con una capa de escollera de 0,40 toneladas. El espaldón de hormigón en masa corona a lo largo este tramo a la cota +11 metros.



Los contenedores se han convertido en el tráfico principal del puerto de Valencia.

El segundo tramo, de 950 metros de longitud, de tipología de dique vertical, está formado por cajones de hormigón armado (19,175 de manga, 50,725 de eslora y 18 metros de puntal), fondeados a la cota -16 metros sobre una banqueta de escollera de 5 metros de espesor colocada previo dragado en zanja a la cota -21 metros, quedando protegida por el exterior con bloques de guarda de hormigón en masa de 42 toneladas y manto de escollera de 2 toneladas. El espaldón corona a la cota +13 metros.

La segunda alineación se subdivide, a su vez, en otros dos tramos. El primero, de 920 metros de longitud y tipología de dique vertical, está formado por cajones de hormigón armado (24,100 de manga, 50,609 de eslora y 20 metros de puntal), fondeados a la cota -18 metros sobre una banqueta de escollera de 8 metros de espesor colocada previo dragado en zanja a la cota -26 metros, quedando protegida por el exterior con bloques de guarda de hormigón en masa de 42 toneladas y manto de escollera de 2 toneladas. El espaldón corona a la cota +13 metros.

El segundo, de 386 metros de longitud y con tipología de dique mixto, tiene el mismo elemento estructural que el primer tramo, aunque los cajones han quedado reforzados por el lado exterior por un núcleo de todo uno de cantera protegido por sendos mandos de escollera de 0,40 y 5 toneladas, y manto de bloques de hormigón en masa de 45 toneladas y 6 metros de espesor.

El dique de abrigo es rematado en toda su longitud a la cota +3 metros con pavimento de hormigón en masa de 29 centímetros de espesor y ancho variable en función de cada una de las secciones tipo.

Un puerto estratégico

El puerto de Valencia se ha convertido en los últimos años en una infraestructura estratégica para el comercio exterior español. Su *hinterland* abarca la mayor parte de la costa levantina (Comunidad Valenciana, Región de Murcia y Andalucía oriental) y la zona centro de la Península (Castilla-La Mancha, Comunidad de Madrid y Aragón), donde se concentra el 55% del PIB nacional y más de la mitad de la población activa española. El puerto, que comenzó a especializarse en los años 70 en el tráfico de contenedores, mueve actualmente el 38% de la mercancía containerizada del sistema portuario español, siendo considerado como puerto natural de Madrid (por sus instalaciones pasa más del 60% de los contenedores que entran o salen de la capital española). Su crecimiento le ha llevado a ser el primer puerto español y del Mediterráneo, el quinto de Europa y el vigesimosexto del mundo en tráfico de contenedores. Los objetivos del Plan Estratégico 2015 se han cumplido con antelación, ya que en 2011 superó los 4,3 millones de TEU, cuando el Plan preveía alcanzar 4 millones en 2015. Su futuro pasa por la ampliación norte, que servirá a los tráficos de contenedores y de cruceros, y por su conexión con el Corredor Mediterráneo de alta velocidad, lo que facilitará que las mercancías transiten por vías de ancho internacional. La ministra de Fomento, Ana Pastor, comprometió en su reciente visita la continuidad de las inversiones públicas en este puerto, "porque resulta fundamental y necesario para el futuro de Valencia y de España".



Finalización del espaldón del dique en talud, en agosto de 2010.

Contradique. Con tipología en talud y una longitud total de 1.088 metros, está compuesto por dos alineaciones que forman entre sí un ángulo aproximado de 110 grados. La primera alineación arranca perpendicular al dique del Este, con una longitud de 304 metros y orientación oeste-este. La segunda alineación, con una longitud de 784 metros, mantiene una orientación N-20º-E, paralela a la segunda alineación del dique de abrigo. El pie del contradique está situado a una profundidad variable entre las cotas -11 y -13,5 metros en su primera alineación, y entre las cotas -13,5 y -18,5 metros en su segunda alineación.

La primera alineación del contradique está formada por un núcleo de todo uno de cantera, sendos mantos exteriores de escollera de 0,25 y 3,5 toneladas de peso y bloques cúbicos de hormigón de 35 toneladas con un espesor de manto de 5 metros. El espaldón (es provisional, ya que se eliminará en una fase posterior) corona a la cota +9,5 metros y está formado por bloques de hormigón de 35 toneladas.

En la segunda alineación los mantos pasan a ser de 0,15 y 2 toneladas de peso y los blo-

> Las nuevas obras de abrigo son la base sobre la que se asentará la expansión del puerto de Valencia hacia el norte



La ampliación pretende incrementar el tráfico de cruceros, con un gran auge en los últimos años.



ques cúbicos de hormigón de 20 toneladas, con espesor de manto de 4,1 metros. El espaldón de hormigón en masa corona a + 9 metros. En los últimos 399 metros se mantiene la misma sección excepto el manto de bloques, que queda eliminado al tener protección del dique exterior. El espaldón pasa a ser bloque de hormigón a la cota +4,5 metros.

El contradique está coronado en toda su longitud con un pavimento de hormigón en masa de 29 centímetros de espesor y los materiales de cantera, al igual que en el dique de abrigo, se han colocado en su mayoría por medios marítimos, por debajo de la cota -5 metros aproximadamente.

● **Explanada de instalaciones y acceso al dique de abrigo.** Constituye prácticamente la primera actuación acometida, con objeto de ubicar en la misma tanto las instalaciones de la obra como los acopios de escolleras, con una superficie útil de 26,3 hectáreas. Por el lado expuesto al mar, el recinto resultante se ha construido con diques de tipología en talud con núcleo de todo uno de cantera, manto de escollera de 2 toneladas de peso y manto de bloques cúbicos de hormigón de 20 toneladas, siendo estos recuperados una vez protegida la explanada por los diques. El recinto formado se ha rellenado a la cota + 3 metros con material procedente tanto del dragado de las zanjas de cimentación del dique vertical como de excavaciones en el exterior del puerto.

El acceso al dique de abrigo se ha construido trasdosando los espaldones de los diques de la Copa del América y protegiendo el talud con escollerado y bloques cúbicos de hormigón, similares a los colocados en la explanada de instalaciones al estar sometido al mismo nivel de exposición al mar. ■

La quinta ampliación

La ampliación en curso del puerto de Valencia es la quinta en su historia moderna, que arranca con el proyecto de Juan Subercase (1856). En sus primeros 100 años de existencia, el puerto se configuró mediante distintas obras que alumbraron la dársena interior, los diques de Levante y del Este y los muelles de Levante y del Sur. Entre 1975 y 1990 se amplió superficie con la terminal polivalente y la dársena de la Xitá. La última década del siglo protagonizó la expansión hacia el sur con la dársena Sur y el muelle Príncipe Felipe, donde se instaló una de las mayores áreas de almacenaje de contenedores de Europa. Ya en el siglo XXI, el puerto ganó otras 58 nuevas hectáreas para la Zona de Actividades Logísticas (ZAL).

La actual fase de ampliación, prevista en el Plan Director de 2006, ha arrancado con el dique y el contradique que conforman la nueva dársena Norte como paso previo a la construcción de los muelles de cruceros y de contenedores. Los primeros, cuyas obras se iniciarán en breve, prevén habilitar 1.770 metros para tres atraques, una superficie pavimentada de 5,3 hectáreas y una terminal, con una inversión global de 27 M€. Los segundos, a desarrollar en dos fases, contemplan generar una superficie de 152 hectáreas, con 2.680 metros de atraque y calados de 16-18 metros. Con ello la capacidad del puerto se duplicará, al pasar de los 4,9 millones de TEU actuales hasta 10 millones. La inversión prevista en estas dos fases supera los 734 M€, correspondiendo 189,8 M€ a inversión pública y el resto a la privada.

LA VARIANTE FERROVIARIA CULMINARÁ LA PLATAFORMA EN EL SEGUNDO SEMESTRE DEL AÑO

Recta final en Pajares



Adif



JAVIER R. VENTOSA

La conexión ferroviaria entre León y Asturias mediante un nuevo trazado de alta velocidad mayoritariamente subterráneo bajo la cordillera Cantábrica está cada vez más próxima a ser realidad gracias a la ingeniería. La obra civil de plataforma de la Variante de Pajares, la parte más compleja y costosa de la futura línea León-Asturias, con casi 72 kilómetros de túneles, tiene fijada su fecha de conclusión para el segundo semestre de este año, lo que permitirá dar paso a la fase siguiente de superestructura (montaje de vía, electrificación e instalaciones).

La Variante de Pajares constituye la pieza maestra para extender la línea de alta velocidad del Corredor Norte/Noroeste que, con origen en Valladolid y paradas en Venta de Baños, Palencia y León, alcanzará las principales ciudades de Asturias. El 80% de su trazado de 49,7 kilómetros es subterráneo, merced a una sucesión de grandes túneles –en-



Adif

tre ellos un bitubo de casi 25 kilómetros de longitud– que evitan el paso por el puerto de Pajares de la línea convencional León-Gijón, que data de 1884, salvando asimismo un desnivel de casi 800 metros entre la Meseta Central y el Principado. El nuevo trazado reducirá en 33 kilómetros la distancia del recorrido entre León y Oviedo, lo que disminuirá el tiempo de viaje entre ambas capitales, además de aumentar la seguridad de la circulación y mejorar el confort de los usuarios.

Arriba, boca del túnel bitubo de Teso y viaductos de Sotiello, en el subtramo Sotiello-Campomanes. Izda., viaducto doble de San Blas, en el subtramo Túneles de Pajares-Sotiello.

Esta gran obra civil, que ha sido todo un reto técnico, fue visitada el pasado 2 de mayo



Adif

Viaducto de Pola de Lena y conexión de la variante con la línea convencional León-Gijón, en Pola de Lena (Asturias).

por la ministra de Fomento, Ana Pastor, que constató sobre el terreno el avanzado grado de ejecución de las obras de plataforma que dirige Adif. Todos los túneles y viaductos de la variante están concluidos (salvo el emboquille norte de los túneles de Teso), y actualmente se desarrollan trabajos complementarios en los mismos o en su entorno, por lo que las previsiones apuntan a que la fase de plataforma concluirá en el segundo semestre del año. Posteriormente se realizarán las obras de superestructura (montaje de vía –ya están adjudicados los contratos de carril y balasto–, electrificación e instalaciones de señalización y comunicaciones), necesarias para poner la infraestructura en operatividad.

La variante es, en palabras de la ministra, "una prioridad para Asturias y para España", por lo que durante su visita subrayó el compromiso del Gobierno con el desarrollo de esta infraestructura que salva la muralla natural que históricamente ha lastrado las comunicaciones entre Asturias y el centro peninsular, cuya inversión global asciende a 3.006 M€. En 2012, como muestra de este respaldo, se destinarán 180,8 M€ a impulsar la construcción de la variante ferroviaria, con un incremento del 38% en relación al año 2011.

Estado de las obras

La futura variante ferroviaria se sitúa entre dos tramos que completarán la conexión de alta velocidad León-Gijón: el tramo León-La Robla (21 kilómetros), en territorio leonés, que presenta el estudio informativo aprobado y en el que se desarrollan trabajos para la realización del estudio geológico-geotécnico; y el tramo Pola de Lena-Asturias, que se encuentra en distintas fases de estudio por parte de la Dirección General de Ferrocarriles.

Entre medias de ambos, la obra de la variante presenta actualmente un porcentaje de ejecución global muy próximo a su conclusión definitiva. Los dos grandes túneles de base, cuya perforación se llevó a cabo entre 2005 y 2009, están finalizados y actualmente se procede a realizar en ellos trabajos complementarios. Tam-

Financiación europea

Las obras de construcción de la Variante de Pajares tienen asignada una financiación de los fondos europeos cercana a 800 M€. Se distribuye de la siguiente forma:

En el periodo 2000-2006, el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (Feder) aportó para la obras de plataforma 284 M€ a través del Programa Operativo Integrado de Castilla y León, así como otros 107,9 M€ del programa Operativo Integrado de Asturias. Las Ayudas RTE-T (Redes Transeuropeas de Transporte) aportaron 3,2 M€ en concepto de estudios y proyectos.

En el periodo 2007-2013, el Fondo de Cohesión, dentro del P.O. Fondo de Cohesión-Feder, prevé una ayuda estimada de 389 M€ para el suministro y montaje de vía e instalaciones y para diversas actuaciones adicionales en el interior de los túneles. El Banco Europeo de Inversiones (BEI) participa también en la financiación.



Azvi

Emboquille norte del túnel bitubo de Pajares. Debajo, boca norte del túnel de Los Pontones, en el subtramo Túneles de Pajares-Sotiello.

bién están terminados los 14 tubos restantes y los 14 viaductos de las vertientes leonesa y asturiana, en obras desde el año 2006. En total, se han construido casi 72 kilómetros de túneles y 2,3 kilómetros de viaductos.

A continuación se describe la situación actual de la obra de plataforma de la variante, que por su complejidad se dividió en tres secciones, La Robla-Túneles de Pajares, Túneles de Pajares y Túneles de Pajares-Pola de Lena, que a su vez se subdividieron en ocho lotes. De ellos, cinco están finalizados y dos más superan el 98% de ejecución.

LA ROBLA-TÚNELES DE PAJARES

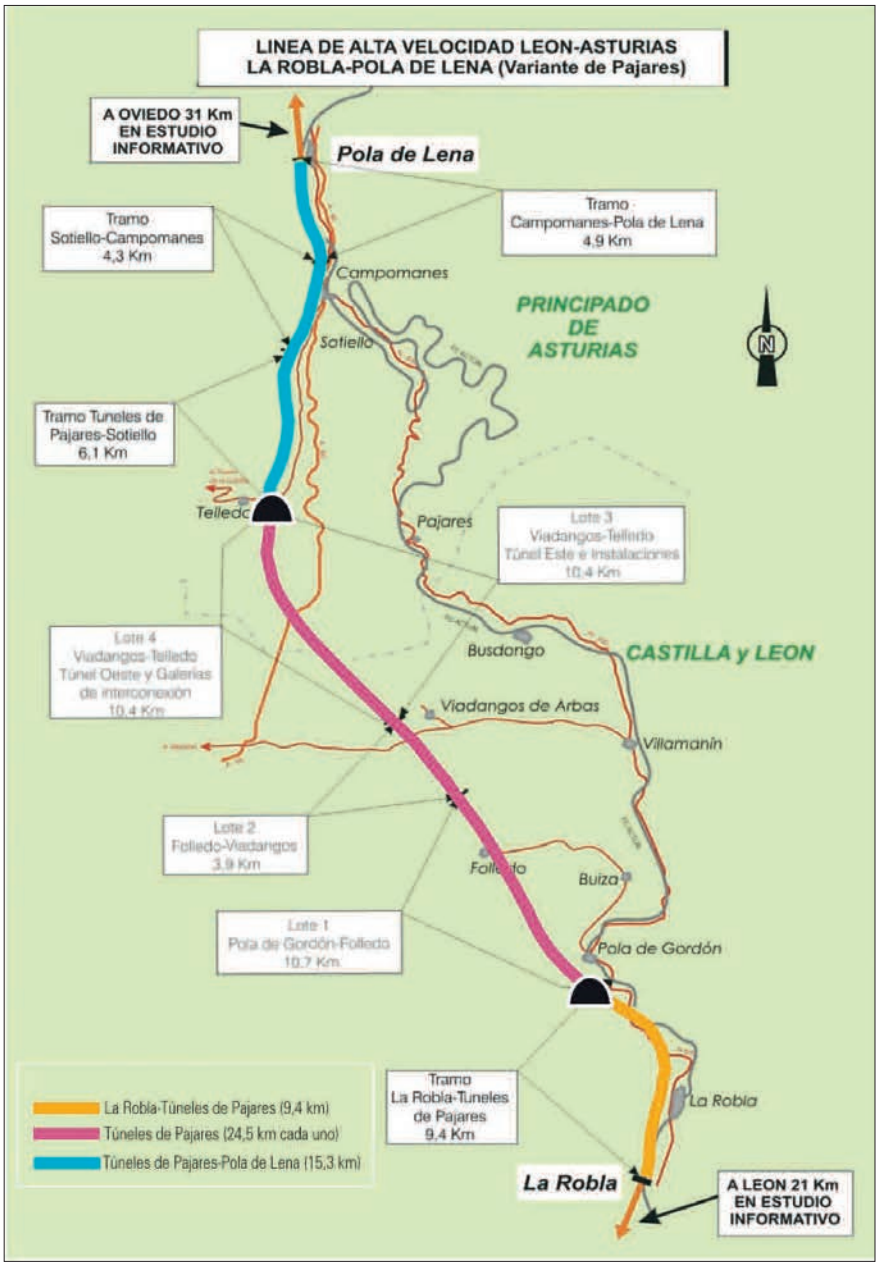
Este tramo, antesala de los túneles de base de Pajares, discurre por los municipios leoneses de Cuadros, La Robla y Pola de Gordón. Diseñado para doble vía, el tramo incluye el enlace con la línea convencional León-Gijón en las inmediaciones de La Robla, así como un Puesto de Adelantamiento y Estacionamiento de Trenes (PAET) en esta localidad, destinado al mantenimiento, seguridad del tránsito ferroviario y apartadero. La plataforma del tramo de 9,4 kilómetros de longitud, de los que cerca de 4,5 kilómetros discurren bajo túneles o sobre viaductos, está ya terminada.

En el trazado se han construido seis túneles: Castro (443 metros), Alba (1.057 m), Peredilla (723 m), Buen Suceso I (697 m), Buen Suceso II (199 m) y Nocedo de Gordón (620 m), todos ellos consistentes en un único tubo apto para vía doble, con una sección libre de 85 m^2, construido mediante el nuevo método austriaco (combinación de explosivos y medios mecánicos, como retroexcavadoras y martillo demoledor hidráulico). Los dos primeros tienen planta curva.



Adif

Los tres viaductos del tramo son los de Ollero (152 m), Alba (269 m) y Huergas (396 m), salvando los dos últimos el valle del río Bernesga, la carretera N-630 y la línea de ferrocarril León-Gijón. El tablero del viaducto de Alba, apoyado sobre cinco pilas que alcanzan una altura máxima de 10,5 metros, con vanos de entre 36 y 58 metros, se ha ejecutado mediante cimbra porticada. El de Huergas, por su parte, tiene una altura máxima de pilas de





Trabajos complementarios en el interior de uno de los túneles de base. Debajo, bocas de los túneles Vega de Ciego y Pico de Siero, en el subtramo Campomanes-Pola de Lena.

41,3 metros y ocho vanos de entre 42 y 52 metros. Su ejecución, probablemente la más complicada de todos los viaductos de la variante, se ha llevado a cabo mediante vanos sucesivos con apoyo de autocimbra superior.

TÚNELES DE PAJARES

Los dos grandes túneles de base, que enlazan las localidades de La Pola de Gordón (León) con Telledo (Asturias) bajo la cordillera Cantábrica, constituyen la actuación de mayor complejidad técnica de la línea que conectará Asturias con Castilla y León. Su longitud, cercana a los 25 kilóme-



Isolux-Corvián



Acciona Infraestructuras

tros cada uno, los convierte de hecho en los segundos túneles ferroviarios más largos de España (tras los de Guadarrama), los sextos de Europa y séptimos del mundo.

Dada la complejidad del proyecto, su construcción se dividió en cuatro lotes, adjudicados cada uno a una unión temporal de empresas, que comprenden la ejecución de los dos tubos paralelos, uno para cada vía, de 24,6 kilómetros de longitud; dos galerías de acceso en Folledo y Buiza (provincia de León) y dos viaductos paralelos sobre el río Huerna en la salida norte de los túneles. Adicionalmente contemplan galerías transversales de conexión cada 400 metros (en total, 29 galerías) y un puesto de parada preferente en el centro de los túneles preparado para situaciones de evacuación ante posibles emergencias.

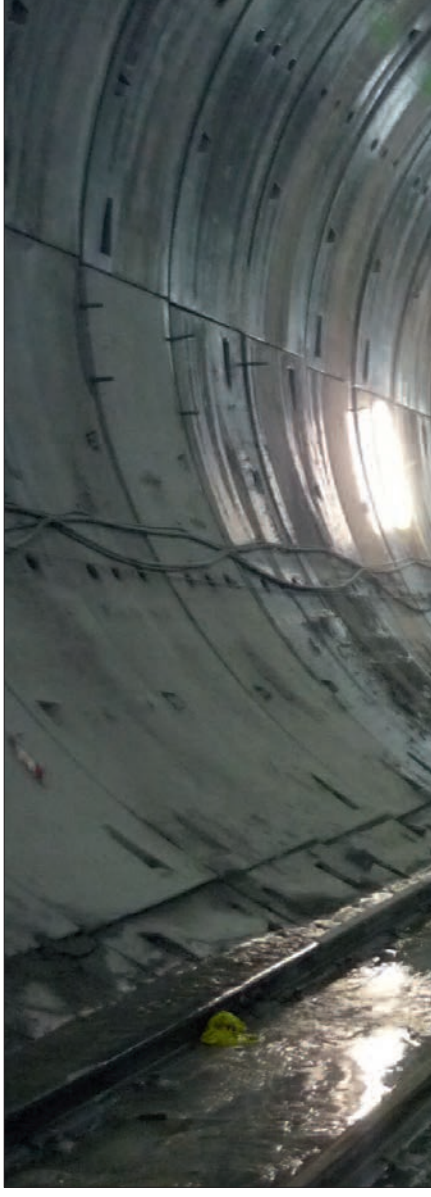
Su ejecución se inició mediante cinco tuneladoras (cuatro para los grandes tubos y la quinta para la galería desde Buiza) entre julio y septiembre de 2005 en la vertiente leonesa y entre abril y julio de 2006 en la vertiente asturiana, a través de terrenos de geología muy compleja, con presencia de gas y abundante agua, con gran cantidad de formaciones (pizarrosas, areniscosas, cuarcíticas y carbonatadas) que los hacían o bien muy blandos o bien muy duros. Las máquinas han generado a su paso por el macizo sendos tubos de sección circular de 8,5 metros de diámetro interior libres y separados 50 metros entre ejes, a los que han revestido con 229.047 dovelas de hormigón armado. El tubo Este se caló el 13 de septiembre de 2008 y el Oeste el 11 de julio de 2009.

Tres de los cuatro lotes están ya completamente finalizados. Se trata de los dos lotes de la vertiente leonesa, La Pola de Gordón-Folledo (9,9 kilómetros del tubo Este y 11 kilómetros del tubo Oeste) y Folledo-Viadangos (dos tubos de 4,2 kilómetros cada uno, más la galería de acceso desde la localidad de Buiza, de 5,5 kilómetros y el puesto de parada preferente), y uno de los lotes de la vertiente asturiana, Viadangos-Telledo/Túnel Oeste (10,3 kilómetros del túnel Oeste, más los dos viaductos sobre el Huerna inmediatos al emboquille).

El último lote, Viadangos-Telledo (Túnel Este), tenía encomendada la misma labor que el lote anterior en el túnel Oeste, aunque también debía ejecutar las galerías transversales entre tubos. Además, la tuneladora que lo ejecutó sufrió distintos problemas en su proceso de avance. Este lote se



Ministerio Fomento



La ministra de Fomento, durante su visita a las obras. Derecha, interior de uno de los túneles de base.

encuentra actualmente al 99,92% de ejecución, por lo que prácticamente está también concluido. Las obras aún en marcha consisten en el remate de la boquilla del túnel y la rehabilitación de vertederos, dentro de las actuaciones de integración medioambiental de la infraestructura.

Actualmente se desarrollan también en el interior de los dos túneles de base una serie de obras complementarias mediante dos contratos (Norte, a lo largo de 4.800 metros, y Sur, en unos 9.800 metros), adjudicados en marzo de 2011, que comprenden trabajos de refuerzo de impermeabilización y drenajes, ejecución de andenes de evacuación y canalización para cableado, además del acondicionamiento de las galerías de Folledo y Buiza. El nivel de ejecución de estas obras se sitúa actualmente en el 20%.

TÚNELES DE PAJARES-POLA DE LENA

Este tramo asturiano, que se inicia en la boca Norte de los túneles de base, discurre a lo largo de 15,3 kilómetros por el municipio de Lena. Su ejecución se ha dividido a su vez en tres subtramos: Túneles de Pajares-Sotiello, Sotiello-Campomanes y Campomanes-Pola de Lena.

El primer subtramo (6,1 kilómetros de longitud) se inicia en la boca Norte de los túneles de base de Pajares y finaliza en Sotiello, en un trazado mayoritariamente soterrado, con plataformas independientes para cada una de las dos vías. Su principal estructura es el túnel de Los Pontones, un bitubo de 5,9 kilómetros de longitud con galerías de conexión entre ambos subterráneos, que fueron ejecutados por dos tuneladoras, obra que finalizó en la primavera de 2010. También in-

Cuidado del medio ambiente

El entorno natural y los espacios que rodean la Variante de Pajares están sometidos a un elevado grado de protección medioambiental, razón por la cual Adif, en cumplimiento de la Declaración de Impacto Medioambiental (DIA), trata de minimizar el impacto de la obra mediante actuaciones encaminadas a proteger la fauna, vegetación y sistemas hidrológicos, la reducción de posibles emisiones contaminantes a la atmósfera y el tratamiento de residuos. El objetivo al término de la obra es dejar el entorno como si el hombre nunca hubiera estado allí.

En una obra de este tipo, en la que el trazado discurre en más de un 75% de forma subterránea, las afecciones medioambientales se reducen al entorno de los emboquilles, al material resultante de la excavación, al tratamiento de las aguas residuales y a la implantación de sistemas auxiliares de la obra. Los mayores condicionantes medioambientales se sitúan en la zona del emboquille Norte, situada en el valle del río Huerna, zona declarada Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) que es habitada por el oso pardo.

La preservación de las aguas del río Huerna, que tienen el máximo nivel de pureza, se ha llevado a cabo mediante un



cluye un viaducto que cruza el río Huerna y que conecta este túnel con los grandes tubos de la variante. Este lote se encuentra actualmente al 98,38% de ejecución, procediéndose estos días a la construcción de los andenes del túnel de Los Pontones.

El segundo subtramo, Sotiello-Campomanes (4,3 kilómetros), también cuenta con plataformas independientes para cada vía. Como elementos singulares figuran los túneles bitubo de Sotiello (909 m en el lado este y 917 en el lado oeste) y Teso (634 m lado este y 661 m lado oeste), así como los viaductos dobles de Sotiello (134 m lado este y 110 m lado oeste, ejecutado mediante cimbra porticada), Teso (363 m lado este y 338 m lado oeste) y el viaducto triple de Campomanes (116 m lados este y central y 82 m lado este). La estructura central de este viaducto, con altura máxima de 20 metros, albergará las dos vías generales de la línea de alta velocidad, mientras que las dos laterales (este y oeste) acogerán el PAET instalado en esta localidad.

Este tramo se encuentra al 75% de ejecución, y actualmente se procede a labores de estabilización de laderas y a la obra del emboquille norte del túnel de Teso.

El tercer y último subtramo, Campomanes-Pola de Lena (4,9 kilómetros), formado por una plataforma única para doble vía y mayoritariamente soterrado, está también finalizado. El trazado incluye los túneles de Vega de Ciego (2.352 metros, con sección de 85 m^2, apto para doble vía, excavado por métodos convencionales) y Pico de Siero (1.613 metros, también con sección de 85 m^2), los viaductos de Foraca (70 metros) y Pola de Lena (126 metros), así como la conexión con la línea convencional León-Gijón junto a la estación asturiana de Pola de Lena. ■

sistema de depuradoras situadas en las bocas de los túneles y en las plantas de fabricación de dovelas, encargadas del tratamiento por decantación y filtrado de las aguas procedentes de los túneles antes de su evacuación al río. Respecto a los materiales excedentes procedentes de los túneles, se han trasladado mediante una cinta transportadora de 1,5 kilómetros de longitud hasta el depósito de La Cortina, al pie de la autopista AP-66, donde gran parte ha sido reutilizado como áridos. Asimismo, se ha evitado el aporte de sólidos a los cauces del río y la expansión de polvo en suspensión.

Una vez terminada la obra se recuperará el paisaje de todo el corredor mediante la plantación de especies autóctonas (avellanos, castaños, robles, álamos, sauces, abedules, tilos, serbal de los cazadores, acebos y cerezos –los frutos de estos dos últimos son el principal alimento de osos y urogallos-). La cifra total de árboles y arbustos a replantar asciende a 637.561 unidades, mientras que también se replantarán 175 hectáreas con cubierta vegetal.

Finalmente, Adif y la Fundación Oso Pardo desarrollan acciones destinadas a contribuir a la recuperación del plantígrado, una especie en extinción, y a la preservación de los ejemplares registrados y de su ecosistema.



EN SERVICIO LA VARIANTE DE FERRERIES EN MENORCA

Un antes y un después

JAVIER R. VENTOSA FOTOS: FERROVIAL

La localidad de Ferreries (Menorca) ha registrado un importante hito en su reciente historia con la entrada en servicio de la variante de la carretera Ciudadela-Mahón, una infraestructura viaria muy demandada por los vecinos que ha permitido extraer miles de vehículos hasta ahora obligados a atravesar el núcleo urbano. Con la nueva variante, financiada por el Ministerio de Fomento en el marco del convenio de carreteras con el Consell Insular de Menorca, el municipio ha ganado en seguridad vial y en tranquilidad.

La nueva variante, que ha incluido la ejecución de un túnel y un enlace, discurre al norte de Ferreries.

La carretera Me-1 cruza Menorca de este a oeste enlazando Mahón y Ciudadela, las dos principales ciudades de la isla, y discurre a su paso por el municipio de Ferreries (4.717 habitantes). Más de 18.000 vehículos en verano y 12.000 el resto del año atravesaban a diario el interior de este núcleo urbano, provocando retenciones de tránsito frecuentes, sobre todo en la época estival, lo que durante años ha provocado una gran incomodidad e inseguridad a sus habitantes. Además, el trazado de la Me-1 presentaba en esta zona unas condiciones precarias, con curvas de escaso radio, elevadas pendientes, anchos de calzada insuficientes y varias intersecciones no canalizadas.

Este escenario ya pertenece al pasado tras la reciente entrada en servicio de la Variante de Ferreries, una carretera convencional de casi 5 kilómetros que discurre al norte del municipio y que elimina la obligada travesía urbana de la Me-1, reducida ahora a una ronda interior. Los automovilistas que cruzan la isla o los que se dirigen a las calas del sur rodean ahora Ferreries por la variante y evitan atravesar esta localidad, aumentando la seguridad del trayecto y disminuyendo los tiempos de desplazamiento entre Mahón y Ciudadela. Para Ferreries, la flamante infraestructura supone "un antes y un después en el devenir de este pueblo", en palabras del alcalde, ya que ha elevado el nivel de seguridad vial y los vecinos han podido recuperar la tranquilidad. Además, supone una dinamización del tejido empresarial de la zona.

La nueva variante fue puesta en servicio el pasado 21 de mayo por la ministra de Fomento, Ana Pastor, para quien esta infraestructura "supone una mejora en la red viaria insular" y "da respuesta a una antigua reivindicación de los vecinos". Esta actuación, con









El túnel, de 252 metros, incorpora un tercer carril en sentido Ciudadela. Debajo, pérgola del semienlace de Mahón y viaducto del enlace de Sant Patrici.



una inversión de 25,1 M€, ha sido financiada por el Ministerio de Fomento en virtud del convenio en materia de carreteras que tiene firmado con el Consell Insular de Menorca. Ha sido el propio Consell el que ha contratado las obras, ejecutadas por una unión temporal de empresas. Los trabajos se han prolongado durante 21 meses.

Características

La variante, con sección transversal formada por dos carriles de 3,5 metros de anchura, arcenes de 2,5 m y bermas de 0,75 m, apta para una velocidad de proyecto de 80 km/h, consta de un tramo de calzada única de 4,8 kilómetros de longitud entre los PK 26+250 y 30+480 de la carretera Me-1. La actuación se divide en dos tramos: el primero, de 1,3 kilómetros de longitud, consiste en una mejora del trazado en planta y alzado de la carretera existente, con la incorporación de un carril para vehículos lentos en los tramos con una pendiente superior al 3%; el segundo, de 3,5 kilómetros, constituye la variante al núcleo urbano.

El límite entre ambos tramos lo constituye la rotonda de cala Galdana, en la que además de la variante confluyen la carretera Me-22 hacia cala Galdana y la actual Me-1 (que ahora ha quedado como acceso oeste a Ferreries), además de los caminos de s'Enclusa y Algendar. En el

El cuidado del entorno

La isla de Menorca, Reserva de la Biosfera desde 1993, dispone de un espacio natural y un paisaje singular que se han preservado casi inalterados. Por ello, durante el planeamiento y la ejecución de la Variante de Ferreries se han dedicado atención preferente a los aspectos medioambientales, buscando una máxima integración de la infraestructura y la minimización de los impactos y afecciones sobre la fauna y los ecosistemas. Así, durante la ejecución se ha implantado un sistema de gestión ambiental y se ha incorporado un programa de vigilancia ambiental. Igualmente, en diversos puntos de la obra se han instalado puntos verdes de recogida selectiva de residuos, que han sido luego tratados.

- **Trazado.** La alternativa de trazado seleccionada es la más adaptada a la orografía de la zona, aquella que menos fragmentación de hábitats genera y la que resulta más acorde con el planeamiento urbanístico y el crecimiento del núcleo de Ferreries.
- **Medio natural.** Se han aplicado medidas de protección del sistema hidrológico mediante el encauzamiento de torrentes y su posterior restauración. El drenaje transversal se ha adecuado como pasos de fauna. También se han repuesto los muros de pared seca afectados por la obra y se ha dispuesto el cerramiento de la carretera mediante esta tipología de muro propia de la isla.
- **Revegetaciones.** Se han aplicado revegetaciones sobre los terrenos afectados para conseguir la integración paisajística de la vía, así como el control de la erosión en desmontes y rellenos de emboquillados del túnel. En concreto, en los terraplenes se han aplicado hidrosiembras con semillas propias de la isla, y en los desmontes y terrazas de los emboquillados del túnel se ha optado por una hidromanta de espesor variable, que acelera la integración de los taludes, dotándoles de una cubierta vegetal con especies autóctonas. También se han plantado 2.843 árboles de reforestación y 7.076 arbustos, tanto en terraplenes y desmontes como en el interior de las rotondas y enlaces.



En los taludes de la boca del túnel se ha dispuesto una cubierta vegetal con especies autóctonas para integrar la infraestructura. Al fondo, Ferreries.

centro del segundo tramo se sitúa el enlace de Sant Patrici, que permite el acceso al polígono industrial de Ferreries mediante ramales de incorporación unidireccionales y rotonda inferior. El cruce de la variante sobre la rotonda se resuelve con un viaducto de 122 metros de longitud formado por un tablero mixto de hormigón y acero de canto constante, de 13,3 metros de anchura.

Entre la rotonda de cala Galdana y el enlace de Sant Patrici discurre un túnel de 252 metros de longitud que incorpora un tercer carril en sentido Ciudadela. El subterráneo consta de un tramo excavado en mina de 160 metros de longitud, ejecutado mediante el nuevo método austriaco, y dos falsos túneles con emboquilles en forma de pico de flauta que suman 92 metros. Su integración en el terreno se ha llevado a cabo mediante la ejecución de muros de pared seca, restituyendo y dando continuidad a las terrazas existentes previas a la realización del túnel.

A la salida del túnel en sentido Mahón se levanta una estructura que permite salvar un torrente y dos caminos de acceso a la zona de Son Blanc. Esta estructura consta de un único vano de 36 metros, formado por un tablero mixto de hormigón y acero corten de canto variable, con anchura de 16,80 metros.

Al final del tramo 2, en el extremo este de la variante, se encuentra el semienlace de Mahón, que únicamente permite los movimientos de entrada y salida hacia esa ciudad a través de la Me-1 existente. El cruce del ramal de entrada bajo la variante, donde se produce un fuerte esviaje del trazado, se ha resuelto mediante una pérgola con un diseño original, marcado por la luminosidad que generan los aligeramientos elípticos en la losa y en los muros.

A lo largo del trazado, y con objeto de garantizar la permeabilidad transversal de la infraestructura, se han construido un total de 10 estructuras (seis pasos inferiores –todos ellos con tipología de cajón armado–, un puente, un viaducto, una pérgola y el acceso Ferreries Este), dotadas de una gran esbeltez, con tableros de canto reducido y materiales que minimizan el impacto visual, con objeto de conseguir la máxima integración paisajística. Igualmente se han ejecutado 11 obras de drenaje transversal (también en su mayoría con tipología de cajón armado), con tratamientos específicos para conseguir su máxima integración ambiental. Asimismo, se ha dado continuidad a los caminos peatonales y de vehículos no motorizados en los enlaces.

En la ejecución del firme se han utilizado mezclas bituminosas que incorporan betunes mejorados con polvo de caucho procedente de neumáticos fuera de uso. La base se ha ejecutado con suelocemento, que proporciona una mayor capacidad portante, sobre explanada E-3 obtenida a partir de suelo estabilizado con cemento. ■

PRINCIPALES MAGNITUDES DEL PROYECTO

Longitud del tronco	4.806 m
Longitud de ramales de enlace	1.208 m
Desmonte	379.171 m^3
Terraplén	292.682 m^3
Pavimento mezclas bituminosas	32.958 Tn
Suelocemento	10.491 m^3
Suelo estabilizado	15.395 m^3
Hormigón	16.030 m^3
Acero en barras corrugadas	1.062 Kg
Acero estructural	1.062.358 Kg
Barrera de seguridad	8.769 m
Puntos de iluminación	123 ud
Cerramiento de muros de pared seca	9.230 m
Árboles y arbustos en reforestaciones	9.919 ud
Hidrosiembras	65.000 m^2
Revegetación mediante hidromantas	42.000 m^2



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
CENTRO DE PUBLICACIONES

ESPAÑA Y PORTUGAL AVANZAN HACIA LA CONSTITUCIÓN DEL BLOQUE SUROCCIDENTAL DEL CIELO ÚNICO DE LA UE

Comprometidos con un reto





La declaración hispano-lusa recoge las líneas maestras del acuerdo para crear el Bloque Funcional Sur-Oeste del Cielo Único Europeo.





R. F.

Las autoridades de Aviación Civil de Portugal y España han formulado mediante una declaración conjunta su compromiso de acuerdo para la constitución del Bloque Funcional de Espacio Aéreo del Sur-Oeste (SW FAB), que se inscribe dentro de los objetivos del programa de Cielo Único Europeo. La futura organización del espacio aéreo europeo en nueve bloques permitirá eliminar las actuales disfunciones que ocasionan un importante sobrecoste económico y ambiental evaluado por la Comisión Europea en más de 1.000 M€ al año.

Etapa tras etapa, la creación del Cielo Único Europeo avanza hacia su principal objetivo: hacer realidad un sistema de navegación aérea integrado y, por consiguiente, más eficaz en el viejo continente. Y España y Portugal han protagonizado un importante paso adelante en ese proceso tras los acuerdos alcanzados entre sus respectivas autoridades de Aviación Civil, el Instituto Nacional de Aviación Civil de



La ministra de Fomento, Ana Pastor, durante la XXV cumbre hispano-lusa, celebrada en Lisboa a principios de mayo.

Portugal (INAC, I.P.) y la Dirección General de Aviación Civil de España.

En virtud de esos acuerdos, que fueron ratificados de manera oficial el pasado 17 de mayo en Madrid y gestados en la cumbre bilateral celebrada ocho días antes en Lisboa, ambos países se han comprometido en una declaración conjunta como paso previo al acuerdo definitivo de constitución del Bloque Funcional para el Espacio Aéreo Sur-Oeste (SW FAB) del Cielo Único Europeo.

Piedra angular

La constitución de bloques funcionales se inscribe plenamente dentro de las distintas iniciativas acordadas por la Comisión Europea para impulsar la creación del Cielo Único Europeo y es, en realidad, una de sus elementos más decisivos a la hora de eliminar las disfunciones, ineficiencias y, en general, elevado coste ambiental y económico que hoy supone el hecho de que la gestión del tráfico aéreo en Europa esté fragmentada en prácticamente otros 27 espacios aéreos diferentes con otros tantos sistemas operativos también distintos. Tiene su precedente más inmediato en el llamado "segundo gran paquete de medidas" para avanzar en la creación del Cielo Único, que se concretaron en el Reglamento 1070/2009, donde se establece que "los bloques funcionales del espacio aéreo son clave a la hora de incrementar la cooperación entre los proveedores de servicios de navegación aérea para mejorar el rendimiento y crear sinergias". En ese mismo Reglamento también se pone de manifiesto que los Estados miembros deben establecer bloques funcionales de espacio aéreo dentro de un plazo razonable.

Además del Bloque Funcional Sur-Oeste (SW FAB), la Comisión Europea tiene defi-



El Cielo Único Europeo pretende crear un sistema de navegación aérea integrado en Europa.



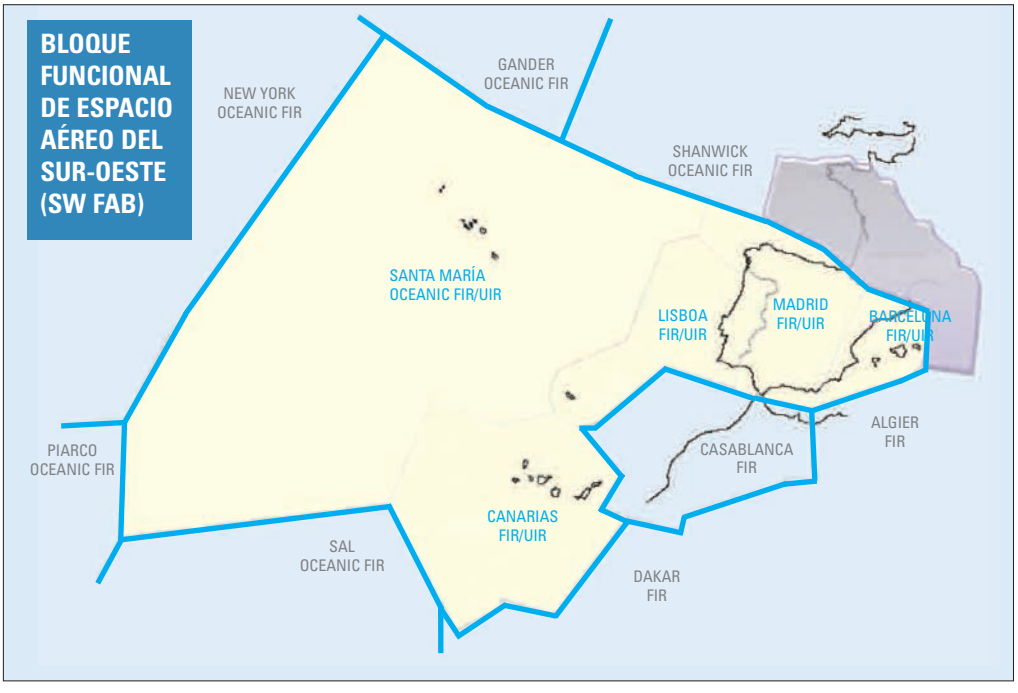
Aeropuertos de Portugal

El Bloque SW FAB que integran España y Portugal es uno de los más estratégicos de los nueve que conforman el Cielo Único Europeo.

nidos otros ocho bloques más: el NEFAB o del Norte, integrado por Estonia, Finlandia, Letonia y Noruega; el NUAC (Centro para el espacio aéreo superior nórdico, con Dinamarca y Suecia); el del Báltico (Polonia y Lituania); el UK-IR (Reino Unido e Irlanda); el FABEC o de Europa Central (Francia, Alemania, Bélgica, Países Bajos, Luxemburgo y Suiza); el FABCE o de Centro-Europa Oriental (República Checa, Eslovaquia, Austria, Croacia, Hungría, Eslovenia y Bosnia-Herzegovina); el del Danubio (Bulgaria y Rumanía), y el BLUE MED (Italia, Grecia y Chipre, además de los asociados Egipto, Túnez y Albania, más Líbano y Jordania como observadores.

Avances y mejoras

La reestructuración de la gestión del tráfico aéreo en esos nueve bloques funcionales permitirá avanzar hacia un



Los grandes retos del Cielo Único Europeo

El programa de Cielo Único Europeo tiene trazados una serie de objetivos en el corto y medio plazo, entre los que destacan los siguientes:

- Gestionar más de 37.500 vuelos diarios antes de concluir 2013.
- Incrementar la seguridad, la calidad y la puntualidad para los usuarios de los servicios aéreos
- Disminuir los consumos de combustible, reduciendo cada año unos 16 millones de toneladas de emisiones de CO_2.
- Mejorar los rendimientos económicos de los operadores de vuelos, que podrán reducir sus costes en más de 2.000 M€ anuales.
- Incrementar un 35% la capacidad de gestión del tráfico aéreo europeo hasta lograr el control diario de unos 50.000 vuelos.



La creación del Bloque Funcional SW FAB entre España y Portugal es clave para mejorar la gestión del tráfico aéreo en esta zona de Europa.

sistema de transporte aéreo integrado y, por tanto, más eficaz, permitiendo una importante mejora en los servicios de navegación aérea. Según las estimaciones de la propia Comisión Europea, el sobrecoste derivado de la actual fragmentación en la gestión del espacio aéreo comunitario supone unos 1.000 M€ al año.

La declaración conjunta firmada por las autoridades de Aviación Civil de España y Portugal recoge las líneas maestras del acuerdo para la constitución del bloque Funcional Sur-Oeste, que además de la delimitación de su espacio aéreo, deberá recoger todos los aspectos relativos a sus competencias en materia de seguridad operacional y prestación de servicios de navegación aérea. En la declaración conjunta se contempla también que las autoridades militares de ambos países se integren en la estructura de gobierno del Bloque, considerando esencial su participación en la elaboración del acuerdo.

Para completar el alcance de la declaración conjunta hispano-lusa, la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) y el INAC, I.P. se comprometieron también mediante acuerdo a definir y desarrollar las tareas de supervisión que conllevará la futura constitución del Bloque Funcional. Todas las mesas previas a ambos acuerdos han contado también con la participación de expertos tanto por parte de los proveedores de servicios de navegación aérea, como Aena por España y Nav por Portugal, como de los servicios meteorológicos aeronáuticos. ■



Beneficios del Bloque Funcional

El Bloque Funcional del Sur-Oeste, integrado por Portugal y España, se considera uno de los más estratégicos de los nueve que conforman el proyecto de Cielo Único Europeo, tanto por su situación geográfica como por sus conexiones con América y África. En total y a lo largo del año, en el espacio aéreo de ambos países se registran más de dos millones de vuelos. Ese gran número de vuelos ha permitido a Aena y Nav Portugal definir y agrupar diferentes proyectos operacionales a desarrollar en los tres próximos años, los más prioritarios, y otros más a partir de 2015, que significarán importantes ahorros en costes y en emisiones de CO_2.

MUSEO DEL FERROCARRIL



www.museodelferrocarril.org

MUSEO DEL FERROCARRIL
Fundación de los Ferrocarriles Españoles

Paseo de las Delicias, 61
28045 Madrid



EL TREN AL ANDALUS VUELVE A SURCAR LOS PAISAJES MÁS MONUMENTALES DE ANDALUCÍA

Un tren de lujo



R. F. Fotos: Feve

Tras permanecer casi ocho años retirado de las vías, el tren Al Andalus, un auténtico hotel de cinco estrellas sobre raíles, ha regresado con todos sus atractivos renovados, dispuesto a recuperar su lugar de privilegio entre los cinco mejores trenes turísticos del mundo. Para ello, Ferrocarriles de Vía Estrecha (Feve) ha hecho una firme apuesta restaurando los elegantes coches de los años 20 del pasado siglo y conjugando su lujo con todas las comodidades del siglo XXI.

El mítico tren Al Andalus ha vuelto a circular por su impresionante ruta, la que engarza algunos de los parajes y ciudades más bellas de Andalucía. El pasado 6 de mayo fue el día de su primer viaje comercial tras un largo proceso de restauración de sus coches y de puesta a



El tren Al Andalus estacionado en la terminal de Granada, con Sierra Nevada al fondo.



El pasaje visita las ciudades renacentistas de Úbeda y Baeza. En la imagen, claustro de la Universidad Santísima Trinidad (s. XVI) de Baeza.

punto de sus equipos humanos y técnicos. Tras adquirirlo a Renfe, Feve, empresa que cuenta con gran experiencia en la explotación de otros trenes turísticos tan consolidados como El Transcantábrico Gran Lujo, El Transcantábrico Clásico y El Expreso de La Robla, procedió a una minuciosa rehabilitación de los coches del Al Andalus original, que descansaban en un rincón apartado de las cocheras de la estación sevillana de Santa Justa. Para la realización de esos trabajos, Feve ha contado con la colaboración de una serie de empresas de acreditada trayectoria en la recuperación de trenes y coches de época. Así, la empresa asturiana Fenit Rail ha sido la encargada de recuperar los coches-cama, mientras que la rehabilitación y acondicionamiento de los cuatro coches-salón y del coche de servicio se llevó a cabo en los talleres sevillanos de Integria, la división de



Biblioteca (en la imagen), conexión a Internet o TV son algunas de las opciones de ocio a bordo.

Breve historia

El Al-Andalus dio comienzo a sus viajes como tren de lujo en el año 1985, gestionado por Renfe, con el doble objetivo de promocionar Andalucía y contribuir a renovar la imagen de la compañía. Su explotación comercial sufrió, no obstante, distintos altibajos, con una etapa de decadencia hacia el año 2000 que le condenó finalmente al dique seco en 2004. Inicialmente tenía capacidad para cien viajeros y su composición estaba formada por hasta once coches, que luego quedaron reducidos a cinco más los auxiliares. Al comienzo los viajes partían de Madrid, hasta que en los años 90 se decidió que el recorrido discurriera íntegramente por tierras andaluzas. En el momento de su suspensión en el año 2004 el precio de la suite doble era de 4.000 €.



El tren Al Andalus, que interrumpió sus viajes en el año 2004, ha regresado a las vías andaluzas el pasado mes de mayo.

fabricación y mantenimiento de trenes de Renfe, que ha sido también la encargada de coordinar y ultimar la definitiva puesta a punto del tren Al Andalus junto a técnicos de Adif.

Joyas rodantes

Entre esas *joyas* ahora recuperadas están cuatro suntuosos coches-salón de los años 20 procedentes de la Compañía Internacional de Coches Cama. Bajo los nombres de *Giralda*, *Medina Azahara*, *Alhambra* y *Gibralfaro*, Feve les ha devuelto todo el esplendor de su atmósfera *Belle Époque*. En el nuevo tren Al Andalus, dos de ellos (*Alhambra* y *Gibralfaro*) albergan sendos restaurantes y los otros dos, un coche-bar (*Giralda*) y un coche-salón de té (*Medina Azahara*). Concebidos como zonas comunes, estos coches-salón acogen las actividades gastronómicas, con una oferta de ocio (actuaciones musicales) o espacios donde tomar una copa, charlar, leer o admirar el paisaje, todo ello a disposición del cliente las 24 horas del día. El viajero puede encontrar en ellos una cuidada biblioteca, conexión gratuita a Internet o televisión con una amplia selección de películas y documentales.

Alojamientos

También forman parte del nuevo tren Al Andalus otros cinco coches WagonLits 16X3500 y dos unidades WL 12X3550. En total, además de los cuatro coches-salón, el tren consta de otros siete coches-*suite*, con capacidad para 64 personas alojadas en sus 32 confortables *suites*. De ellas, 20 son *suites* de categoría superior, con cama matrimonial 150 x 200 cm, minibar, caja fuerte, armario ropero y un amplio cuarto de baño completo. En su interior se pue-



Las elegantes suites del tren ofrecen todo tipo de comodidades al pasajero.

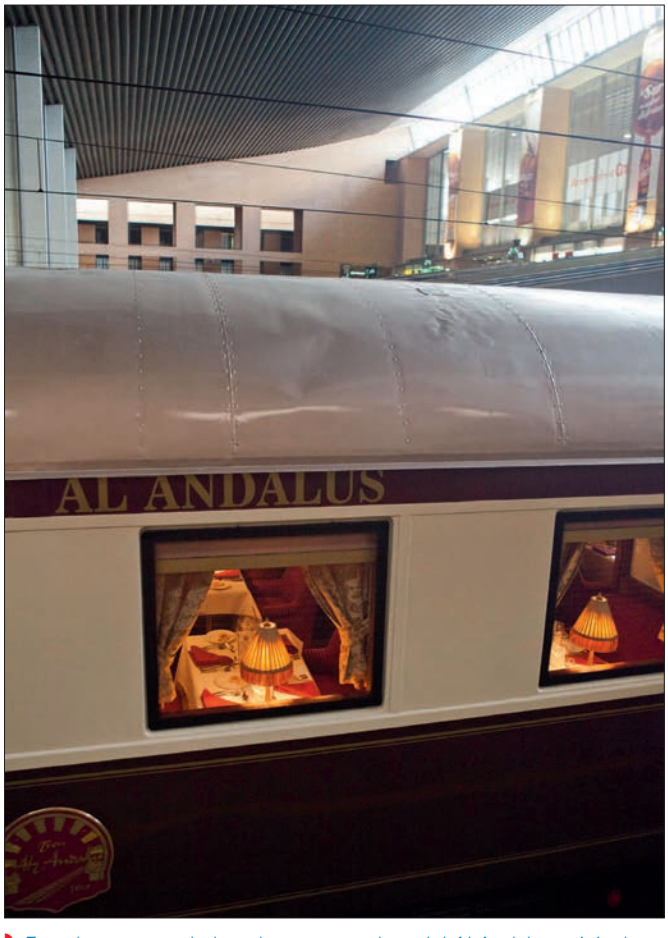


Patio de los Arrayanes o de la Alberca, en la Alhambra de Granada, uno de los monumentos que se visitan durante el viaje.

de disponer también de cama supletoria; las camas se pueden transformar en sofás para configurar un cómodo salón. Las otras 12 *suites* de categoría estándar disponen de dos camas individuales, caja fuerte, minibar, armario ropero y cuarto de baño independiente. Las camas también pueden plegarse para convertirse en sofás y el espacio en salón. Decoradas todas ellas con esmerada elegancia, las habitaciones ofrecen toda clase de comodidades y garantizan al viajero el descanso nocturno, pues el tren siempre permanece estacionado hasta la reanudación del viaje en la mañana. Tanto las habitaciones de tipo superior como las estándar están climatizadas con reguladores independientes y equipadas con conexiones eléctricas de 220 voltios.

Incluido en el viaje

- Autocar para desplazamiento desde la estación a los lugares de visitas guiadas o restaurantes.
- Entrada para los monumentos y visitas programadas.
- Servicio de seguridad y atención médica coordinada con centros sanitarios en ruta.
- Bufé libre en desayunos.
- Comidas y cenas con vinos, café o infusiones y licores.
- Actuaciones musicales.
- Prensa diaria y revistas.



Feve ha restaurado los elegantes coches del Al Andalus original.

La ruta

El tren Al Andalus inicia y concluye su periplo en la capital hispalense. El viaje tiene una duración de seis días/cinco noches. Durante la primera jornada, el tren recala en Córdoba, con visita guiada a la ciudad califal y sus principales monumentos, cena en un restaurante típico y pernoctación en el tren, que permane-

Fechas de salida y precios

- Salidas desde Sevilla en 2012
  - 6, 13, 20 y 27 de mayo
  - 3, 10, 17 y 24 de junio
  - 16, 23 y 30 de septiembre
  - 7, 14, 21 y 28 de octubre
  - 4, 11, 18 y 25 de noviembre
  - 2 de diciembre
- Tarifas 2012 (IVA incluido)
  - *Suite* doble estándar
    - Precio en doble: 2.500 €/ persona.
    - Precio en individual: 3.500 €.
  - *Suite* doble superior
    - Precio en doble: 2.950 €/ persona
    - Precio en individual: 4.150 €
    - Suplemento triple: 1.000 €

ce estacionado en la estación de Adif. Al día siguiente, la ruta sigue curso arriba del Guadalquivir, hasta Linares, donde aguarda el autocar de lujo para llevar a los viajeros hasta la loma de Úbeda y las ciudades renacentistas de Úbeda y Baeza. La tercera y cuarta jornadas transcurren en Granada, con un programa que incluye visitas a la Alhambra, el Albaicín y a un tablao flamenco. Al cuarto día, tras desayunar a bordo, el Al Andalus se dirige a Ronda, con visitas y comida en esta localidad serrana. A la tarde se prosigue viaje hasta Cádiz, y al quinto día se hace escala en Jerez de la Frontera, donde, además de visitar algunas bodegas y la escuela ecuestre, se toma el autocar con destino a Sanlúcar de Barrameda para visitar el Parque Nacional de Doñana y remontar en barco parte del tramo final del Guadalquivir. De regreso al tren, en Jerez, a la noche espera al viajero una fiesta de fin de viaje. A la mañana siguiente, mientras se desayuna a bordo, el Al Andalus cubre su último tramo con destino a Sevilla, donde se realiza una visita guiada durante la última mañana. ■







En el interior de los vagones aún se respira la atmósfera de la Belle Époque.



EXPOSICIÓN 'PUENTES ARCO EN ESPAÑA'

Conectando orillas

JAVIER R. VENTOSA FOTOS: CABALLERO

La Arquería de Nuevos Ministerios acoge, hasta el próximo 15 de julio, la exposición 'Puentes arco en España', un recorrido didáctico por las distintas tipologías y sistemas constructivos de este tipo de estructuras de ingeniería desde la época romana hasta mediados del siglo XX.



Arco lateral del viaducto de Martín Gil en el embalse de Ricobayo (Zamora).



Arcos centrales del puente romano de Alcántara (Cáceres).



Vista parcial de una de las salas de la exposición.

El Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (Cehopu) del Cedex presenta en la sala de la Arquería la primera exposición de carácter monográfico sobre los puentes en España. La muestra exhibe, a través de paneles con textos explicativos, fotos, grabados y maquetas pertenecientes a la Colección de Historia de las Obras Públicas del Cedex, un conjunto de realizaciones –los puentes de arco– que conforman una parte muy destacada del legado hispano en el campo de la ingeniería civil, un patrimonio que es comparable al artístico o al literario aunque, sin duda, mucho menos conocido.

La exposición propone una inmersión histórica en la evolución de unas estructuras destinadas a servir como elemento de conexión entre las dos orillas del cauce de un río o de un valle, y que están presentes en la geografía española prácticamente desde la invención del arco. Su espacio cronológico abarca desde la Hispania romana hasta el año 1957, cuando la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos se integró en la Universidad Politécnica. Entre medias, un heterogéneo conjunto de obras, con predominio del arco de medio punto, organizadas cronológicamente en cinco épocas: puentes romanos, puentes medievales, puentes de fábrica de los siglos XVI al XIX, puentes de hierro y acero, y puentes de hormigón estructural.

Puentes romanos

Abre la exposición una visión de las técnicas constructivas romanas. Los romanos no inventaron el arco, pero sí se distinguieron por aprovechar mejor sus cualidades para realizar grandes luces, especialmente como solución estructural en los puentes. En España dejaron notables muestras de robustos puentes de arco que, al rebajar el número de pilas a construir en el cauce, permitían salvar luces mayores.

El método constructivo estaba estandarizado en todo el imperio. Erigían primero las pilas, cimentándolas en seco mediante un recinto impermeable formado por tablestacas del que achicaban el agua. Elevadas las pilas hasta los arranques del arco, se colocaba la cimbra, estructura provisional de madera sobre la



Maqueta del puente romano de Alcántara (Cáceres), estructura de época imperial que fue reconstruido entre 1850 y 1860.

que se alineaban las dovelas de piedra que conformaban el arco. Una vez apoyada la dovela central o clave, el arco era ya una estructura autoportante, por lo que se podía retirar la cimbra. Los paramentos estaban formados por sillería y las bóvedas se rellenaban de cantos y cemento.

Del elevado número de puentes romanos erigidos en España la exposición se detiene en el de Alcántara (Cáceres), al que Carlos Fernández Casado, maestro de ingenieros, calificó como "el puente por excelencia, pues define no solo un estilo de puente, sino el puente como estilo constructivo". Esta estructura, levantada en el siglo II para comunicar las provincias de Hispania y Lusitania sobre el Tajo, aparte de su monumentalidad y buen estado, destaca por unas pilas desacostumbradamente elevadas que, sin embargo, han demostrado su necesidad dadas las crecidas cíclicas del río.

Con casi 186 metros de longitud y 44 de altura, se trata de una fábrica con seis bóvedas de cañón de sillería almohadilladas, con una pila en medio del cauce del río, de la que arrancan los dos arcos centrales, con luces de 28,80 y 27,40 metros, las mayores de un puente hispanorromano todavía en pie, y casi en el límite de lo que los ingenieros se atrevían a salvar entonces utilizando bóvedas de medio cañón.

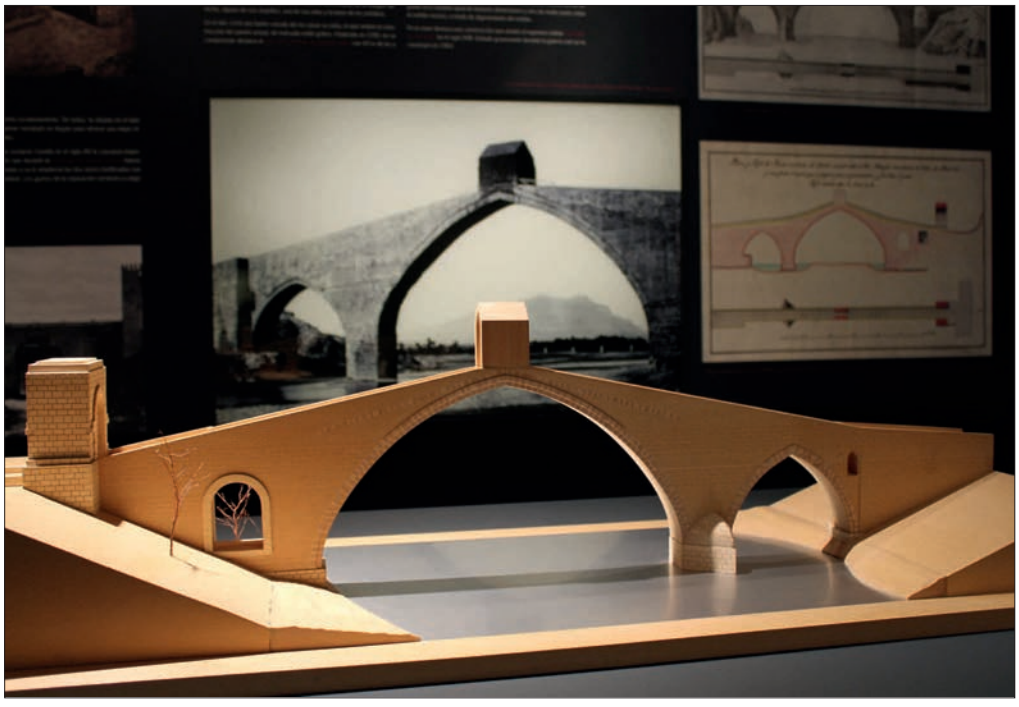
El puente aguantó intacto más de catorce siglos hasta convertirse en objetivo bélico dada su estratégica situación fronteriza con Portugal, por lo que resultó dañado. En 1856, durante el reinado de Isabel II, fue reconstruido –básicamente se rehizo el segundo arco, el contrafuerte de la pila central y se reformaron los otros cinco arcos y pilas– y así ha llegado hasta nuestros días.



Puente de peregrinos de Puente la Reina sobre el Arga (Navarra), prototipo de puente medieval.

Puentes medievales

Tras la caída de Roma, la ausencia de un poder político fuerte significó en España un gran retraso en la construcción de obras públicas. Con el paso del tiempo, las vías romanas dieron paso a caminos medievales y comenzaron a erigirse



Maqueta del puente de Martorell o del Diablo (siglo XIII), de fachada medieval .

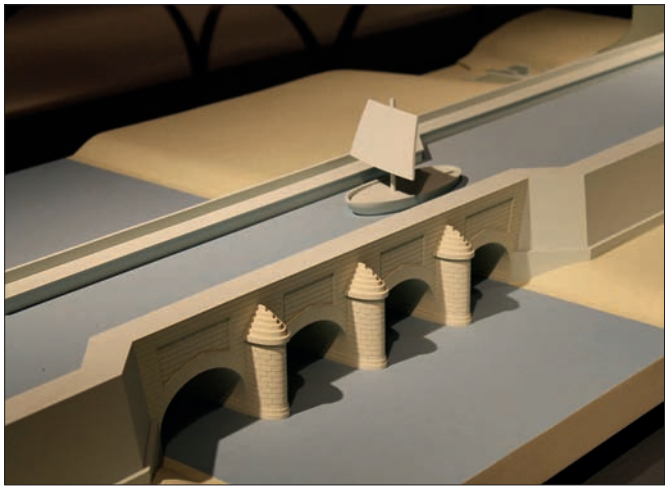
nuevos puentes. Pero eran estructuras distintas, ya que el arco de medio punto romano dio paso a otro ojival en su mayoría de tres centros, que originaba rasantes de doble inclinación (lomo de asno), con arcos de distintas luces y frecuentes cambios de alineación, lo que les daba una imagen un tanto desordenada. A menudo, los puentes medievales se remataban con torreones o puertas fortificadas.

Aunque quedan muchos ejemplos en España de este tipo de puentes, la exposición centra su atención en cuatro: Martorell, Puente la Reina, Besalú y San Martín. El primero, erigido en 1290 en Martorell (Barcelona) sobre el río Llobregat, es uno de los grandes exponentes del puente gótico, con su gran arco ojival de 43 metros de luz y 21 de altura, dimensiones tan importantes para su época que originaron la leyenda de haber sido construido por el diablo en una sola noche, razón por la que también es conocido como puente del Diablo. Cuenta con un segundo arco ojival de menores dimensiones y otro de medio punto. Este puente fue reconstruido en 1963 tras sufrir diversos daños durante la Guerra Civil.

Algo anteriores en el tiempo –siglos XI y XII respectivamente– son los puentes de Puente la Reina y Besalú. El primero, sobre el río Arga en Navarra, es una obra muy sencilla y de factura impecable gracias a la limpieza de sus formas, que sirvió para el paso de peregrinos hacia Santiago. Consta de seis arcos de medio punto, a base de sillería, de 25 metros de luz el mayor de ellos, y unos robustos tajamares, que recuerda por varios rasgos a los puentes romanos. El de Besalú, que salva el río Fluxá en Girona, es



Maqueta del puente urbano de San Martín en Toledo (s. XIII).



Maqueta del puente acueducto del Jalón (1782) del Canal de Aragón.

un puente de sillería y mampostería, con ocho bóvedas de cañón, apuntadas y desiguales, y dos arquillos de aligeramiento, con rasante horizontal. Ha sido reconstruido hasta en tres ocasiones, siendo fortificado mediante una torre a finales del siglo XIV.

Tanto este último como el de San Martín en Toledo son ejemplos de puentes urbanos. El de San Martín, erigido a finales del siglo XIII en una cerrada muy encajada sobre el Tajo, es un puente de sillería que destaca por su arco central, ligeramente apuntado, flanqueado por dos arcos menores, y con las pilas reforzadas. En el siglo XIV, tras sufrir diversos daños, fue reconstruido.

Siglos XVI-XIX

Durante el reinado de los Austria (siglos XVI-XVII), la monarquía hispánica impulsó la construcción de obras públicas, ejecutándose buen número de puentes, que financiaba la corona mediante la exención de impuestos. Construidos por ingenieros reclutados entre los mejores de Europa, sus técnicas resultaban poco usuales en nuestro territorio, como es el caso de los puentes de barcas. No obstante, los puentes destinados a un paso permanente siguieron haciéndose de fábrica.

De este periodo se conservan ejemplos muy notables, de buenas sillerías, con arcos generalmente de medio punto. El puente urbano pasa a ser seña de identidad de muchas ciudades españolas, como reflejan los madrileños puentes



Wikipedia

Puente de Segovia sobre el Manzanares en Madrid (1574-1584), proyectado por Gaspar de la Vega y Juan de Herrera.

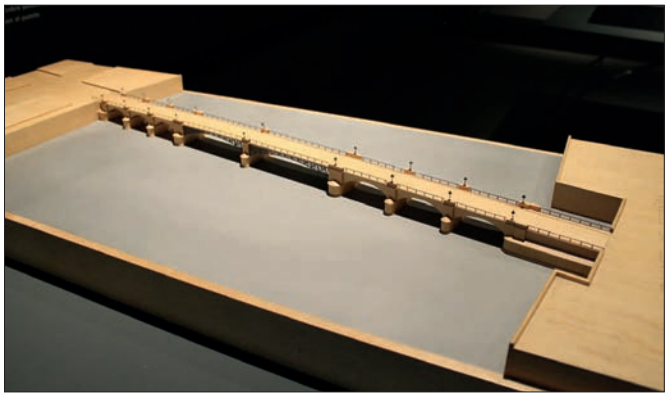
de Segovia (1574-1584) y de Toledo (1717-1735) sobre el río Manzanares –ambos de aspecto monumental, de longitudes de 180-185 metros–, el valenciano puente del Real (1598) –diez bóvedas apuntadas de sillería para una longitud total de 171 metros sobre el cauce del Turia– y, más tardío (1876), el puente de Isabel II en Bilbao, con tres arcos de sillería de entre 18 y 19 metros de luz, levantado para dar servicio a la línea de ferrocarril Bilbao-Tudela.

Casos originales son dos puentes levantados a finales del siglo XVIII con motivo de la construcción de grandes obras públicas como fueron el Canal de Castilla y el Canal Imperial de Aragón: los puentes acueducto de Abánades, en Osorno (Palencia), y del Jalón, en Alagón (Zaragoza), respectivamente. En ambos casos se trata de fábricas de sillería con cuatro bóvedas en el primer caso y cinco en el segundo, de longitudes cercanas a los 50 metros y alturas de 9 metros.

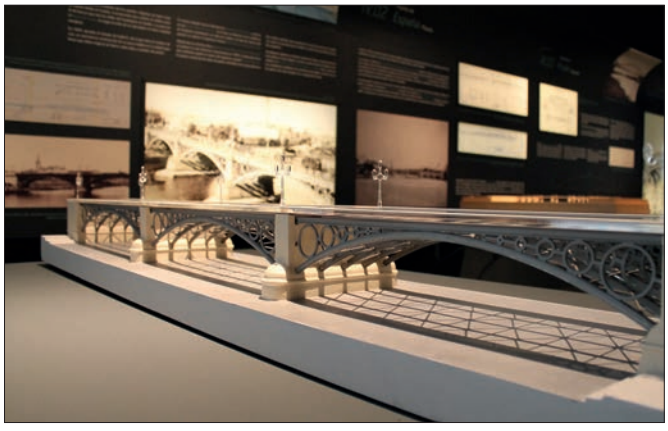
Notables son igualmente el puente de Almaraz sobre el Tajo en Cáceres (dos imponentes arcos de 32 y 38 metros de luz, bóveda que fue la mayor de la Península hasta el siglo XVI), el de Zuazo en la Isla de León, en Cádiz, y el puente de Molins de Rei (Barcelona), estructura de 340 metros de longitud formada por



Maqueta del puente de Prado sobre el Pisuerga en Valladolid (1865).



Maqueta del puente de España sobre el Pasig en Manila (1875).



Maqueta del puente de Triana sobre el Guadalquivir en Sevilla (1845-1851).

15 arcos, levantada en el siglo XVIII por orden de Carlos III y que no ha llegado hasta nuestros días tras ser demolido en los años 70 del pasado siglo.

Puentes de hierro y acero

Si a lo largo de los siglos los puentes permanentes se habían erigido invariablemente en piedra, la Revolución Industrial trajo consigo la utilización masiva de nuevos materiales, como el hierro, con mayor flexibilidad respecto a la piedra en cuanto a los tipos estructurales que pueden adoptar. En una primera etapa se recurrió a la adaptación de modelos propios de la construcción en piedra o madera con arcos que imitaban dovelas de fundición o celosías, pero luego fueron evolucionando. El primer gran puente de hierro se erigió en Coalbrookdale (Inglaterra) en 1779.

En España, los nuevos materiales y sistemas constructivos asociados, que garantizaban rapidez de ejecución y economía de medios, fueron acogidos con entusiasmo por ingenieros y constructores. Fruto de ello es la profusión de modelos y patentes de puentes metálicos que poblaron el panorama de la ingeniería civil española desde los años centrales del siglo XIX. El más antiguo, el de Triana, se construyó en 1851 para salvar el Guadalquivir mediante una estructura de arcos de hierro en tres tramos sobre pilas y estribos de piedra, con un perfil elegante y ligero que será característico de estas estructuras.

La exposición destaca varios ejemplos más de esta importante época constructiva. El puente de Prado sobre el Pisuerga (Valladolid) proyec-



Viaducto de Pino sobre el Duero (1897-1914), proyectado por José Eugenio Ribera.

tado por Lucio del Valle, un arco de celosía que salva el río en un solo tramo, fue pionero en España en utilizar el sistema Bowstrings, un modelo que trabaja verticalmente sobre los apoyos, facilitando la cimentación. También fue un adelantado el puente de España sobre el Pasig en Manila (Filipinas), de 1875, una estructura de fábrica y hierro combinados, con los dos arcos centrales de hierro y los seis restantes de fábrica, que fundó los arranques y las obras de fábrica sobre pilotes metálicos para resistir las avenidas del río y los terremotos de la zona.

Otro modelo es el puente de El Grado sobre el río Cinca cerca de Barbastro (Huesca), que salva un imponente barranco mediante un único vano de 68 metros de luz apoyado sobre estribos de sillería a 38 de altura sobre el cauce. Su solución recuerda al que entre 1897 y 1914 proyectó y construyó Eugenio Ribera para salvar un hondo barranco socavado por el río Duero en Pino (Zamora), mediante un arco de forma parabólica de 120 metros de luz situado a una altura máxima de 90 metros, montado en voladizo, que fue el de mayor altura y luz de su época en España. También encuentra su hueco en la exposición el puente sobre el río Ebro en Tortosa (Tarragona), estructura de tres vanos, con arcos atirantados sistema Langer, que fue el primero de España en utilizar la electrosoldadura para realizar las uniones.

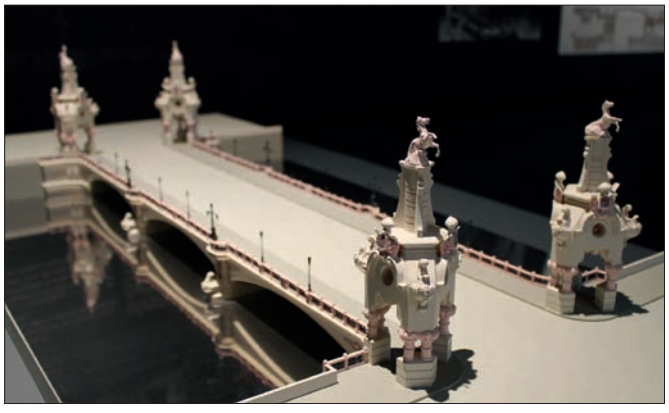
Puentes de hormigón

Aunque las estructuras metálicas continúan vigentes hasta nuestros días, el material más característico de la primera mitad del siglo XX, y aún todavía, es el hormigón estructural (ya sea armado, pretensado o en masa). España vivió una auténtica edad de oro durante la posguerra en el empleo de este material, cuya propiedad más singular es su facilidad para ser moldeado en obra o en taller dentro de un encofrado, adecuándose a las formas constructivas pertinentes.

Junto al novedoso material, en lo concerniente a la construcción de puentes en hormigón se introdujeron, en los primeros años del siglo XX, las innovaciones constructivas más relevantes. Como la incorporación de armaduras rígidas en los arcos que, actuando como autocimbras, evitaban el uso de las costosas cerchas de madera. O el empleo en el descimbramiento de los arcos de hormigón de gatos hidráulicos, que permitía eliminar tensiones no deseadas. Con todo, la mayor aportación a la técnica del hormigón estructural vino de la mano del ingeniero francés Eugène Freyssinet, quien en 1928 patentó el revolucionario pretensado, un nuevo material o técnica, según se mire, que evita la retracción y fluencia del hormigón, permitiendo su mayor resistencia. Una de sus ventajas fue que permitía la construcción de puentes, con luces moderadas, mediante vigas prefabricadas y sin necesidad de cimbra.



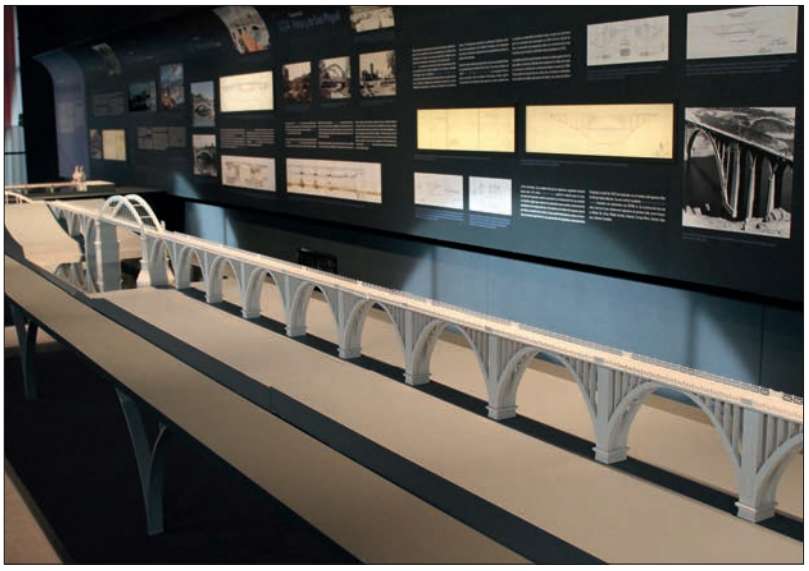
Puente de El Grado sobre el Cinca cerca de Basbastro (1863).

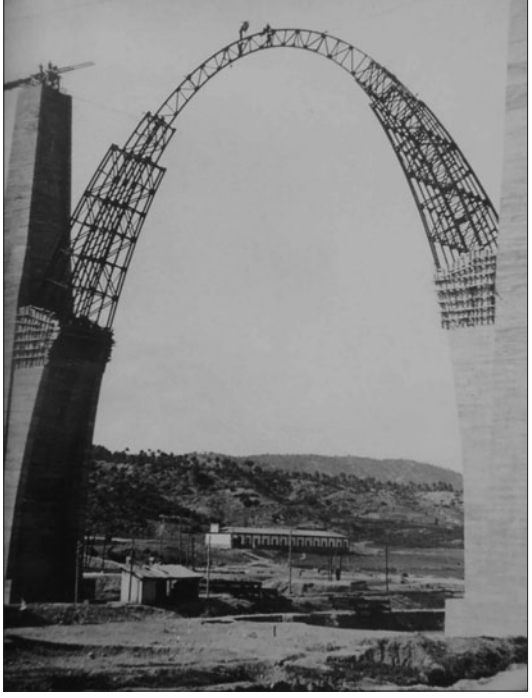


Puente de María Cristina sobre el Urumea en San Sebastián (1901-1914).



Maqueta del viaducto de Torres-Quevedo sobre el Narboneta (1933-1947).



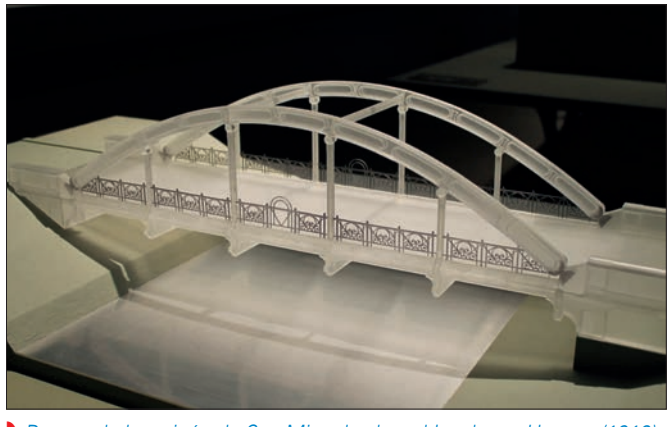


Vera Nosty

Maqueta del puente del Pedrido sobre la ría de Betanzos, en A Coruña (1922-1942). Dcha., cierre en clave de la armadura de un arco del viaducto Torres-Quevedo.

Varios nombres propios, como rememora la exposición, fueron abanderados del hormigón estructural en la ingeniería de puentes en España, entre ellos Gabriel Rebollo, autor del puente de la Peña en Bilbao (1902), primer puente arco español con el nuevo material. José Eugenio Ribera fue el gran introductor del hormigón armado en nuestro país y demostró sus posibilidades al levantar grandes arcos de hormigón sin necesidad de construir cimbras, como reflejan el puente de Golbardo sobre el Saja en Cantabria (1902), una estructura de dos arcos ligeros de 30 metros de luz, o sus clásicos puentes arco en entorno urbano, el Reina Victoria sobre el Manzanares en Madrid (1908) y el María Cristina sobre el Urumea en San Sebastián (1914). Este último fue pionero en la cimentación con pilotes de hormigón armado.

En el recorrido por este periodo la exposición se detiene en otros insignes ingenieros, como César Villalba (que colaboró en los más importantes puentes levantados entre los años 30 y 50 del pasado siglo en España, entre ellos el puente del Pedrido sobre la ría de Betanzos, en A Coruña, con un vano central de 75 metros que fue el tercero de mayor luz del mundo); Francisco Martín Gil (que proyectó junto al anterior el viaducto del mismo nombre sobre el pantano de Ricobayo, en Zamora, un impresionante arco de hormigón de 209 metros de luz, récord mundial de la época, y que es un compendio de los sistemas más innovadores de la época); Gonzalo Torres-Quevedo (proyectista del puente sobre el río Narboneta en la línea férrea Aranjuez-Cuenca por Utiel), y Carlos Fernández Casado (que llevó a cabo aportaciones propias a la construcción en hormigón armado y pretensado en los ámbitos teórico y práctico, de los que la exposición recoge el puente de Mérida sobre el Guadiana). ■



Puente de hormigón de San Miguel sobre el Isuela, en Huesca (1912).



Viaducto Martín Gil sobre el pantano de Ricobayo, en Zamora (1932-1942).

Baluarte de la independencia

Buena parte de los puentes deben a su situación un carácter estratégico, pero pocos en España han tenido la trascendencia histórica que, debido a su emplazamiento, tuvo el puente de Zuazo en la época napoleónica. Esta estructura, con un origen remoto, constituye la unión entre la isla de León (San Fernando) y Puerto Real, en Cádiz, y se tiene constancia de que fue fortificada al menos desde 1580. En los siglos XVII y XVIII el puente fue nuevamente fortificado mediante la adhesión de formas adelantadas, cortinas, caballeros, foso, baterías y baluartes hasta convertirse en una verdadera plaza fuerte que cerraba el acceso hacia Cádiz. Entre la primera y segunda décadas del siglo XIX el ejército español al mando de Diego de Alvear y Ponce de León, parapetado en el puente, rechazó las acometidas de las tropas francesas que sitiaron la isla y la ciudad de San Fernando. Desde febrero de 1810 hasta agosto de 1812 el lugar se convirtió en el último reducto de la independencia española. En sus inmediaciones se redactó y aprobó la primera Constitución española, de la que se acaba de conmemorar el bicentenario de su promulgación.

Revista del Ministerio de

Fomento





PUENTES, FUENTES Y HOSPITALES EN EL CAMINO DE SANTIAGO

MONOGRÁFICO
JULIO-AGOSTO
2010









GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

RESERVE SU EJEMPLAR EN TELF.: 91 597 6478 / 6449
Por fax: 91 597 61 86 (24 horas).
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es





Izda., carta de Isabel la Católica al prior de Guadalupe (1848) y carta de Leandro Fernández de Moratín. Arriba, entrega de una carta, según grabado de Francisco Muntaner (1777).

LA BIBLIOTECA NACIONAL DEDICA UNA EXPOSICIÓN A LA HISTORIA DE LA CARTA EN ESPAÑA

En la hora del adiós, hasta siempre

R. F. Fotos: Biblioteca Nacional

"Me alegraré que al recibo de esta. Cinco siglos escribiendo cartas" es el título de la exposición organizada por la Biblioteca Nacional que, a través de sus propios fondos, recorre cinco siglos de historia de la carta y de la correspondencia epistolar en España. Cartas manuscritas de Quevedo, Santa Teresa, García Lorca, Valle Inclán, o sencillas tarjetas postales remitidas por emigrantes, muestran la evolución de la comunicación epistolar desde el siglo XVI hasta nuestros días, cuando el correo electrónico está cambiando de manera definitiva sus tiempos y modos.





Arriba, portada de un tratado del oficio de secretario y Cartas de Santa Teresa de Jesús. Izquierda, grabado de Durero de un cartero real.

A punto de convertirse ya en una reliquia de otros tiempos, la carta, manuscrita y en papel, es la protagonista de una singular exposición organizada por la Biblioteca Nacional cuando se conmemoran trescientos años de su fundación. La muestra, que se exhibe en las salas del Museo de la Biblioteca, permanecerá abierta hasta el próximo 17 de junio. En palabras de su comisario, Antonio Castillo Gómez, profesor titular de Historia de la Cultura Escrita en la Universidad de Alcalá, la exposición pretende "mostrar cómo ha evolucionado la escritura de misivas y de otros productos similares, como puede ser el caso de las tarjetas postales".



Desde el alfabeto

Las tablillas de arcilla halladas en la Antigua Mesopotamia y Egipto prueban que el envío de mensajes escritos es al menos tan antiguo como los primeros alfabetos de las civilizaciones asentadas en esos territorios. Pero apenas pocos siglos después, el género epistolar cobraría plena dimensión literaria en la Grecia clásica y, especialmente, bajo el Imperio romano. Séneca, Horacio o Cicerón fueron algunos de sus más consumados maestros. En la antigua Roma, además, las cartas empezaron también a ser una forma de comunicación necesaria, y quizás nada excepcional, entre otros sectores más amplios de la población, como prueban algunos papiros del siglo I procedentes de la colonia grecorromana en Egipto,











Postales de época y dibujos de personas escribiendo cartas.

entre otras la carta de Thermouthas, una mujer que revela detalles de su embarazo a su madre Valeria. O las tablillas de madera del campamento de Vindolanda, en Gran Bretaña, de las que hasta la fecha se han hallado unas 750, escritas con tinta de carbón y que, datadas entre los siglos I y II, son un testimonio inestimable acerca de cómo era el transcurrir cotidiano en esos destacamentos, desde los despachos de la oficialidad que regía la plaza al quehacer, anhelos y rutinas diarias de la tropa, sus familias y esclavos.

Aunque a lo largo de la Edad Media la alfabetización y la escritura quedaron reducidas a los ámbitos monásticos y cortesanos, el largo declinar de la cultura hispanorromana ha legado testimonios tan interesantes como las estelas de pizarra de los siglos VI y VII. En concreto, la hallada en El Barrado (Cáceres), conocida como *Carta de Faustino a Paulo*, en la que el autor aconseja al destinatario acerca de cómo administrar bien una heredad agrícola, representa no solo un excelente ejemplo de la epigrafía de la época, sino que constituye un testimonio lingüístico de incalculable valor para apreciar cómo se fue gestando la transición del latín clásico al romance castellano.

La era del correo

Pero el desarrollo de la correspondencia epistolar no comenzaría a sentar sus bases hasta el Renacimiento y, por lo que respecta a España, co-



mo se pone de relieve en uno de los documentales videográficos que se proyectan en la sala del Museo de la Biblioteca Nacional, no sería posible sino tras un largo proceso de mejoras en los servicios postales, primero, y sobre todo cuando hacia finales del siglo XIX tiene lugar el acceso de grandes sectores de la población a la alfabetización y la escritura.

Fue Felipe I el Hermoso, tras ser coronado rey de Castilla, quien confió a Francisco de Tassis la organización del servicio de postas entre España y las principales cortes europeas en 1505, monopolio real que conservaría la familia Tassis hasta comienzos del siglo XVIII, cuando Felipe V se lo vuelve a arrendar a Francisco Goyeneche.

Pero es bajo el reinado de Carlos III, quien confía al marqués de Floridablanca la reestructuración administrativa de los gremios de Caminos y Correos, cuando el servicio postal en España avanza más decididamente hacia la modernización. Además de reglamentarse los envíos a pie, a caballo o en diligencia, se dotan fondos para mejora de la red de caminos, fondas y casas de postas. Ese desarrollo se traduce en una gran expansión de la red postal en el interior, de modo que casi un siglo después, hacia 1850, se cuenta con cerca de 1.500 paradas de postas. Por otro lado, el servicio postal pronto empieza a servirse de otros medios de comunicación más veloces como el ferrocarril o las compañías marítimas privadas para los envíos a ultramar.

Género de géneros

Desde la Grecia y Roma clásicas, la carta se erigió en un género literario con rasgos y personalidad muy acentuados, tanto como los de su propio autor y su forma de comprender y explicar el mundo o su entorno más cercano e íntimo. Así, la carta fue la forma favorita de expresión del filósofo Epicuro, y más tarde de Séneca, Horacio o Cicerón. Y en el *Nuevo Testamento*, el apóstol San Pablo se sirvió profusamente de ella (epístolas a los atenienses, romanos, corintios) como una forma de difundir más ampliamente el mensaje de la fe cristiana. Petrarca, Erasmo de Rotterdam o Garcilaso de la Vega (*Epístola moral a Fabio*) en España cultivarían con maestría el género epistolar durante el Renacimiento. Pero sería Cervantes poco después quien la introduciría en la novela como pieza intercalada y nexo argumental. Luego, la correspondencia epistolar impregnaría íntegramente el argumento de novelas como *Las amistades peligrosas*, de Choderlos Laclos, *Las tribulaciones del joven Werther*, de Goethe, o más recientemente *Los idus de marzo*, de Thornton Wilder, y *Carta de una desconocida*, de Stefan Zweig, portentosos ejemplos de cómo el "carteo" puede sostener con inusitado vigor una intriga.



Publicidad de escribiente de cartas y de bazares donde adquirir artículos postales. Debajo, postal de felicitación navideña del servicio de Correos, s. XX.



A finales del XIX la alfabetización infantil obligatoria propiciará que la carta y su escritura sean ya no solo un género "culto", sino también popular. Y a lo largo del convulso siglo XX, sacudido por el desplazamiento de grandes masas a causa de guerras, movilizaciones y migraciones, la carta revelará su sencillo pero inmenso poder para mantener o estrechar aún más los vínculos por encima de adversidades y distancias. Para entonces, el establecimiento de la posta aérea y la creación de la Unión Postal Internacional, como organismo vinculado a la ONU en 1948, hicieron posible la universalización del servicio postal con carácter público y frecuencia casi diaria. ■

Proyecto
Vías de Empleo Verde

La Fundación de los Ferrocarriles Españoles desarrolla en alianza con la Fundación Biodiversidad a través del Programa empleaverde el Proyecto "Vías de Empleo Verde", cofinanciado por el Fondo Social Europeo y con la colaboración de las Diputaciones de Cádiz, Jaén y Toledo. Las actividades desarrolladas en el marco de este proyecto pretenden la mejora del empleo y la sostenibilidad de las actividades generadas en torno a las Vías Verdes españolas.

En el proyecto Vías de Empleo verde está prevista la realización de 28 acciones distintas, más de la mitad de índole formativa. Las acciones que se van a realizar son:

- Organización de 15 acciones formativas presenciales
- Dos Jornadas técnicas para el intercambio de experiencias entre los destinatarios, trabajadores y profesionales.
- Campañas de Sensibilización en materia de empleo y medio ambiente mediante material divulgativo en papel y on line
- La página web www.viasdeempleoverde.com, donde quedará recogida toda la información del proyecto, donde se emitirá periódicamente un boletín electrónico y se accederá a una RED para el intercambio de experiencias y el fomento de trasferencias de buenas prácticas en materia de formación ambiental y fomento del empleo.
- Asesorías presenciales y a distancia para profesionales y trabajadores en la creación de nuevas estructuras de trabajo relacionadas con las Vías Verdes.

Para más información escribenos a empleaverde@ffe.es o puedes consultar toda la información en la Web:

www.viasdeempleoverde.com

PROGRAMA empleaverde 2007-2013

UNIÓN EUROPEA
FONDO SOCIAL EUROPEO
El FSE invierte en tu futuro

Fundación Biodiversidad

Fundación de los Ferrocarriles Españoles

Colabora:

Diputación de Toledo · Diputación de Cádiz · Diputación de Jaén

Acción Gratuita cofinanciada por el FSE

Revista del Ministerio de
Fomento
Junio 2012 ● Nº 618 ● 3 €



Completada la variante de Despeñaperros

● En servicio el Talgo dual S 730 en la línea Madrid-Galicia ● El Mapa Topográfico Nacional, con más información ● VIII Bienal Iberoamericana de Arquitectura y Urbanismo

Revista del Ministerio de Fomento

En este número

JUNIO 2012
Nº 618



Completada la variante de Despeñaperros

En servicio los Talgo S 730 en la línea Madrid-Galicia · El Mapa Topográfico Nacional, con más información · VIII Bienal Iberoamericana de Arquitectura y Urbanismo









CARRETERAS

2. Capacidad, seguridad y rapidez. *Abierto al tráfico el trazado íntegro de la variante de Despeñaperros en la autovía del Sur (A-4).*

FERROCARRIL

10. Todoterreno sobre raíles. *En servicio el Talgo dual S 730, que acorta en más de media hora el viaje Madrid-Galicia.*

CARTOGRAFÍA

16. Orientando la cartografía al usuario. *El Mapa Topográfico Nacional mejora la información geográfica con los datos del Sistema de Información de Ocupación del Suelo (SIOSE).*

TRANSPORTES

22. Competitividad con garantías. *La reforma de la Ley de Ordenación del Transporte Terrestre busca impulsar la transparencia y eficacia en el sector.*

Y además...

26. Por tierras del Segrià. *En servicio el tramo inaugural de la autovía A-14.*

30. Examen en la ría. *Ejercicio de Salvamento Marítimo en Galicia.*

36. Una estación para ponerse las pilas. *Ferrolineras de Adif.*

40. Compartir soluciones. *VIII Bienal Iberoamericana de Arquitectura y Urbanismo (BIAU).*

46. Los caminos del mundo. *Un atlas traza las vías históricas de la vieja Europa y el nuevo mundo.*

Director de la Revista: Antonio Recuero

Edición: Javier R. Ventosa. **Maquetación:** J. A. Laiz. **Secretaria de redacción:** Ana Herráiz. **Fotografía:** José Caballero. **Archivo fotográfico:** Vera Nosti. **Portada:** FCC
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor. **Colaboran en este número:** Pepa Martín y Beatriz Rodríguez López.
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).* **Vicepresidencia:** Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).*
Información de publicaciones del Ministerio de Fomento: 915 976 449 / 78.
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: 161-12-004-1

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

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

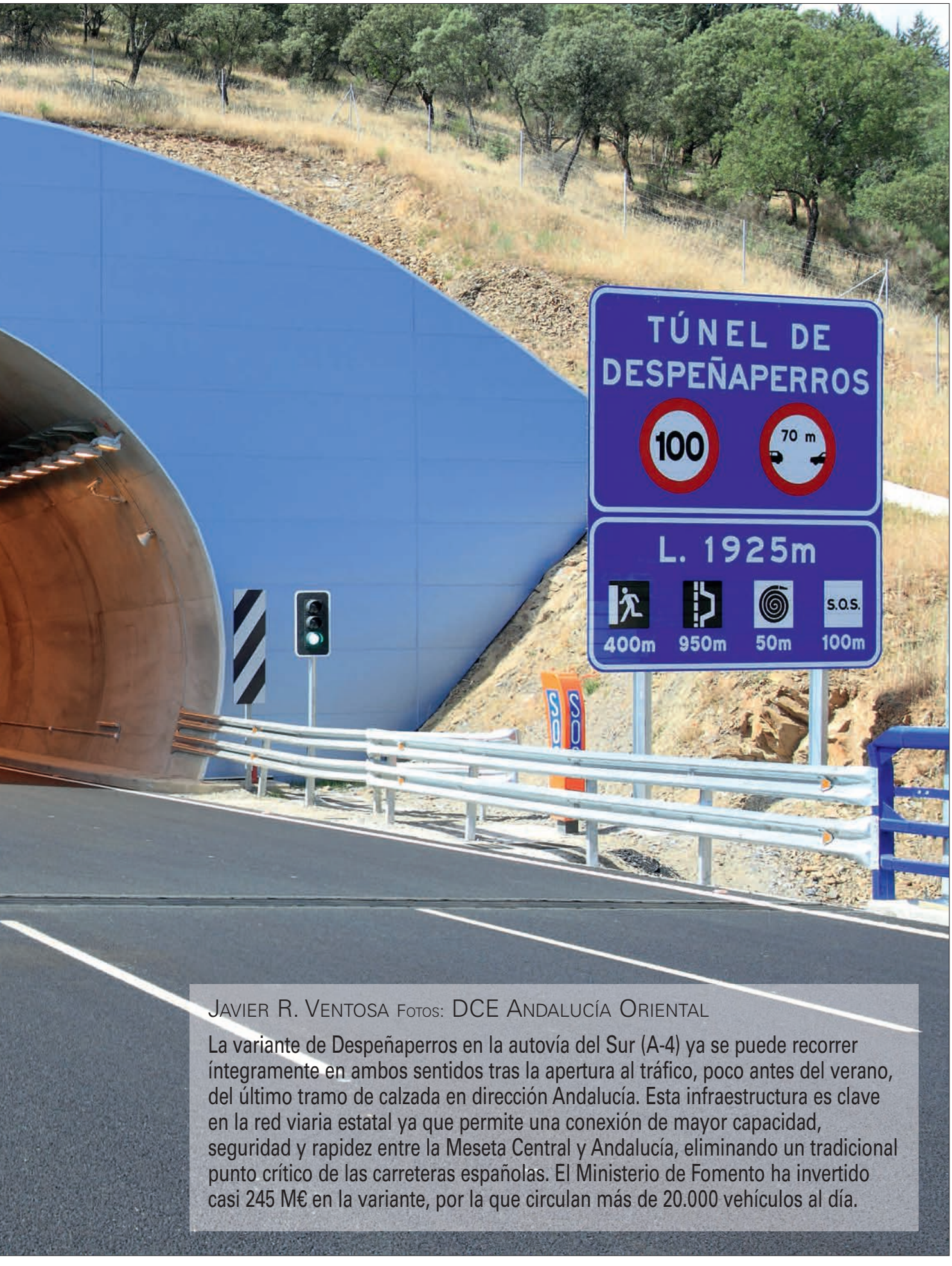
Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

EN SERVICIO LA TOTALIDAD DEL TRAZADO DE LA VARIANTE DE DESPEÑAPERROS EN LA AUTOVÍA DEL SUR (A-4)

Capacidad, seguridad y rapidez



El túnel de Despeñaperros (1.925 metros) es el más largo de la variante.



Ministerio de Fomento

JAVIER R. VENTOSA FOTOS: DCE ANDALUCÍA ORIENTAL

La variante de Despeñaperros en la autovía del Sur (A-4) ya se puede recorrer íntegramente en ambos sentidos tras la apertura al tráfico, poco antes del verano, del último tramo de calzada en dirección Andalucía. Esta infraestructura es clave en la red viaria estatal ya que permite una conexión de mayor capacidad, seguridad y rapidez entre la Meseta Central y Andalucía, eliminando un tradicional punto crítico de las carreteras españolas. El Ministerio de Fomento ha invertido casi 245 M€ en la variante, por la que circulan más de 20.000 vehículos al día.



Enlace de Venta de Cárdenas (Ciudad Real), origen del tramo puesto en servicio. Al fondo, bocas de los túneles de El Corzo.

La ministra de Fomento, Ana Pastor, puso en servicio el pasado 11 de junio el nuevo tramo de la autovía del Sur (A-4) a su paso por Despeñaperros entre los enlaces de Venta de Cárdenas (Ciudad Real) y Aldeaquemada (Jaén), perteneciente a la calzada en sentido sur Madrid-Andalucía. Con la entrada en servicio de los últimos 4,8 kilómetros de nueva calzada, que se unen a los 14,1 kilómetros correspondientes a la totalidad de la nueva calzada sentido Madrid y al resto de la calzada sentido Andalucía situada entre los enlaces de Aldeaquemada y Santa Elena, que fueron abiertos al tráfico el pasado 26 de septiembre, se completa la nueva variante de la autovía A-4 a su paso por el desfiladero de Despeñaperros.

La variante completa se configura como una infraestructura de gran capacidad clave en la red viaria española, ya que constituye el principal acceso por carretera entre la Meseta Central y Andalucía, en sustitución del anterior trazado, sinuoso y lento, "impropio del siglo XXI", en palabras de la ministra, que durante años ha sido uno de los principales cuellos de botella de la red de carreteras estatal, así como un punto de elevada siniestralidad vial. La nueva infraestructura al completo, por consiguiente, cumple con la función de mejorar la vertebración del territorio y de "acercar un poco más a los españoles", según señaló la titular de Fomento.

El nuevo trazado de Despeñaperros es un moderno eje viario de compleja ejecución



La ministra de Fomento descubre el hito conmemorativo de la apertura del último tramo de la variante.



Tronco de la autovía y enlace de Aldeaquemada, en Jaén.

técnica desarrollado en un entorno geográfico accidentado que ha supuesto la construcción de 11 viaductos y cinco túneles, permitiendo a los automovilistas desarrollar una velocidad de circulación de 120 km/h (salvo en los subterráneos) en una zona que antes estaba limitada en buena parte del recorrido a 50 km/h. "Es una infraestructura que todos los estudiantes y profesionales deberían venir a analizar", recalcó la ministra durante la inauguración. Además, la empresa constructora ha llevado a cabo la ejecución de la obra con un respeto absoluto hacia el valor ambiental del espacio protegido por el que discurre la infraestructura, el parque natural de Despeñaperros, que forma parte de la red Natura.

Beneficios

El Ministerio de Fomento ha destinado cerca de 245 M€ a la nueva variante. Con esta inversión se ha construido una infraestructura viaria de última generación que aumenta de forma sustancial la capacidad de un tramo tradicionalmente crítico, al estar dotada de tres calzadas por sentido, además de mejorar el trazado en planta y en alzado de la carretera existente. Gracias a ello un automovilista puede cruzar ahora Despeñaperros en sentido Andalucía en apenas cinco minutos, reduciendo el anterior tiempo de recorrido a la mitad. También se han mejorado las condiciones de comodidad para el usuario y, especialmente, los niveles de seguridad en la conducción, como avala el hecho de que en los tramos que fueron abiertos al tráfico el pasado mes de septiembre apenas se han registrado siniestros, todos ellos de levedad.

Los principales beneficiados de la puesta en servicio completa de la variante son los más de 20.000 vehículos que circulan diariamente en ambos sentidos por el paso de Despeñaperros, de los que más de 6.000 son camiones. Según las proyecciones oficiales, esta cantidad se elevará hasta 57.000 vehículos diarios en 2030. La apertura al tráfico del nuevo tramo de autovía, por otra parte, se llevó a cabo poco antes del inicio de la temporada de verano, cuando tradicionalmente se produce un importante aumento en el número de desplazamientos de vehículos en dirección a Andalucía, coincidiendo con la operación Paso del Estrecho y el inicio de las vacaciones estivales.

Características

El nuevo tramo de autovía tiene su origen en el P.K. 244 de la actual A-4 sentido Andalucía, donde entronca con la autovía. En primer lugar atraviesa un tramo de unos 500 metros de longitud en el que se localizan dos viaductos sobre el río Despeñaperros, de 80 y 100 metros de longitud,



Viaducto doble de Despeñaperros y túnel de las Canteras.

y el túnel del Corzo, de 145 metros de longitud, que formaban parte de la antigua calzada sentido Madrid de la autovía A-4. Este tramo ha sido acondicionado para su circulación en sentido Andalucía y se ha equipado al túnel de todos los elementos necesarios para cumplir con el Real Decreto 635/2006 sobre requisitos mínimos de seguridad en túneles.

Una vez superado el túnel del Corzo, y ya en territorio de la comunidad autónoma andaluza, se lleva a cabo una transición de dos a tres carriles y se circula sobre el viaducto del Corzo, de 450 metros de longitud, que salva el río Despeñaperros. Este viaducto sustituye al anteriormente existente en la calzada de la antigua carretera N-IV, que tuvo que ser demolido. A continuación se accede al túnel de Despeñaperros, de 1.925 metros de longitud, que atraviesa el paraje natural de Los Órganos, de especial protección ambiental.

Más adelante se atraviesa el túnel de la Cantera, de 280 metros de longitud. A la salida del mismo se sitúa el via-

Un paso con historia

El desfiladero de Despeñaperros, flanqueado por imponentes formaciones rocosas, ha sido muy utilizado a lo largo de la historia como paso natural de Sierra Morena para conectar la Meseta Central y Andalucía, existiendo antecedentes de una calzada romana (El Empedraíllo) y varios caminos de arriería y cañadas pecuarias para atravesar esta zona. En el último tercio del XVIII, en tiempos de Carlos III, en el marco del proyecto de caminos reales impulsado por la dinastía borbónica, se planteó la necesidad de construir un nuevo itinerario entre Madrid y Cádiz para favorecer el transporte de mercancías hacia/desde el puerto gaditano, por aquel entonces único autorizado a comerciar con América. Fruto de ello fue el estudio de un nuevo itinerario a través de Despeñaperros siguiendo el curso del río Magaña, más corto y más llano que otras alternativas existentes, elaborado por Joaquín de Iturbide. Sin embargo, fue el ingeniero militar francés Carlos Lemaur quien proyectó y construyó entre 1779 y 1783 el nuevo trazado para carruajes de tracción animal en esta zona, que fue considerado como uno de los más espectaculares ejecutados en España en el siglo XVIII. La maestría con la que resolvió el paso por el desfiladero hizo que el trazado estuviera en servicio para diligencias y carretas durante dos siglos. A partir de 1861, también el ferrocarril eligió el desfiladero para el trazado de la línea Madrid-Sevilla. Ya en el siglo XX, con la llegada del automóvil, se emprendieron las primeras modificaciones de trazado y firme de la carretera tras la inclusión del paso de Despeñaperros, en 1926, como uno de los itinerarios del Circuito Nacional de Firmes Especiales. En los años 50, en el marco del Plan de Modernización de Carreteras y el plan REDIA, la N-IV fue objeto de diversas mejoras en esta zona. Y en la década de los 80, el Programa de Autovías del Plan General de Carreteras 1984-1991 desdobló la carretera N-IV entre Venta de Cárdenas y Santa Elena (1983-1984), estableciendo el paso por Despeñaperros en dos calzadas independientes, aunque siempre siguiendo el trazado antiguo. Con esta configuración, el trazado estuvo en servicio como paso obligado entre Andalucía y Castilla-La Mancha durante más de un cuarto de siglo, hasta la reciente apertura de la variante.



Bocas del túnel de El Corzo –el acondicionado en la parte inferior y el nuevo en la superior– y viaducto de Venta de Cárdenas.

> La variante se abrió al tráfico poco antes del periodo estival, cuando se multiplica el tráfico en dirección a Andalucía

ducto de Despeñaperros, de 430 metros de longitud, que ha sido ejecutado mediante autocimbra para la colocación de las dovelas de hormigón armado que forman su tablero. Este viaducto salva la línea del ferrocarril Madrid-Sevilla, la calzada sentido Madrid de la antigua autovía A-4 y el río Despeñaperros.

Por último, aproximadamente en el P.K. 251 de la actual A-4 sentido Andalucía, en el enlace de Aldeaquemada, se entronca con la nueva calzada de la autovía A-4 que fue puesta en servicio el pasado mes de septiembre.

En estos 4,5 kilómetros puestos en servicio la sección del tronco de autovía está compuesta de tres carriles de circulación, arcenes exteriores de 2,5 metros e interiores de 1,5 metros, excepto en los primeros 500 metros, que coinciden con el trazado de la antigua A-4 sentido Madrid, donde la sección de la autovía es de dos carriles de circulación. La mediana es de 5 metros de anchura entre líneas blancas entre los enlaces de Santa Elena y Aldeaquemada, y variable en el resto del tramo debido a la presencia de varios túneles.

La actuación ha incluido la ejecución de una doble línea eléctrica subterránea de alimentación a los túneles, desde la subestación de Almuradiel hasta la localidad de Venta de Cárdenas (unos 15 kilómetros), así como un centro de control de túneles. En este centro, situado en Santa Elena, se integran todos los elementos de seguridad instalados para supervisar y atender todas las incidencias en la explotación del tramo.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA VARIANTE

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Radio mínimo	600 m
Pendiente máxima	5%
Ramales	5 km
Conexión con actual A-4	1,3 km
Caminos de servicio	1,2 km
VIADUCTOS	
Santa Elena Norte	160 m
Santa Elena Sur	160 m
Manantial Norte	550 m
Manantial Sur	550 m
Tinajuelas Norte	580 m
Tinajuelas Sur	580 m
Despeñaperros Norte	380 m
Despeñaperros Sur	430 m
Cuchareros	70 m
Venta de Cárdenas	100 m
El Corzo Sur	450 m
Pasos superiores	1 ud.
Pasos inferiores	3 ud.
TÚNELES	
La Cantera Norte	280 m
La Cantera Sur	280 m
Despeñaperros Norte	1.925 m
Despeñaperros Sur	1.925 m
El Corzo	420 m
Acondicionamiento túnel El Corzo existente	145 m
UNIDADES MÁS IMPORTANTES	
Excavación	2.034.040 m³
Terraplén	1.801.936 m³
Explanada	119.254 m³
Suelo cemento	69.540 m³
Mezclas bituminosas	161.926 t
Hormigón	291.720 m³
Acero corrugado	9.856.391 kg
Acero pretensado	832.118 kg

Actuaciones ambientales

Insertar la autovía A-4 en un entorno medioambientalmente tan valioso como el parque natural de Despeña-



perros, protegido por sus valores geológicos y paisajísticos, y con una notable riqueza floral y faunística (hay hasta 38 especies de mamíferos), ha exigido la adopción de importantes medidas para corregir el impacto de la obra, que han afectado a las fases de proyecto, ejecución y explotación. En total, estas medidas han tenido una inversión de 7,7 M€.

Una de las más destacadas ha sido la restauración de la calzada sur entre los P.K. 252,3 y 256,7, consistente básicamente en la recuperación de los cauces de los arroyos afluentes del arroyo del Rey y el restablecimiento de la topografía existente anterior a la obra del año 1984. Para ello se han desmontado los terraplenes y rellenos actuales y se han rellenado los desmontes existentes, dejando una pista forestal de 5 metros de anchura en la parte central del relleno. Posteriormente se procederá a la revegetación con especies arbóreas y arbustivas características de cada uno de los hábitats a reconstruir.

Otras medidas implementadas para reducir y corregir el impacto ambiental de la obra han sido las siguientes: mejora de la permeabilidad faunística al eliminar una de las calzadas existentes y aumentar las zonas de paso; mejora de las condiciones del hábitat del conejo de monte –presa principal del lobo ibérico, el lince ibérico y el águila imperial, especies presentes en esta zona–; recuperación e incremento de las poblaciones de centaurea citricolor, una especie floral autóctona en peligro de extinción, mediante la recogida de semillas y plantaciones en el parque natural y su entorno; repoblación y poda selectiva para la prevención de incendios; integración paisajística de las boquillas de los túneles; restauración paisajística de las zonas alteradas; protección contra la contaminación acústica, y protección del patrimonio arqueológico. ■



Bocas del túnel de Despeñaperros y viaducto de El Corzo Sur.

Revista del Ministerio de

Fomento



Alta velocidad en España



MONOGRÁFICO JULIO-AGOSTO **2011**

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

RESERVE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 6478 / 6449
Por fax: 91 597 61 86 (24 horas).
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

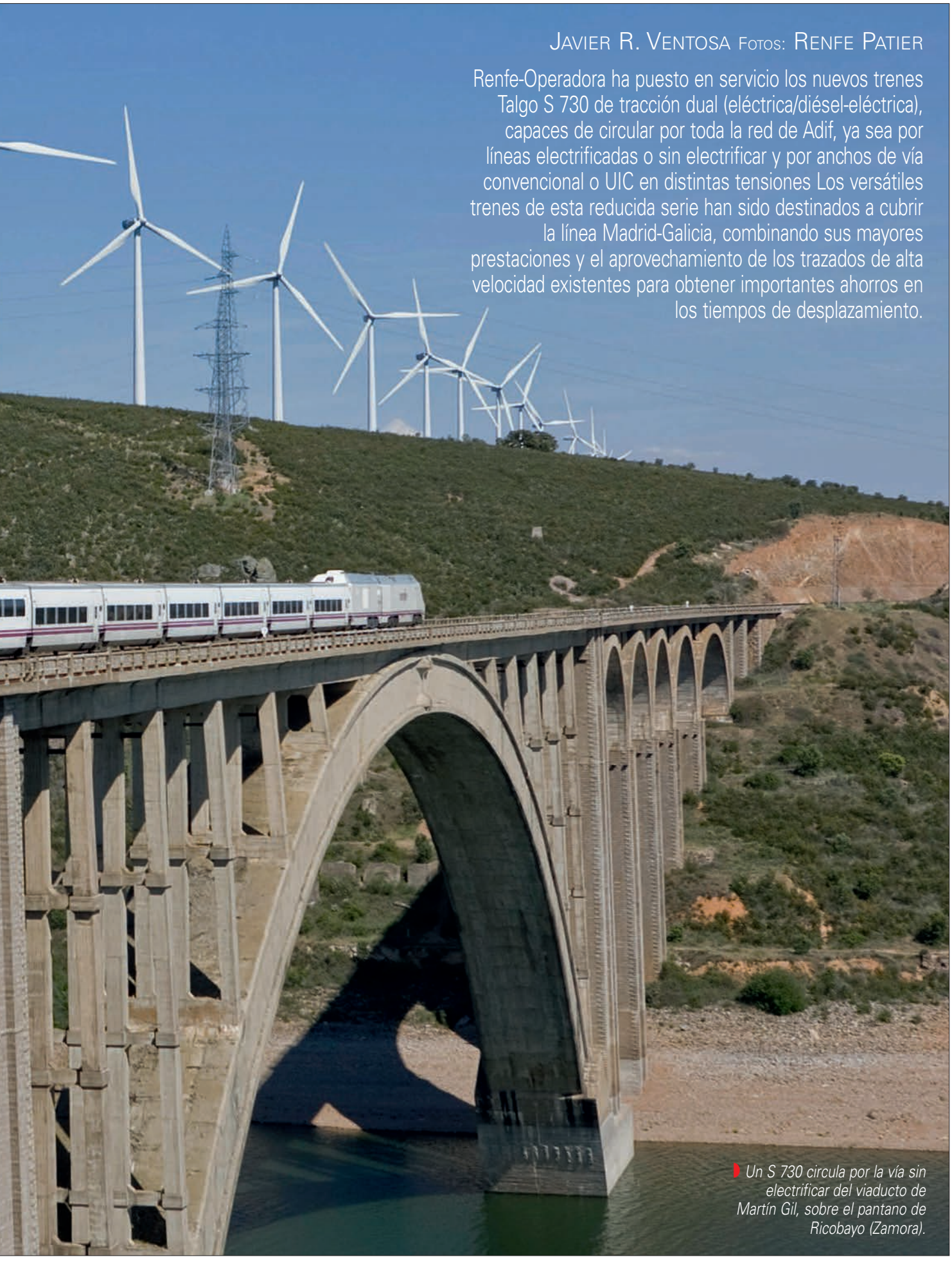
EN SERVICIO EL TALGO DUAL S 730, QUE ACORTA EN MÁS DE MEDIA HORA EL VIAJE MADRID-GALICIA

Todoterreno sobre raíles



Javier R. Ventosa Fotos: Renfe Patier

Renfe-Operadora ha puesto en servicio los nuevos trenes Talgo S 730 de tracción dual (eléctrica/diésel-eléctrica), capaces de circular por toda la red de Adif, ya sea por líneas electrificadas o sin electrificar y por anchos de vía convencional o UIC en distintas tensiones Los versátiles trenes de esta reducida serie han sido destinados a cubrir la línea Madrid-Galicia, combinando sus mayores prestaciones y el aprovechamiento de los trazados de alta velocidad existentes para obtener importantes ahorros en los tiempos de desplazamiento.



Un S 730 circula por la vía sin electrificar del viaducto de Martín Gil, sobre el pantano de Ricobayo (Zamora).



El coche extremo técnico que incorpora los equipos diésel es la principal novedad exterior del S 730.

El pasado 17 de junio, coincidiendo con el estreno de los horarios ferroviarios de verano, Renfe-Operadora puso en servicio los trenes Talgo Dual S 730 para la relación Madrid-Galicia. Se trata de un tren de alta velocidad de rodadura desplazable, bitensión y compatible con distintos sistemas de señalización, basado en el Talgo 250, que a la capacidad de su antecesor de circular sobre vías electrificadas de distinto ancho y distintas tensiones añade ahora la tracción diésel para circular por vías sin electrificar. Y lo hace a velocidades punta de 250 km/h en las vías de alta velocidad, 200 km/h en vías convencionales y 180 km/h en vías sin electrificar. Estas características lo convierten en uno de los trenes más versátiles del mercado, un *todoterreno* capaz de circular por todo tipo de vías, que pone a la industria española en el liderazgo mundial en innovación.

Los trenes de la serie S 730 han sido especialmente diseñados a petición del Ministerio de Fomento para adaptarse a la heterogénea realidad ferroviaria de determinadas zonas de España, donde coexisten tramos electrificados con tramos sin electrificar, en anchos de vía ibérico o internacional, con diferentes tensiones y sistemas de señalización dispares. En este escenario, estos trenes aprovechan las infraestructuras de alta velocidad ya en servicio –anticipando con ello los beneficios de este modo de transporte para las futuras ciudades AVE– y mejoran las presta-

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL S 730

Fabricante	Talgo-Bombardier
Número de unidades	15
Ancho de vía	1.688 mm/1.435 mm
Tracción	eléctrica/diésel-eléctrica
Longitud total	185 metros
Longitud cabeza motriz	20 metros
Anchura máxima	2,96 metros
Altura	4 metros
Peso	361 toneladas
Velocidad máxima	250 km/h (ancho UIC), 220 km/h (ancho ibérico)
Aceleración máx. en curva	1,2 m/s^2
Tensión	25 kV, 50 Hz ca/3 kV cc
Potencia instalada	4.800 kW ca/4.000 kW cc/2.400 kW diésel
Motores	8 asíncronos/2 motores diésel
Bogies	Bo-Bo
Ejes tractores	8
Peso máximo por eje	18 t
Frenado neumático	Dos discos por eje
Frenado eléctrico	De recuperación (2.400 kW) y reostático (2.000 kW)
Cambio de ancho	Sistema Talgo RD
Sistemas de seguridad	ASFA digital, STM de LZB, Ertms
Composición	Cabeza motriz (2), coche extremo técnico (2), coches (9)
Plazas	265-289
MOTOR DIÉSEL	
Modelo	12v 4.000r 431
Potencia	1.800 kW (2.248 Cv) a 1.800 rpm
Consumo	190 g/kWh
Cilindrada unitaria	4.77 litros
Cilindrada	57,23 litros
Peso	6.600 kg





Tren S 730 estacionado en la terminal de Madrid-Chamartín, punto de partida de la línea Madrid-Galicia.

ciones en el resto de trazados convencionales para obtener importantes ventajas, tanto en términos de fiabilidad y seguridad como de ahorros de tiempo.

Galicia es un ejemplo paradigmático de esta realidad ferroviaria, y por ello el S 730 ha sido destinado para sustituir al Talgo 200 en el recorrido desde el centro peninsular hasta varias ciudades gallegas, aunque más adelante tiene previsto cubrir otras líneas. En este trayecto, el tren híbrido circula por el trazado de alta velocidad Madrid-Medina del Campo, eliminando en esta ciudad la obligada operación de cambio de máquina, y prosigue en modo diésel por vías sin electrificar –sin necesidad de detenerse al cambiar de modo de tracción– hasta Ourense, evitando allí una segunda operación de cambio de máquina y retomando la línea de alta velocidad Ourense-Santiago. Las conexiones posteriores hasta A Coruña, Pontevedra y Vigo se realizan por trazados convencionales.

> El S 730 combina sus mayores prestaciones y la mayor adaptación a los trazados existentes para ahorrar más de 30 minutos por viaje

Con la combinación de mejores prestaciones y máxima adaptación a los trazados existentes el S 730 consigue ahorros de tiempo superiores a 30 minutos por trayecto –hasta una hora en los destinos más alejados–, lo que constituye un nuevo paso en el proceso de modernizar las históricamente poco eficaces comunicaciones ferroviarias con Ga-



Arriba, cabeza motriz del S 730 en la estación de Santiago. Debajo, doble composición del tren por tierras zamoranas.

licia, convirtiendo así al tren en un modo competitivo frente al automóvil en estos viajes. Para la ministra de Fomento, Ana Pastor, quien el pasado 9 de junio realizó el viaje inaugural entre Santiago y A Coruña a bordo de un S 730, el nuevo tren supone "un avance" que pone a esta comunidad periférica "un poco más cerca del centro de España", aunque recordó que el "impulso definitivo será el AVE a Galicia".

Renfe Operadora ha establecido una frecuencia diaria por sentido para el S 730 entre Madrid y cinco ciudades gallegas (Ourense, Santiago, A Coruña, Pontevedra y Vigo), además de Zamora, manteniendo las mismas tarifas que hasta ahora. Junto al servicio diario, los fines de semana y festivos ha reforzado la oferta para la relación Madrid-Galicia. Asimismo, el nuevo tren ha relevado también a los Talgo semanales que circulaban entre Galicia y Alicante, recortando el tiempo de viaje en más de una hora (el trayecto Alicante-Santiago, en el que se invertían 11 horas 10 minutos, se realiza ahora en 10 horas).

COMPARATIVA DE TIEMPOS DE VIAJE

	Talgo 200	S 730
Madrid-Zamora	2 h 24 min	2 h
Madrid-Ourense	5 h 20 min	4 h 48 min
Madrid-Santiago	6 h 7 min	5 h 36 min
Madrid-A Coruña	6 h 40 min	6 h 9 min
Madrid-Vigo	7 h 15 min	6 h 22 min
Madrid-Pontevedra	7 h 57 min	6 h 56 min

Proceso de transformación

El S 730, o Talgo 250 Dual, es una evolución del Talgo 250 (S 130 en la denominación oficial de Renfe Operadora) al que se han incorporado equipos que lo convierten en un tren de una gran versatilidad. El consorcio Talgo-Bombardier, encargado en diciembre de 2009 de modificar 15 unidades del S 130 por importe de 78 M€, finalizó las primeras unidades del S 730 en el verano de 2011 y desde entonces ha realizado las pruebas y simulaciones en la línea a Galicia





Santiago Sánchez Velasco/Grupo Tren Zamora

Renfe recibirá 15 unidades de este tren capaz de circular por toda la red de Adif. En la foto, un S 730 a su paso por Toro (Zamora).

hasta alcanzar la homologación de los trenes y la consiguiente autorización de circulación con viajeros. Las unidades de la nueva serie están numeradas del 730.011 al 730.025.

El proceso de transformación de esta serie, llevado a cabo en los talleres Las Matas II (Madrid) de Talgo con la colaboración de Integria (división industrial de Renfe), ha consistido básicamente en sustituir los furgones extremos del S 130 por los nuevos coches extremos técnicos del S 730, que son los que amplían las capacidades del tren. Cada coche incorpora un grupo electrógeno accionado por un motor diésel de 1.800 kW, con alternador y rectificador de corriente para servicios auxiliares, además de depósito de combustible (con capacidad para 2.000 litros) y torre de refrigeración, equipamiento que le permite circular por vías sin electrificar, aunque a menor potencia que si la alimentación es eléctrica. En la cabeza motriz, que desarrolla una potencia de 4.800 kW, se ha modificado el *software* para el control de la parte diésel y del mando múltiple, y se ha sustituido el equipo de detección de incendios por humo por otro que actúa por temperatura, para evitar que el humo del motor diésel provoque falsas alarmas.

El nuevo modelo de tren, por lo tanto, conserva las principales características del S 130, tanto en velocidad punta, potencia o interoperabilidad como en su aspecto exterior. Su principal novedad estética, por consiguiente, radica en los dos coches extremos técnicos de cada composición, situados a continuación de la cabeza motriz.

Cada composición de S 730 ofrece 265 plazas, que se distribuyen entre los seis coches de clase turista (216 plazas) y los dos de preferente (49 plazas), a los que se añade el coche cafetería. No obstante, Renfe Operadora destina a Galicia trenes en doble composición –que se dividen en Santiago, uno en dirección a Coruña y otro hacia Pontevedra/Vigo–, lo que dobla la oferta hasta 528 plazas en la relación Madrid-Santiago. Esto supone un incremento de 88 plazas diarias (616 plazas semanales) respecto a la oferta existente hasta la entrada en servicio del último modelo de la flota de Renfe. ■



Luis Cortés Moreno/Grupo Tren Zamora

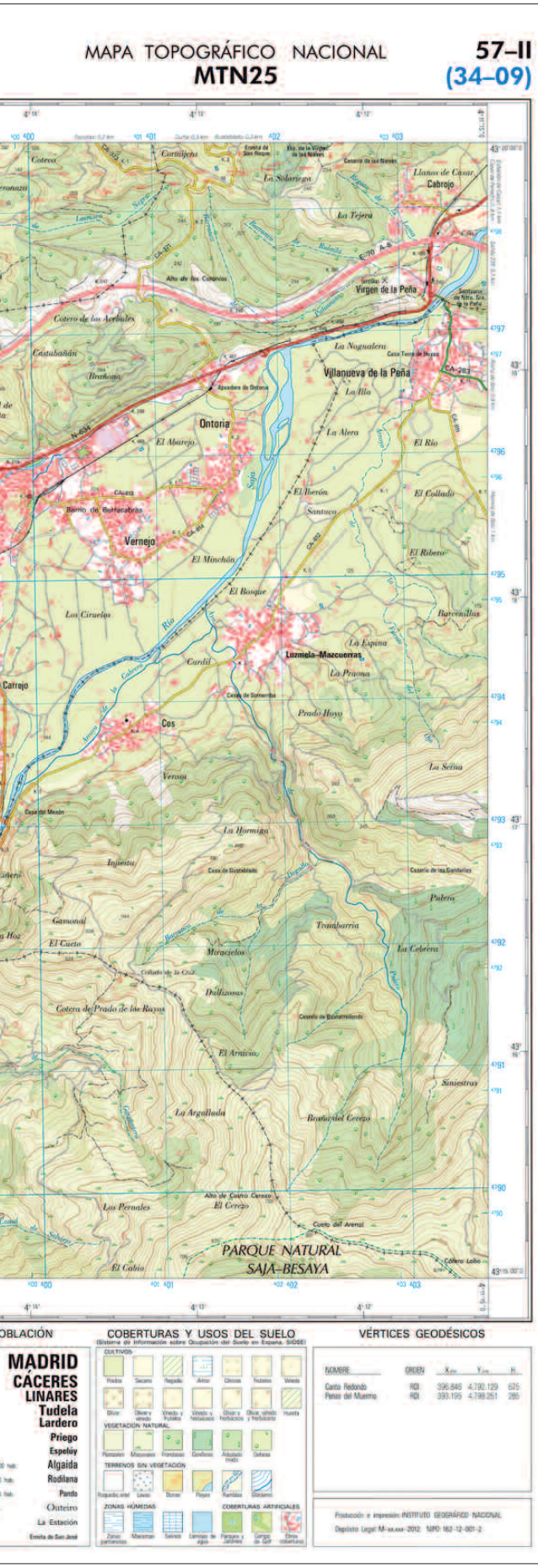
AVE directo Levante-Andalucía

El mismo día que se estrenaron los S 730 entre Galicia y Madrid, Renfe Operadora puso en servicio los nuevos trenes AVE directos entre Andalucía y Levante a través de la variante ferroviaria construida por el Ministerio de Fomento en Torrejón de Velasco (Madrid). Esta nueva infraestructura, de 5,5 km de longitud, enlaza las líneas Madrid-Andalucía y Madrid-Levante y genera una nueva conexión AVE directa entre las comunidades andaluza, castellano-manchega y valenciana sin parada intermedia en Madrid, obteniendo importantes ahorros de tiempo. A partir del 17 de junio, la oferta AVE entre Andalucía y Levante es de dos trenes S 102 diarios, uno por sentido, que prestan servicio entre Sevilla, Córdoba, Puertollano, Ciudad Real, Cuenca y Valencia. El tiempo de viaje para el trayecto Sevilla-Valencia es de 3 horas 50 minutos (el Alaris invertía hasta ahora 7 horas y 27 minutos), y de 3 horas 6 minutos para el trayecto Valencia-Córdoba (antes era de 6 horas 4 minutos). Con este servicio se crean nuevas relaciones ferroviarias, como Sevilla-Cuenca, Ciudad Real-Valencia, Córdoba-Cuenca y Málaga-Cuenca.



EL MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL INCORPORA DATOS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE OCUPACIÓN DEL SUELO

Orientando la cartografía al usuario





PEPA MARTÍN FOTOS: IGN

El Instituto Geográfico Nacional (IGN), adscrito al Ministerio de Fomento, ha incorporado al Mapa Topográfico Nacional datos del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España (SIOSE). Se trata de un paso de gigante que permite ofrecer más y mejor información geográfica, adaptada a las necesidades reales de los usuarios.

La nueva línea de producción del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000, MTN25, con incorporación de los datos procedentes del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España (SIOSE) es ya toda una realidad tras la edición digital y publicación impresa de la hoja del MTN25 57-II, que corresponde a la localidad cántabra de Cabezón de la Sal. La nueva línea es fruto de una larga fase de ensayos con diferentes configuraciones territoriales que ha permitido a los servicios de producción cartográfica del IGN obtener finalmente los resultados deseados.

Este hecho representa, sin duda alguna, un importante y revolucionario giro por cuanto permite ampliar y mejorar de manera sobresaliente la información geográfica cartografiada por el IGN, incorporando datos y temas más especializados y, por tanto, mejor adaptados a las necesidades reales de cada usuario.

El proyecto SIOSE

El proyecto SIOSE tiene sus primeros antecedentes en los acuerdos y protocolos de colaboración entre los ministerios de Defensa, Fomento y Medio Ambiente, encaminados

Hoja del Mapa Topográfico Nacional 25 57-II correspondiente a Cabezón de la Sal y portada de la misma.



Los datos de SIOSE incorporados al Mapa aportan información útil en áreas como gestión de recursos naturales o gestión de riesgos como inundaciones.

a la obtención de coberturas de todo el territorio nacional con imágenes de satélite en alta y media resolución. Con su creación se pretendía ante todo que las distintas Administraciones pudieran disponer de una herramienta eficaz y actualizada, con información fiable, precisa y útil en áreas como la planificación y gestión de los recursos naturales, evaluación de riesgos como la desertificación, degradación del litoral, impactos ambientales o la ordenación del territorio, entre otras.

Por todo ello y prácticamente desde sus primeros inicios en 2004, uno de los principales objetivos de SIOSE ha sido, además, el de integrar y armonizar las bases de datos existentes en el ámbito nacional y en las comunidades autónomas, contribuyendo especialmente a evitar las duplicidades en la generación de información geográfica y a reducir de este modo los costes que de ello se derivan.

La incorporación de los datos recogidos en SIOSE al Mapa Topográfico Nacional permite ofrecer ahora la información geográfica de coberturas y usos del suelo organizada de acuerdo a las necesidades actuales. Para facilitar la interpretación de esos datos a los potenciales usuarios, se ha redactado una nueva definición de la leyenda de coberturas y usos del suelo y se han añadido nuevas categorías para mejorar la síntesis y lectura cartográfica de nuestro paisaje. También se ha revisado la simbología, al tiempo que se han ampliado y mejorado la gama de colores y tramas para diferenciar con más claridad en el mapa las categorías representadas.

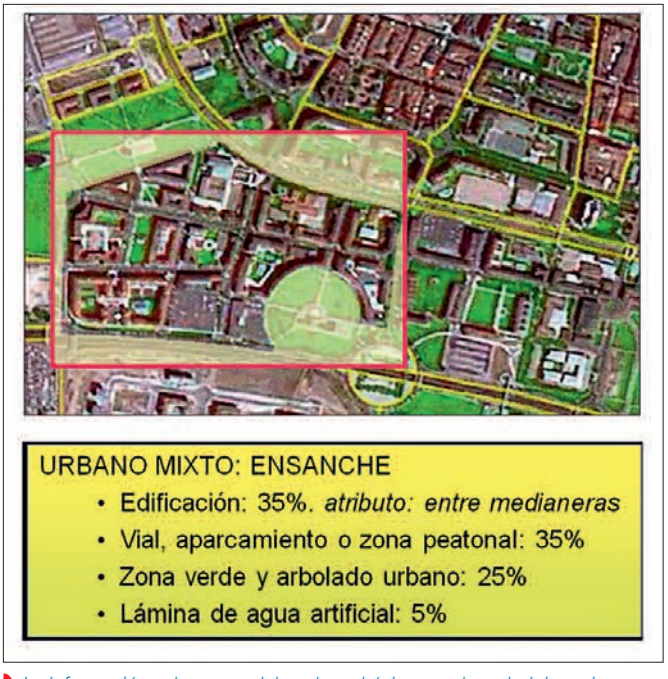
El IGN está también trabajando en la incorporación de la información de SIOSE a otras bases de datos y series cartográficas del Instituto mediante procesos de generalización semántica y geométrica, para garantizar la coherencia en las distintas escalas de aplicación. Concretamente ya se está trabajando en las escalas 1:50.000 y 1:100.000.

La integración de la información de SIOSE sigue las directrices de la nueva línea de producción del MTN25, recogiendo la información geográfica especializada conforme a las distintas áreas te-





Nueva leyenda de coberturas y usos del suelo, con nuevas categorías.



La información sobre usos del suelo es básica para las administraciones.

máticas recogidas en la Ley sobre Infraestructuras y Servicios de Información Geográfica en España, ley que transpuso al ordenamiento jurídico español la Directiva 2007/2/CE (Inspire).

Más de un siglo

Las coberturas y usos del suelo, incorporando localización topográfica de la distribución territorial de vegetación y cultivos, han sido recogidos por el IGN desde 1875, dentro del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, y desde 1975 en la escala 1:25.000, si bien con una perspectiva generalista y siempre teniendo en cuenta los condicionantes de representación cartográfica de dicha realidad. Se utilizaba, por lo tanto, una clasificación simplificada y muy superada frente al espectro tan amplio de necesidades actuales de información en estas materias.

El Instituto Geográfico Nacional, en su papel de centro

La ocupación del suelo

Los estudios de ocupación del suelo desarrollan la transformación de las características de la superficie terrestre en información cartográfica. Para su incorporación a los mapas a partir de imágenes de satélite o aéreas se tienen en cuenta factores como la cobertura y/o propiedades biofísicas de los suelos, si es una superficie urbana, un cultivo o un arbolado forestal, junto al uso que se le da de acuerdo a parámetros socioeconómicos, como, por ejemplo, si es industrial, comercial o recreativo.

Esta información tiene numerosas aplicaciones y todas de suma utilidad, por cuanto permiten la mejor gestión de los recursos naturales o sirven para anticipar riesgos potenciales como la erosión, flujos de colmatación en litorales, etc., además de mejorar la eficacia en las políticas de ordenación del territorio.

Para cumplir con su papel de centro nacional de referencia en ocupación del suelo de la Agencia Europea de Medio Ambiente, la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional y el Centro Nacional de Información Geográfica realizan diversas tareas de gestión y coordinación con objeto de obtener y facilitar al resto de administraciones y entes públicos la información de los usos del suelo en todo el territorio nacional, incluidos diversos proyectos a escala europea e internacional, entre los que destaca Corine Land Cover, que, promovido por la Agencia Europea de Medio Ambiente, aborda la información sobre ocupación del suelo en el continente.

Ya a escala internacional, algunas de las aplicaciones más importantes relacionadas con la información sobre ocupación del suelo son las relativas a su utilización en el «Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático» (1992), en el cumplimiento del Protocolo de Kyoto (1998) y en el objetivo de reducir las emisiones de gases que causan el calentamiento global, en un porcentaje en al menos un 5% durante el periodo 2008-2012 respecto a las emisiones registradas en el año 1990.

Para la elaboración del inventario de gases de efecto invernadero de nuestro país, uno de los capítulos fundamentales contempla como variable esencial la información sobre uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y selvicultura, información recogida en SIOSE a nivel nacional y en Corine Land Cover a nivel europeo.

Y a escala nacional, otra aplicación destacable es la elaboración de los mapas de riesgo de inundación, requeridos por la Directiva 2007/60/CE transpuesta a la legislación española mediante el RD 903/2010, de 9 de julio, de Evaluación y Gestión de Riesgos de Inundación elaborados por las Confederaciones Hidrográficas.

Estos trabajos requieren la clasificación de cada zona del territorio según los posibles daños potenciales, determinando la gravedad de la afección que se ocasionaría y los riesgos y daños en relación a los usos vinculados directamente con la ocupación humana del territorio.

SIOSE es actualmente utilizado por 76 Administraciones Públicas españolas y por más de 60 empresas y profesionales, además de por centros de investigación, organismos internacionales, ONG, etc. y, por supuesto, por ciudadanos particulares. Por todo ello, las solicitudes de información sobre SIOSE en nuestro país siguen un ritmo creciente, lo que se refleja en el más del millón de visitas anuales registradas en la página web de SIOSE (www.siose.es).


SANTANDER
BAHIA DE SANTANDER
El Sardinero
Pedreña
Somo
Loredo
Sonsa
Arenal de Somo
Fondeadero del Sardinero
Fondeadero del Puerto
Fondeadero del Promontorio
Fondeadero de los Mártires
Ensenada del Sardinero
Ensenada de la Barquera
Isla de Santa Marina
Península de la Magdalena
Punta del Puerto
Punta de San Martín
Punta Rabiosa
El Puntal
Punta de Juncos
Punta Somogo
Punta Agala
Punta Cotrón
Punta del Rasito
Punta de la Peña de la Arena
Punta Caballo
Punta el Hoyo
Punta de la Cerda
Punta de Biquini
Playa del Camello
Playa de los Peligros
Playa de la Magdalena
Playa de S. Marcos
Playa de los Terrenos
Playa de los Molinucos
Playa de Somo
Playa de Loredo
Dársena Norte de Raos
Dársena Sur de Raos
Dársena de Molnedo o Puerto Chico
Muelle de Pedreña
Muelle de Somo
Muelle del Almirante
Muelle de Maura
Muelle de Albareda
Muelle de Calderón
Muelle de Machichaco
Muelle de Maliaño
Muelle de Raos
Canal del Camello
Canal de Raos
Canal de Somo
Ría de Solia
Ría del Pas
Ría del Mar
Ría de Cubas
Ría de Mogro
Ría de Maliaño
Ría de Boo
Ría de Cubas
Ría de Mogro
Ría de Maliaño
Ría de Boo
Ría de Solia
Ría del Pas
Ría del Mar

mentos está a punto de concluirse su actualización, con imagen de referencia 2009. A la vez se está poniendo en marcha el siguiente ciclo de actualización, con imagen de referencia de 2011, proporcionando una visión de la dinámica territorial en cada ciclo de dos o tres años.

SIOSE da así un servicio de información geográfica de referencia fundamental para diversos fines y análisis territoriales y medioambientales, ya sean agrícolas, forestales, urbanísticos, de dinámica territorial o cambio climático.

Seña de identidad

Respecto al Mapa Topográfico Nacional, cabe añadir que en su casi siglo y medio de historia se ha convertido en una de las grandes señas de identidad del quehacer del IGN. Elaborado a escalas 1:50.000 (MTN50) y 1:25.000 (MTN25), esta última como la serie básica de la cartografía oficial del Estado, contiene una representación precisa de todo el territorio nacional y aúna toda la experiencia del organismo de Fomento.

Incluye geografía física, como el relieve (curvas de nivel equidistantes 10 metros y puntos acotados), hidrografía y usos del suelo, así como geografía humana (núcleos de población y construcciones, recursos naturales e industria, vías de comunicación, divisiones administrativas y apoyos geodésicos, toponimia y rotulación).

La producción de las 4.123 hojas de las que se compone este mapa se realizó inicialmente mediante técnicas topográficas clásicas. La evolución de la informática permitió, en 1985, incorporar nuevas técnicas con las que se pudo crear, en 1997, la Base Cartográfica Nacional 1:25.000 (BCN25) para organizar la información topográfica básica como base de datos digital, para su uso en Sistemas de Información Geográfica (SIG).



SIOSE aporta información fiable, precisa y útil sobre fenómenos como la desertificación.

El proceso productivo de esta escala básica se reorganizó posteriormente y cristalizó en la creación de una Base Topográfica Nacional a escala 1:25.000 (BTN25), que hoy en día permite una actualización constante de la información contenida en el Mapa Topográfico.

Los datos básicos del territorio representados en el MTN25 están disponibles tanto en la página web del IGN **(www.ign.es)** como en el geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (www.idee.es). Además de su versión impresa comercializada por el Centro Nacional de Información Geográfica (organismo autónomo adscrito al IGN), todo el MTN25 se puede consultar fácilmente desde Iberpix, visualizador de imágenes y cartografía ráster del Instituto Geográfico Nacional **(http://www.ign.es/iberpix/visoriberpix/visorign.html).**

Para dar una idea de las utilidades que proporciona el MTN25, en 2011 se realizaron casi medio millón de descargas de hojas del mapa desde el Centro de Descargas del CNIG **(http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp).** ■

EN SERVICIO EL TRAMO ROSSELLÓ-ALMENAR DE LA AUTOVÍA A-14 EN LLEIDA

Por tierras del Segriá





JAVIER R. VENTOSA FOTOS: DCE CATALUÑA

El Ministerio de Fomento ha puesto en servicio 7 kilómetros del tramo Rosselló-Almenar de la autovía A-14, en la comarca del Segriá (Lleida). Se trata del recorrido inaugural de esta nueva infraestructura de gran capacidad, destinada a modernizar el corredor viario entre Lleida y la frontera francesa. La inversión total en el tramo asciende a 37,6 M€.

Rosselló-Almenar, que entró en servicio el pasado 19 de mayo, es el primer tramo operativo de la autovía A-14. Esta infraestructura de gran capacidad se ha proyectado con origen en la autovía del Nordeste (A-2), cerca de Lleida, y final en So-



Dos imágenes de la nueva infraestructura, que constituye el tramo inaugural de la autovía A-14.

peira (Huesca), localidad prepirenaica a partir de la cual tendrá continuidad hasta Francia a través de la carretera N-230, en la que el Ministerio de Fomento tiene previsto realizar importantes obras de mejora. El objetivo es crear un moderno y más capaz corredor viario entre Lleida y el valle de Arán y la frontera gala que, al mejorar las comunicaciones existentes, contribuirá a vertebrar el territorio y a dinamizar la economía de la zona.

La futura autovía A-14, de 95,6 kilómetros de longitud, se ha dividido para su construcción en nueve tramos, tres en la provincia de Lleida (23,6 kilómetros) y seis en la de Huesca (72 kilómetros). La ministra de Fomento, Ana Pastor, anunció recientemente en el Senado que su departamento dará a lo largo de 2012 un impulso a esta infraestructura, con la reactivación de los tramos leridanos Lleida (A-2)-Rosselló y Almenar-Alfarrás (Límite Provincial Huesca), contiguos al ahora inaugurado, y la reanudación de las actuaciones en los tramos oscenses, en fase de proyecto.

El Ministerio de Fomento ha realizado una inversión total de 37,6 M€ en el nuevo



Los pasos superiores, construidos mediante tableros que reducen los costes de conservación, son el elemento más singular del tramo.

tramo. Los beneficios de mayor seguridad, comodidad y mejora de los tiempos de desplazamiento respecto a la N-230 que ya aporta a los usuarios alcanzarán su dimensión real cuando, en conjunción con los tramos contiguos, cobre toda su funcionalidad. De momento, el trazado evita las actuales travesías urbanas de Alguaire y Almenar, además de dar acceso al aeropuerto de Lleida, en servicio desde 2010.

Características del tramo

El nuevo tramo de la A-14 tiene una longitud total de 10,3 kilómetros, aunque la apertura al tráfico se ha llevado a cabo entre los enlaces de Alguaire y Almenar, comprendidos entre los PK 8+637 y 15+638 del trazado, por lo que en total se han abierto 7 kilómetros de autovía. Los 3,3 kilómetros restantes, comprendidos entre los PK 6+000 al 8+637 y PK 15+638 al 16+300, permanecerán cerrados al tráfico hasta la ejecución de los dos tramos adyacentes.



PRINCIPALES MAGNITUDES DE OBRA

Terraplén	1.086.664 m³
Desmonte	1.438.996 m³
Suelo seleccionado	100.387 m³
Suelo estabilizado	126.511 m³
Zahorra artificial	121.719 m³
Suelocemento	80.731 m³
Hormigón	19.979 m³
Acero pasivo	1.711.171 kg
Acero activo	195.136 kg
Aglomerado	139.963 Tn

El tronco de la autovía, que discurre por los términos municipales de Torrefarrera, Alguaire y Almenar, siempre al oeste de la carretera N-230, tiene un trazado con curvas de 7.500 metros de radio mínimo y una pendiente máxima del 0,55%, con una velocidad de proyecto de 120 km/h. Su sección es la característica de las carreteras de gran capacidad: dos calzadas formadas cada una de ellas por dos carriles de 3,5 metros de anchura, arcén exterior de 2,5 metros e interior de 1,5 metros, siendo la mediana de 2 metros de anchura con una barrera tipo New Jersey de hormigón en el centro.

El firme de la autovía se compone de las siguientes capas y espesores: 3 centímetros de MBC (mezcla bituminosa en caliente) discontinua M-10 en la capa de rodadura, 5 centímetros de MBC S-12 y otros 5 centímetros de MBC S-20 en la capa intermedia, 7 centímetros de MBC en la capa ba-

se y 20 centímetros de suelocemento, colocados sobre una explanada E3.

Enlaces y estructuras

En el trazado se han dispuesto dos enlaces con tipología de diamante con pesas. El de Alguaire se compone de un ramal bidireccional sobre la autovía (en dirección a esta localidad y al aeropuerto) resuelto con una estructura y dos glorietas donde se conectan todas las reposiciones de caminos. Este enlace se completa, para permitir el acceso a Alguaire por el oeste, con una vía de conexión de 2.400 metros que comunica con la N-230 a través de una glorieta. El enlace de Almenar se compone de dos glorietas unidas bajo un ramal unidireccional bajo la A-14, que permite el acceso a Almenar por el oeste mediante una vía de conexión de 2,3 kilómetros, que conecta con la N-230 a través de una glorieta. Los ramales de conexión de ambos enlaces están formados por una calzada bidireccional (un carril por sentido) con dos carriles de 3,50 metros de anchura y arcenes de 1,50 metros.

En total, en este tramo se han construido 12 estructuras transversales de distinta tipología para garantizar la permeabilidad de los caminos existentes en ambas márgenes. Seis de ellos son pasos superiores de hormigón pretensado, todos con cuatro vanos de luces de 15 metros en los laterales y 21 metros en la zona central. Tres de los pasos (Camí agrícola, Camí de Tamarite de Litera y Camí de Almacelles) tienen 7 metros de anchura, otro paso (el enlace de Alguaire) suma 10 metros de ancho y dos pasos más (Camí de la Torre y Camí de Unilla) alcanzan los 23 metros de anchura, incluidos 15 metros para el paso de fauna.

Los seis pasos inferiores son de hormigón armado con vano de ocho metros de luz, salvo el Camí Cabanera Reial, de 11 metros, y el enlace de Almenar, con 12 metros de luz.

En cumplimiento de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), se han llevado a cabo las medidas de prevención, corrección e integración ambiental previstas en el proyecto, con atención preferente a la Zona de Especial Protección para las Aves que atraviesa la autovía. En total, la inversión en las medidas medioambientales ha sido de 2,8 M€. ■





Enlace de Alguaire, origen del nuevo tramo de autovía. Debajo, paso superior y señalización vertical.

Economía de mantenimiento

A lo largo del trazado se han dispuesto seis pasos superiores que por sus características revisten cierta singularidad. Tres de estas estructuras están resueltas mediante tableros integrales (no tienen aparatos de apoyo ni juntas de dilatación, ni en pilas ni en estribos) y las otras tres mediante tableros semi-integrales (carecen de aparatos de apoyo y juntas en las pilas, aunque sí los tienen en los estribos). Al carecer de estos elementos, que son los de mayor coste en conservación al ser la zona por donde pasa el agua, los tableros tienen menor necesidad de mantenimiento. Otra ventaja adicional es que mejoran la transición entre el terraplén de acceso y la estructura, por lo que son puentes más económicos que los convencionales, tanto desde el punto de vista de la construcción como del mantenimiento.

El proceso constructivo es el convencional para este tipo de pasos: ejecución de las zapatas de cimentación, ejecución de pilares y estribos, cimbrado normal y ejecución del tablero pretensado.

Los tres tableros integrales consisten en una losa pretensada maciza, de 0,80 metros de canto, apoyada sobre pilares cilíndricos de dos fustes, de hormigón armado, y sección variable de diámetro 0,70 metros en cabeza. La cimentación de los pilares es directa sobre zapatas aisladas, y la de los estribos, mediante mircopilotes empotrados al estribo.

Los tableros semi-integrales consisten en una losa pretensada maciza, de 0,80 o 1 metro de canto según los casos, apoyada sobre pilares cilíndricos de uno o cuatro fustes, de hormigón armado y sección variable 0,70 m en cabeza. La cimentación de pilares y estribos es directa. Dos de estos tableros tienen la particularidad de tener 23 metros de anchura, con 15 metros para paso de fauna.



LA REFORMA DE LA LEY DE ORDENACIÓN DEL TRANSPORTE TERRESTRE BUSCA IMPULSAR LA TRANSPARENCIA Y EFICACIA EN EL SECTOR

Competitividad con garantías





R. F.

El proyecto de reforma de la Ley de Ordenación del Transporte Terrestre contempla la introducción de importantes novedades que dotarán de más flexibilidad y competitividad a las más de 100.000 empresas que hoy operan en el sector. La reducción de las cargas administrativas, la lucha contra el intrusismo y el refuerzo de las garantías para los usuarios son sus principales líneas de actuación.

El sector del transporte por carretera tiene una relevancia de primer orden en la economía nacional, tanto por su contribución a la generación de riqueza, cifrada en torno al 3% en términos de valor añadido del PIB, como por su aportación al empleo, con más de 108.000 empresas registradas que dan trabajo a cerca de medio millón de personas.

Mejorar la competitividad del sector simplificando la burocracia y ofreciendo más flexibilidad a las empresas para poder operar en el mercado del transporte por carretera es uno de los principales objetivos del proyecto de reforma de la Ley de Ordenación del Transporte Terrestre (LOTT), aprobada en 1987 y que necesita por tanto una vigorosa actualización, tanto para adecuarla a la realidad del sector como a otros



aspectos normativos vigentes, especialmente en el marco comunitario.

Para ello, el Ministerio de Fomento ha elaborado un anteproyecto de Ley que ha empezado a ser debatido y consensuado con los principales actores implicados (comunidades autónomas, Comité Nacional del Transporte por Carretera, organizaciones empresariales y profesionales, etc.) y cuyo informe previo fue estudiado también en el Consejo de Ministros del pasado 15 de junio.

El proyecto de reforma de la LOTT se articula en torno a tres grandes líneas maestras: la mejora de la competitividad y eficiencia del sector, la mejora del servicio público del transporte de viajeros y la mejora de la transparencia y el control.

Para favorecer la competitividad de las empresas la reforma introduce varios aspectos novedosos, como la simplificación de trámites y la reducción de las cargas administrativas. Así, con la nueva Ley bastará con una única autorización para realizar la actividad del transporte y las operaciones de subcontratación del mismo, frente a las dos licencias necesarias hoy. Asimismo, en el borrador se contempla también que todas las gestiones que se efectúan con la autoridad de transporte, bien ante el propio Ministerio de Fomento o ante las consejerías de las comunidades autónomas, se puedan llevar a cabo a través de Internet, con el consiguiente ahorro de costes y tiempo. Por otro lado, el anteproyecto amplía de 6.000 a 12.000 euros el límite económico para poder acudir a las Juntas Arbitrales en caso de desacuerdo contractual, lo que conlleva un importante ahorro en costes judiciales y en los plazos de resolución de conflictos. A fin de evitar el intrusismo, la nueva Ley reforzará el principio de que solo podrá contratar y facturar el titular en posesión de la licencia o autorización de transporte correspondiente y en vigor. Cualquier infracción al respecto será sancionable de hecho.

Por último, y en línea con el principio de mejorar la transparencia y el control, la inscripción en el registro será obligatoria para las empresas de transporte de mercancía y agencias de intermediación autorizadas. Además de permitirse de este modo que el contratista conozca con antelación si el transportista o agencia poseen autorización en vigor, lo que antes solo era posible mediante un trámite de consulta previa a la Administración, se refuerzan las garantías jurídicas frente a posibles infracciones.

Con respecto a la mejora del transporte público de viajeros, la nueva Ley apuesta decididamente por el modelo con-

EL SECTOR DEL TRANSPORTE POR CARRETERA EN CIFRAS

Mercancías

- 501.524 vehículos autorizados
  - 68% público (servicio a contratista)
  - 32% privado (productor con flota en exclusiva)
- 104.557 empresas autorizadas para transporte público
  - El 22,6% de las empresas tiene más de cinco vehículos.
  - El 53,3% cuenta con un solo vehículo.

Viajeros

- 42.661 vehículos autorizados
  - 41.227 para servicio público
  - 1.434 para servicio privado (traslado de personal propio)
- 3.625 empresas autorizadas para servicio público (media de 11 vehículos por empresa).



cesional regulado por el Estado y las comunidades autónomas, manteniendo el principio de exclusividad para este tipo de servicios. Entre sus principales ventajas para los usuarios, conforme a los criterios de la UE, cabe destacar su excelente contribución a la oferta de movilidad y cohesión territorial, además de mantener una buena relación entre la calidad del servicio y unos precios competitivos respecto a otros modos de transporte. Para reforzar las garantías de los viajeros, la nueva Ley obligará a las empresas de transporte regular de viajeros a inscribir sus contratos de gestión en el registro, con lo que los potenciales usuarios podrán estar informados, a través de Internet, tanto de las condiciones como de las tarifas del servicio. También y a fin de mejorar la eficiencia en algunas rutas, incrementando el grado de ocupación de los vehículos, el proyecto incluye la posibilidad de combinar el transporte escolar y de trabajadores (líneas regulares de uso especial) con las líneas regulares de viajeros por carretera (uso general). ■

GPS para vehículos sanitarios

Los ministerios de Fomento y Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad trabajan en un proyecto de Ley que busca mejorar las condiciones en que se prestan los servicios de transporte sanitario por carretera. En concreto, se ha procedido a establecer una nueva clasificación de los vehículos en función de sus características y los servicios que prestan: ambulancias no asistenciales, que pueden ser de clase A1 (transporte de pacientes en camilla, sin asistencia sanitaria) y A2 (transporte colectivo para traslado de enfermos no urgentes ni afectados por enfermedad infecto-contagiosa); de clase B (ambulancias asistenciales, con equipos técnico-sanitarios a bordo para prestar soporte vital básico), y de clase C (con equipos de soporte vital avanzado). El proyecto de Ley contempla que estos últimos, los vehículos asistenciales del tipo B y C, incorporen, en el plazo de dos años desde la entrada en vigor de la norma, equipos de transmisión de datos y localización GPS a fin de asegurar la comunicación con sus centros de coordinación de urgencias y de Tráfico correspondiente.

El proyecto de Real Decreto contempla también una serie de requisitos mínimos en cuanto a su formación. Así, las ambulancias asistenciales de las clases A1 y A2 deberán contar con un conductor en posesión del correspondiente certificado profesional y, si el servicio lo requiere, el vehículo debe contar con otro ayudante con igual cualificación. Por su parte los vehículos de tipo B deberán contar con un conductor con título de formación profesional de técnico en emergencias sanitarias y otro conductor en funciones con al menos la misma cualificación. Por último, las ambulancias de clase C, además del conductor titulado en emergencias sanitarias, debe disponer de un enfermero también titulado y, si el servicio prestado lo requiere, de un médico también titulado. La nueva norma prevé, a su entrada en vigor, los correspondientes procesos de adaptación del personal a los requisitos de formación, así como las necesidades de las empresas y entidades prestatarias de dichos servicios.



SALVAMENTO MARÍTIMO PONE A PRUEBA SUS EFECTIVOS EN GALICIA

Examen en la ría

PEPA MARTÍN FOTOS: SASEMAR

La ría de Pontevedra ha sido el escenario de un nuevo ejercicio de Salvamento Marítimo con el fin de poner a prueba, ante una hipotética emergencia, la capacidad de respuesta y coordinación de los organismos implicados.

La supuesta colisión entre dos pesqueros a la entrada del puerto de Marín (Pontevedra), el posterior hundimiento de uno de ellos y un hipotético episodio de contaminación en el mar han puesto recientemente a prueba la capacidad de respuesta y coordinación entre los distintos organismos y administraciones implicadas en las tareas de salvamento marítimo en Galicia.

En el ejercicio, coordinado por el Centro de Salvamento Marítimo en Finisterre, participaron efectivos de la Capitanía Marítima de Vigo, el Distrito Marítimo de Marín, la Autoridad Portuaria de Marín, el Servicio de Guardacostas de la Xunta de Galicia y agentes de la Guardia Civil, mientras que alumnos y profesores de la Escuela Náutico Pesquera de Bueu siguieron el desarrollo de las operaciones desde un buque del organismo dependiente del Ministerio de Fomento.





El avión Sasemar 102 de Salvamernto Marítimo localizó desde el aire el vertido contaminante derramado en las aguas de la ría.

Las unidades de Salvamento Marítimo que participaron en el ejercicio fueron el avión *Sasemar 102*, el buque polivalente *Don Inda*, el buque de salvamento *María Pita* y la *Salvamar Mirach*, mientras que por parte del Servicio de Guardacostas de la Xunta de Galicia intervinieron el helicóptero *Pesca I* y la embarcación *Serra Barbanza*.

Desarrollo del ejercicio

El ejercicio partía de la supuesta colisión entre dos pesqueros a la entrada del puerto de Marín, el posterior hundimiento de uno de ellos y, como consecuencia del siniestro, un episodio de contaminación en el mar.

Tras la hipotética emergencia se desplegó el operativo de respuesta, movilizando, en primer lugar, los medios SAR (*Search And Rescue*/Búsqueda y Rescate) con la intervención del helicóptero de Guardacostas de la Xunta de Galicia *Pesca I*, que rescató a dos tripulantes de uno de los pesqueros que habían caído al agua –en realidad se trataba de dos buceadores de la base estratégica de Salvamento Marítimo de Fene– y los trasladó al puerto de Marín.

A continuación se movilizaron los medios LCC (Lucha Contra la Contaminación) para hacer frente al supuesto derrame –imaginario, ya que no se utilizó líquido alguno de figuración– de un producto contaminante. Tras la localización de las manchas de combustible en el agua por parte del avión *Sasemar 102* y el buque polivalente *Don Inda* –asistido en esta operación por la *Salvamar Mirach*–, se desplegó una barrera oceánica en forma de U para contener el producto derramado.



Los medios humanos y técnicos de Sasemar estuvieron coordinados con los de otras administraciones.



Náufragos a la deriva marcados con humo de color para proceder a su rescate del agua.

Posteriormente se empleó el sistema TransRec, formado por los *skimmers* de control remoto que recuperan de forma mecánica el producto derramado, succionando la supuesta contaminación que estaba contenida en la barrera, y a continuación entraron en escena los tangones para recoger las manchas dispersas que habían quedado fuera del cerco de la barrera y había posicionado el avión *Sasemar 102*.

A continuación se describen las características de los principales medios participantes:

'Don Inda'

El buque polivalente *Don Inda*, cuya misión en el ejercicio fue contener el supuesto derrame, se utiliza desde el año 2006 para el salvamento de personas y la lucha contra la contaminación en el mar, disponiendo de capacidad de recogida de residuos y asistencia y remolque a buques. Con 80 metros de eslora, tiene una potencia de 20.600 C.V., 228 toneladas de remolque y 1.750 m^3 de capacidad de almacenamiento a bordo, características que le convierten en el medio más potente ante accidentes por vertidos contaminantes.

También se puede utilizar como plataforma de apoyo en operaciones marítimas, ya que está equipado con un sistema de posicionamiento dinámico, espacios habilitados para el trabajo de buceadores, equipos auxiliares y central de comunicaciones.

Otros equipos a bordo, como el radar Seadark, la cámara de visión nocturna (FLIR), los equipos contraincendios y los dos sistemas de recogida de residuos de hidrocarburos, junto a la posibilidad de aplicación de dispersantes, completan las prestaciones del buque y garantizan su polivalencia, su operatividad y su adecuación a cualquier emergencia.

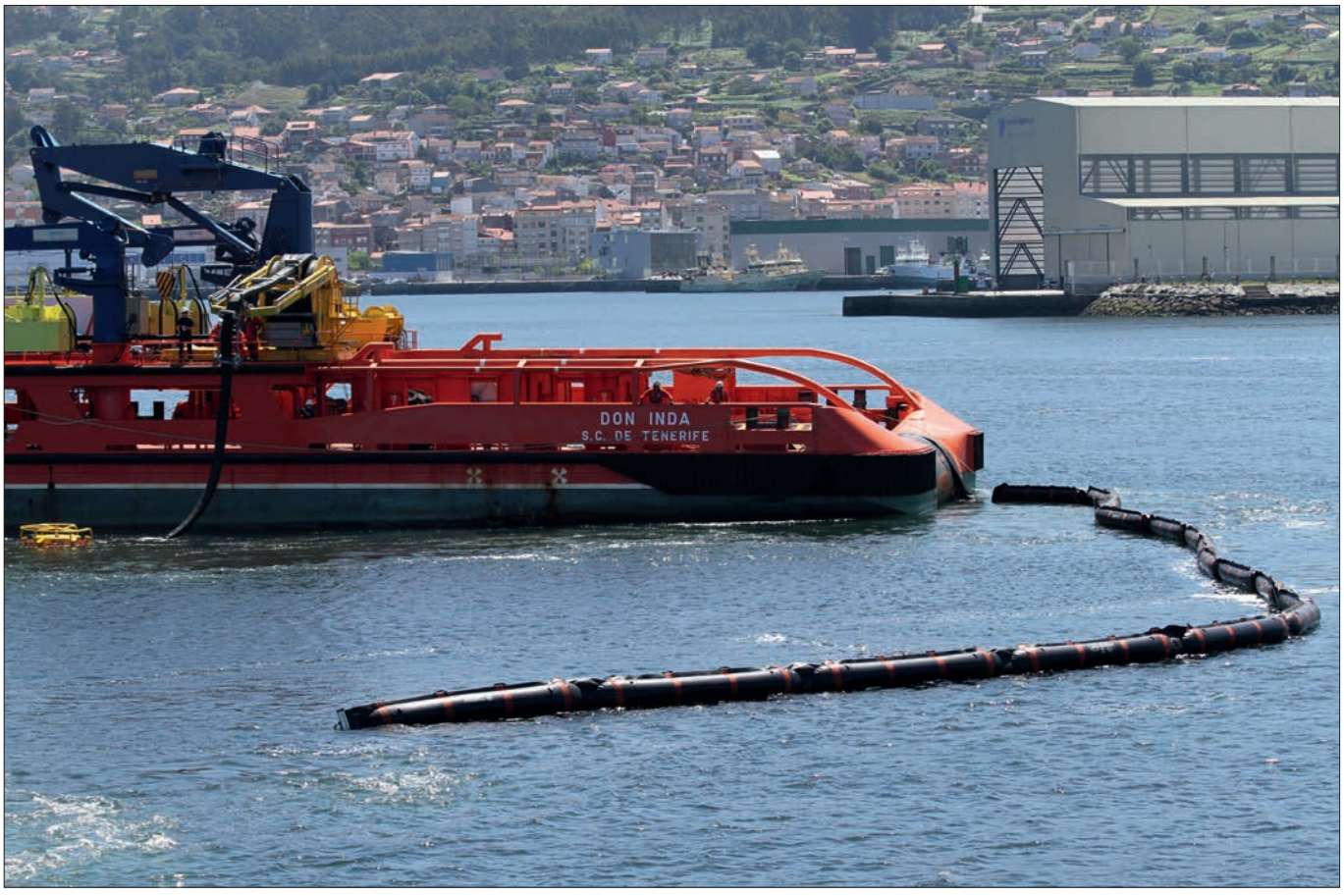
'Salvamar Mirach'

La asistencia al *Don Inda* la proporcionó en este ejercicio la *Salvamar Mirach*, embarcación de alta velocidad con base en Cangas do Morrazo (Pontevedra) que posee gran maniobrabilidad y poco calado, por lo que es apropiada para actuar en circunstancias en las que la rapidez de respuesta es fundamental. También es adecuada para la recogida de náufragos, el remolcaje y otras asistencias.

Construida en el año 2002 a base de aluminio y con borda baja, esta embarcación mide 21 metros de eslora y alcanza velocidades superiores a los 30 nudos. Participa en la mayoría de las emergencias de Salvamento Marítimo gracias a su rápida respuesta y versatilidad, ya sea resolviendo directamente la emergencia o como apoyo a otros medios de intervención.

Buque 'María Pita'

Buque diseñado para atender misiones diversas, entre las que destacan el remolque de buques en situación comprometida, el apoyo a barcos con problemas, la lucha contra in-



Dos momentos del despliegue de la barrera oceánica desde el buque polivalente Don Inda.

Entidades y medios participantes

- Ministerio de Fomento
- Capitanía Marítima de Vigo
- Distrito Marítimo de Marín
- Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima
- Autoridad Portuaria de Marín (Puertos del Estado)
- Xunta de Galicia
- Guardacostas de Galicia (Xunta de Galicia)
- Avión *Sasemar 102*
- Buque *Don Inda*
- Buque *María Pita*
- *Salvamar Mirach*
- Guardacostas de Galicia
- Helicóptero *Pesca* I
- L/S *Serra Barbanza*



cendios en el mar, el combate contra la contaminación marina y el salvamento de náufragos.

Para las tareas de rescate, el *María Pita* dispone, además, de una embarcación auxiliar con eslora total de 7,10 metros, manga de 2,93 metros y un tiro a punto fijo de dos toneladas. Esta embarcación está especialmente diseñada para rescates, trabajo en plataformas *offshore* y remolque de barreras anticontaminación, actuando también en labores de recogida de residuos.

Entre sus múltiples equipos, el *María Pita* dispone también de un servicio exterior contraincendios, con dos bombas extintoras con una capacidad total de 3.000 metros cúbicos a la hora, a una presión de 14 bares, y un sistema de rociadores que permite crear una cortina de agua para proteger la superestructura y la cubierta del buque, posibilitando de esta forma una mayor aproximación a las zonas de siniestro.

Medios de Salvamento Marítimo en Galicia

El Ministerio de Fomento dispone en Galicia de los siguientes medios, que se coordinan desde los Centros de Coordinación de Salvamento (CCS) de Finisterre, A Coruña y Vigo:

- Remolcador *Sar Gavia* (Puerto de referencia A Coruña, cubre la zona norte de Galicia).
- Remolcador *María Pita* (Puerto de referencia Marín, opera en la zona sur de Galicia).
- *Salvamar Mirach* (Cangas de Morrazo).
- *Salvamar Sargadelos* (Ribeira).
- *Salvamar Regulus* (Porto do Son).
- *Salvamar Altair* (Camariñas).
- *Salvamar Mirfak* (A Coruña).
- *Salvamar Shaula* (Cariño).
- *Salvamar Alioth* (Burela).
- Guardamar Concepción Arenal (Puerto de referencia A Coruña, cubre la fachada galaico-cantábrica).
- Buque polivalente *Don Inda* (Dispositivo de Separación de Tráfico de Finisterre).
- Helicópteros *Helimer 209* y *Helimer 204* (A Coruña).
- Avión *Sasemar 102* (Santiago de Compostela).
- Avión *Serviola* 303 (A Coruña).
- Base estratégica de salvamento y lucha contra la contaminación (Fene).



El ejercicio ha permitido evaluar la coordinación entre los medios marítimos y aéreos de rescate.

Helicóptero 'Pesca I'

Este helicóptero del Servicio de Guardacostas de la Xunta de Galicia, cuya misión en el ejercicio de Marín fue el rescate de los náufragos y la localización de la contaminación marina, es un modelo Sikorsky S-76C+ equipado con los últimos adelantos tecnológicos, característica que garantiza su máxima operatividad. Sus prestaciones y la pericia de la tripulación han demostrado en distintas ocasiones que está capacitado para llevar a cabo rescates en el mar en las condiciones más adversas.

Entre estas prestaciones destacan el sistema de estacionario automático –que reviste las misiones de salvamento de una gran seguridad al eliminar la posibilidad de desorientación espacial del piloto ante la ausencia de referencias visuales–, el sistema FLIR acoplado con el faro Night-Sun, para la búsqueda de náufragos, y su gran autonomía, que permite realizar evacuaciones hasta una distancia de 230 millas de la costa.

Además, este helicóptero alcanza una velocidad de 145 nudos, dispone de cabina digital, dos guindastres de rescate externos, dos equipos de comunicación en banda marina, dos radiogoniómetros multibanda para localización de radiobalizas, circuito cerrado de tres cámaras de vídeo, dos faros traseros orientables y gancho baricéntrico para transporte de carga.

'Serra Barbanza'

La embarcación *Serra Barbanza*, participante también en el ejercicio de la ría pontevedresa, tiene unos motores que desarrollan una potencia de 1.220 CV, lo que le permite alcanzar altas velocidades, una característica indispensable para atender con prontitud una demanda de auxilio. Está propulsada por hidro-jets y dispone de halador hidráulico, necesario para sus labores habituales de inspección pesquera, así como para colaborar en las maniobras de largado y fondeo de barreras en tareas de lucha contra la contaminación. ■

I+D+i

ADIF DESARROLLA UN SISTEMA QUE APROVECHA LA ENERGÍA GENERADA POR LOS TRENES PARA CARGAR COCHES ELÉCTRICOS



Una estación para ponerse las pilas

R. F. Fotos: ADIF

El coche eléctrico puede ser un pilar básico en la movilidad del futuro. Pero necesita contar antes con una amplia red de infraestructura de recarga de sus baterías. Dentro de las distintas iniciativas en marcha, destaca singularmente la *ferrolinera* de ADIF, que utiliza la energía producida por el proceso de frenado de los trenes.



La primera ferrolinera de España se ha instalado en la estación Málaga-María Zambrano.

Esta iniciativa, que ha superado con éxito una intensa fase de ensayos, busca contribuir al impulso de la industria española del vehículo eléctrico e incrementar la sostenibilidad del sistema de transporte español y el ahorro energético, pues uno de sus puntos fuertes es que no se precisa recurrir a fuentes o redes externas de suministro eléctrico. Bastaría con las de la propia red ferroviaria española, que se extiende por más de 13.000 kilómetros y cuenta con unas 1.500 estaciones y centros logísticos susceptibles de ser aprovechados para este proyecto, al que podrían aportar otros tantos puntos de recarga eléctrica.

Las estaciones de carga de vehículos eléctricos, las denominadas ya como *ferrolineras*, que plantea el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) obtendrían la energía de las subestaciones eléctricas que alimentan las catenarias, además de la que se pudiera recuperar de las deceleraciones de los trenes y la proveniente de las placas fotovoltaicas que se instalan en las marquesinas de los aparcamientos.

La *ferrolinera* suma, por tanto, un importante conjunto de ventajas, como son, entre otras, la de permitir la recuperación de una energía a la que actualmente no se le saca mayor rendimiento, y desarrollar un sistema más optimizado e inteligente de gestión de la energía de frenado de los trenes, en función del tráfico y la potencia eléctrica de la red ferroviaria.

Para comprobar la viabilidad del proyecto, la estación del AVE de Málaga-María Zambrano cuenta desde principios de abril con una pequeña *ferrolinera* abierta al público. Para el desarrollo de este primer prototipo, ADIF ha contado con la colaboración de las empresas Windinertia y Andel, junto con la



Las ferrolineras pretenden contribuir al impulso de la industria española del vehículo eléctrico, todavía en sus primeras etapas.

Universidad de Jaén. Tiempo atrás se llevaron a cabo unas pruebas iniciales en el Laboratorio de Energía de ADIF en Madrid, mediante varias fases. Permitieron comprobar la viabilidad de carga del coche eléctrico desde el transformador de la subestación eléctrica de Cerro Negro, desde la catenaria del tren y desde el acumulador de energía del volante de inercia instalado en el propio Laboratorio de Energía de ADIF.

Estos primeros ensayos fueron positivos, por lo que el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias registró la patente y la marca *ferrolinera* el pasado año. En esa primera fase se procedió igualmente al análisis estratégico del producto y de su propiedad intelectual e industrial, valorando el método de explotación conforme a varias posibilidades, bien mediante licencias de explotación a cambio de un canon, cesión o venta de la patente, etc.

En este sentido, la *ferrolinera* de ADIF ha recibido una subvención de casi 1,5 millones de euros del programa INNPACTO del Ministerio de Economía y Competitividad, que tiene como objetivo propiciar la creación de acuerdos de cooperación entre organismos para la realización de proyectos de I+D+i que ayuden a potenciar las actividades innovadoras en España.

ADIF trabaja en otras líneas de desarrollo del proyecto encaminadas a que la *ferrolinera* pueda dotarse también con energía eléctrica procedente de aerogeneradores, en un proyecto que cuenta con la financiación de la convocatoria REINDUS del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.



La recarga del vehículo se puede llevar a cabo en la estación malacitana desde el pasado mes de abril.



El poste de recarga es el eslabón final de la cadena de recuperación de energía del frenado de los trenes.

En vista del éxito del prototipo instalado en la estación del AVE de Málaga, ADIF alcanzó un acuerdo, en enero de este año, con el grupo Isofotón y Affirma Engineering and Technology para la comercialización de la *ferrolinera* en los próximos tres años. En él se contempla desarrollar una serie de fórmulas de cooperación para su distribución internacional, aunque no de forma exclusiva, de manera que ADIF podría llevar su patente fuera de España mediante otros medios.

Además de ADIF y la estación de AVE Málaga-María Zambrano, la Universidad de Jaén y las empresas Isofotón, Windinertia y Andel, en el desarrollo de la *ferrolinera* colaboran o han colaborado en sus diferentes fases el Centro de Tecnologías Ferroviarias (CTF) de ADIF en Málaga –en él se ha llevado a cabo gran parte de los ensayos–, las compañías Green Power, Acisa y MP Sistemas, el Instituto Andaluz de Tecnología y las universidades de Sevilla y Málaga. ■

Así funciona la 'ferrolinera'

Una *ferrolinera* tiene como objetivo principal el aprovechamiento de la energía de las subestaciones eléctricas que alimentan la catenaria ferroviaria. La energía recuperada a partir del frenado de los trenes y la energía fotovoltaica generada en las marquesinas de los aparcamientos permiten alimentar los sistemas de recarga de las baterías de los vehículos eléctricos. Ello se lleva a cabo mediante un sistema de almacenamiento y distribución de la electricidad, que llega a los automóviles a través de unos postes que pueden ser instalados tanto en estaciones como en otras dependencias ferroviarias que acojan tráfico de trenes.

El sistema está formado por un convertidor electrónico de potencia conectado a la catenaria, que transforma los 3 kV de corriente continua de la red convencional en los 220 voltios de corriente alterna utilizados en la carga de las baterías de un vehículo propulsado por electricidad. Cuenta con un dispositivo de almacenamiento basado en tecnología cinética o de *supercondensadores*, para optimizar los ciclos de carga, adaptando la generación de energía producida en los breves intervalos del frenado de los trenes a los amplios períodos de carga necesario para los automóviles eléctricos.

La *ferrolinera* tiene puntos de recarga con capacidad para ofrecer dos tipos de carga (lenta y rápida), ya que las baterías de los coches eléctricos permiten realizar ambos –de seis horas y 30 minutos, respectivamente–. Tanto los postes de recarga como la marquesina que recoge la energía solar están coordinados mediante un gestor de control que dota al sistema de inteligencia de red con el objetivo de hacer una adecuada gestión de toda la energía eléctrica obtenida.

VIII BIENAL IBEROAMERICANA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

Compartir soluciones

R. F. Fotos BIAU

En el segundo centenario de la aprobación de la Constitución que sirvió como modelo de inspiración a tantas otras a un lado y otro del Atlántico, Cádiz acogerá entre el 10 y el 14 de septiembre los actos de la octava edición de la Bienal Iberoamericana de Arquitectura y Urbanismo (BIAU), una experiencia que busca crear espacios de encuentro y debate, así como potenciar la puesta en valor de la arquitectura y el urbanismo más recientes de los países iberoamericanos.



Residencia para personas mayores en Alcácer do Sal (Portugal), de Francisco y Manuel Aires.



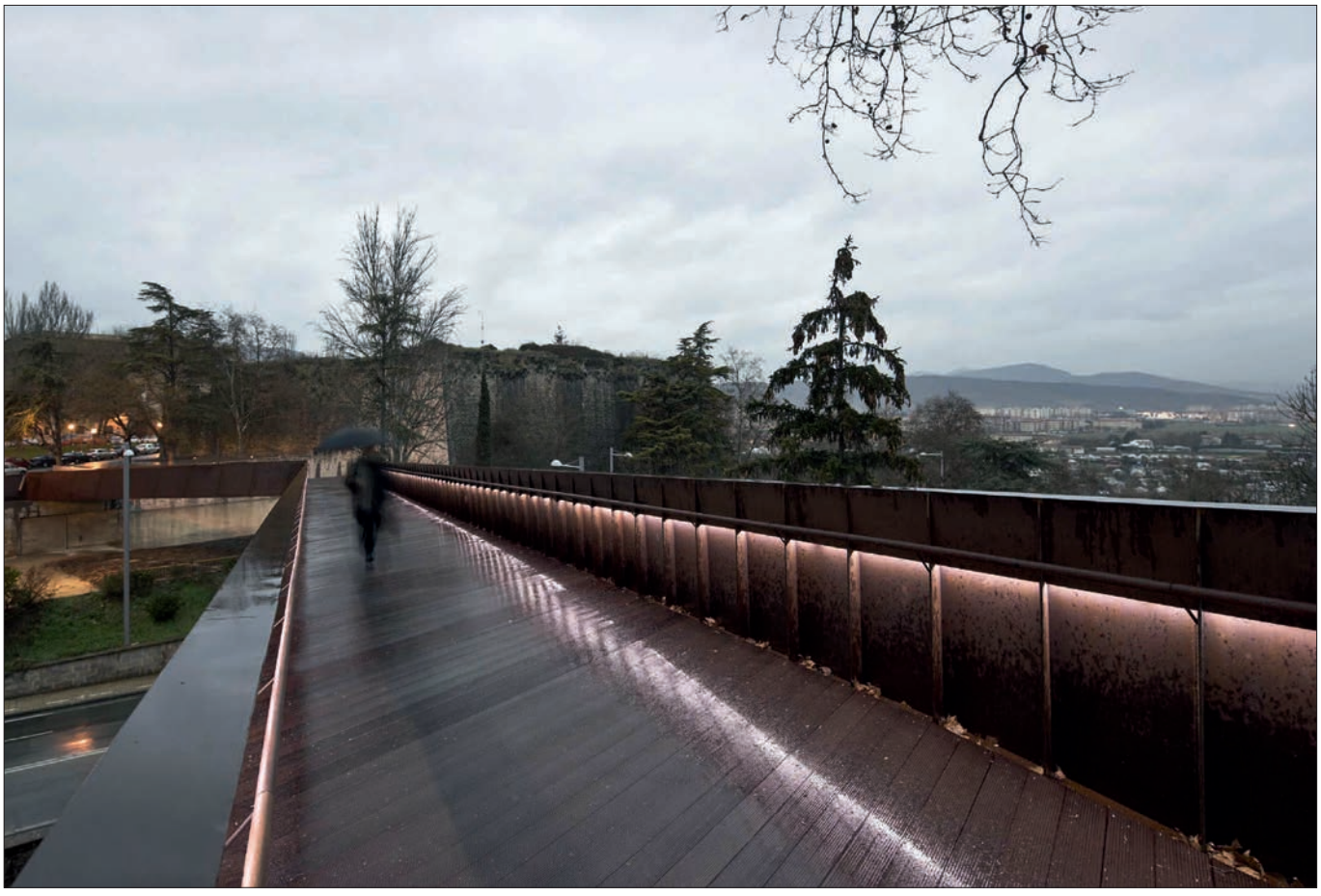
Cubierta de la antigua iglesia de Baños de Tungurahua (Ecuador), firmada por Christian Brown y Paola Meneses.

Desde la primera edición, celebrada en Madrid en 1998, la Bienal Iberoamericana, promovida por el Ministerio de Fomento a través de la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, se ha ido consolidando como el ámbito más propicio para conocer y alentar tanto las mejores experiencias en el desarrollo urbano como las aportaciones de la arquitectura a la solución de múltiples problemas hoy existentes: integración y cohesión social, respeto al entorno y sostenibilidad ambiental, recuperación de espacios obsoletos o degradados, etc.

Los premios, que en la actualidad se conceden a un total de seis categorías (obras, publicaciones, trabajos de investigación, premio a la trayectoria profesional, taller del agua para proyectos de estudiantes de arquitectura y videourbana), constituyen uno de los mejores estandartes de la Bienal a la hora de difundir las últimas y más notables experiencias en el ámbito de la arquitectura y el urbanismo. Pero a lo largo de la Bienal se desarrollan también numerosos actos, como conferencias, debates, talleres y otras actividades académicas que potencian este acontecimiento como espacio de participación y encuentro, una oportunidad excepcional para el intercambio de nuevos conocimientos y experiencias.



Casa de los Deportes, de Inteligencias Colectivas, en Colombia.



Pasarela peatonal del baluarte de Labrit, en Pamplona, obra de Óscar Pérez Silanes, Carlos Pereda Iglesias e Ignacio Olite Lumbreras.

Premios 2012

En la categoría de obras, el jurado de la VIII BIAU seleccionó finalmente un total de 26 obras como las mejores de entre las 152 propuestas por los delegados nacionales de los países participantes. Portugal, que sumó seis obras mencionadas, fue el país que concentró un mayor número de premios, señal inequívoca del gran momento de creatividad y dinamismo que impulsan la arquitectura y el urbanismo en ese país. Los seis proyectos portugueses mencionados tienen como común denominador la sencillez y buen criterio a la hora de ofrecer soluciones eficaces y sobrias, al tiempo que brillantes, a problemas hoy muy comunes como la rehabilitación de edificios obsoletos pero con gran carga histórica, la articulación de espacios o la





Izquierda, Espacio Olímpico de Medellín (Colombia). Sobre estas líneas, ampliación del museo de San Telmo (San Sebastián), de Fuensanta Nieto y Enrique Sobejano.



Interior del sosegado Museo del Agua de Lanjarón (Granada), de Juan Domingo de Santos.

amortiguación del impacto de la obra nueva en el paisaje.

Una residencia para personas mayores en Alcácer do Sal, obra de Francisco y Manuel Aires, cuyo interior se articula a través de una sucesión de unidades independientes que facilitan la privacidad y movilidad de sus habitantes y cuyos volúmenes en el exterior se configurar como un muro que surge de manera natural de la accidentada orografía, fue una de las grandes obras lusas más destacadas.

A ella se sumaron también la rehabilitación de la Casa del Arco de Coimbra, de João Mendes Ribeiro, cuya compleja estructura original interior se transformó en un espacio funcional y modélicamente organizado capaz de acoger todos los nuevos usos; o las dos casas de Santa Isabel, en Lisboa, obra de Ricardo Alberto Bagäo, que recuperan modélicamente un espacio industrial abandonado, y la renovación urbana de la plaza del Toural, en Guimaraes, a cargo del Centro de Estudos de la Escola de Arquitectura da Universidade do Minho, que replantea un espacio urbano de valor patrimonial como nuevo ágora. Obtuvieron asimismo mención el puente peatonal de Corvilha, obra de João Luís Carrilho, Carlos Quinaz y António Adäo da Fonseca, una estilizada y sutil estructura que se dibuja entre los escarpes de ambas laderas como continuación aérea de un sendero, y por último, las estaciones de teleférico de Vila Nova de Gaia, proyectadas por Ana Cristina Alves y Francisco Castello Branco, que resuelve con gran acierto la integración de un complejo tecnológico en un paraje natural.

> Las seis menciones de Portugal reflejan el gran momento de creatividad y dinamismo que impulsan la arquitectura y el urbanismo en ese país

Proyectos españoles

España, por su parte, fue el segundo país mas galardonado, sumando cinco menciones. De ellas, cuatro tuvieron que ver con la recuperación y actualización de espacios obsoletos cuya regeneración pro-



Viviendas de protección oficial en Salou, de Toni Gironés, con inteligentes soluciones sobre privacidad, aprovechamiento de espacios e iluminación.

picia nuevas integraciones y conectividades urbanas, como la ampliación del Museo de San Telmo en San Sebastián, obra de Fuensanta Nieto y Enrique Sobejano; la pasarela peatonal y urbanización del entorno del baluarte de Labrit, en Pamplona, obra de Óscar Pérez Silanes, Carlos Pereda Iglesias e Ignacio Olite Lumbreras; la posada y el restaurante Atrio, en Cáceres, obra de Emilio Tuñón y Luis Moreno Mansilla (este último nacido en Madrid en 1959, cuyo súbito fallecimiento en febrero pasado no solo ha truncado una de las carreras profesionales –desarrollada en su mayor parte en colaboración con Tuñón– más premiadas dentro y fuera de nuestro país, sino también una intensa labor formativa en las más prestigiosas universidades internacionales), o el Museo del Agua de Lanjarón, en Granada, de Juan Domingo de Santos, que transforma antiguas acequias y naves de matadero en un sugerente espacio de sencillez y sosiego, en línea con la mejor reinvención de los cármenes granadinos. También obtuvo mención el proyecto de 80 viviendas de protección oficial en Salou, de Toni Gironés, que integra inteligentes soluciones para asegurar la privacidad, la iluminación y el aprovechamiento eficaz de espacios.

La búsqueda de soluciones al problema de espacios en las grandes ciudades caracterizó también a otros dos proyectos brasileños: la residencia 4X30 en São Paulo, de Clara Reynaldo y Lourenço Gimenes, y el edificio de la calle Simpatía, también en São Paulo, de los arquitectos Alvaro Puntoni, João Sodré y Jonathan Davies. A ellos se sumó el diseño del edificio representativo del Sebrae (servicio brasileño de apoyo a las pequeñas y medianas empresas), en Brasilia, y obra también de los arquitectos antes citados, en colaboración con Luciano Margotto.

México obtuvo otras tres menciones. Una de ellas correspondió a un ambicioso proyecto de renovación urbana promovido por el Gobierno de Ciudad de México. Obra de Felipe Leal Fernández y Daniel Escotto Sánchez, su propuesta de intervención en el corredor peatonal Francisco I. Madero, además de mejorar la integración de los espacios adyacentes, articula una serie de zonas comunes que se rescatan para disfrute ciudadano. También merecieron mención el edificio de la Unidad de Innovación, Aprendizaje y Competitividad de la Universidad Iberoamericana de León (Guanajuato), obra de Agustín Landa Vértiz, y el Lounge de Tepoztlán, de Eduardo Cadaval y Clara Solá-Morales.

Soluciones

En sintonía con la inquietud por ofrecer soluciones a los problemas de la vivienda (iluminación, ventilación, eficiencia energética, racionali-



Vivienda de ladrillos en Buenos Aires, de Daniel Ventura y Andrés Virzi.

zación de costes e integración en el entorno), los dos proyectos argentinos premiados, la vivienda familiar de ladrillos (Buenos Aires), de Daniel Ventura y Andrés Virzi, y el edificio Maipú (Rosario), de Nicolás Campodónico, destacaron por el carácter altamente innovador de sus propuestas y el acierto en la elección de materiales para obtener el máximo de confort, en el primer caso, y una eficaz estructura y absorción de cargas en el segundo. Y en esa línea cabe inscribir los dos proyectos de Paraguay premiados: una vivienda unifamiliar en Asunción, obra de Francisco Tómboly y Sonia Carísimo, y la Casa del Pescador de villa Florida, de José Eduardo Cubilla López.

Colombia obtuvo dos menciones con sendas experiencias muy contrastadas. Por un lado, los proyectos de Inteligencias Colectivas Palomino, que se nutren de las experiencias de la arquitectura popular e improvisada de los habitantes del Caribe, y por otro, los coliseos para los Juegos Suramericanos de Medellín, una inteligente integración de cuatro estructuras independientes que permiten acoger actos de forma separada o unificada.

Finalmente, obtuvieron también mención los siguientes proyectos: la Universidad Adolfo Ibáñea, en Viña del Mar (Chile), de José Cruz Ovalle, en la que destacan su excelente relación con el entorno y la singular arquitectura histórica del puerto; la cubierta de la antigua iglesia de Baños, en Tungurahua (Ecuador), proyecto firmado por Christian Brown y Paola Meneses, que permite su recuperación como centro comunal respetando su sólida fábrica del siglo XVIII, asolada por el terremoto de 1949. ■



Corredor peatonal Francisco Madero, en México DF.



Juan Navarro Baldeweg y César Nasselli, trayectorias premiadas

El jurado de la VIII Bienal concedió también el Premio a la Trayectoria Profesional al arquitecto español Juan Navarro Baldeweg (Santander, 1939) y al argentino César Nasselli (Córdoba, 1933).

Doctor en Arquitectura por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid, Navarro Baldeweg –en la foto– cuenta con una dilatada labor docente en universidades españolas y norteamericanas. Su obra ha merecido asimismo muchos de los premios más prestigiosos: Premio Nacional de Artes Plásticas, medalla de oro del Consejo Superior de Arquitectos de España, medalla de oro al Mérito en las Bellas Artes, etc. Los teatros del Canal de Madrid, el Palacio de Congresos y Exposiciones de Salamanca, los Molinos del Río Segura (Murcia) o el Museo de Altamira son algunas de sus obras más conocidas en España, y la Biblioteca Hertziana, el edificio Novartis de Basilea o la Biblioteca de la Facultad de Música de la Universidad de Princeton dan idea de su quehacer fuera de nuestras fronteras.

César Nasselli ha contribuido a la formación de varias generaciones de arquitectos en su país, donde es profesor emérito de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad de Córdoba. Sus trabajos de investigación han sido todo un referente en la evolución de la arquitectura latinoamericana. Su trayectoria se ha caracterizado por una sólida defensa del patrimonio arquitectónico y paisajístico, con una activa participación desde diversos organismos e instituciones.

UN ATLAS TRAZA LAS VÍAS HISTÓRICAS DE LA VIEJA EUROPA Y EL NUEVO MUNDO

Los caminos del mundo



Beatriz Rodríguez López
Fotos: Caballero

A lo largo de 800 páginas, un total de 92 autores especializados han trazado los 135 itinerarios terrestres y marítimos que constituyeron las grandes vías de comunicación desde los inicios del Imperio Romano hasta el siglo XVIII. El *Atlas de caminería hispánica* es una valiosa compilación histórica y cartográfica que pone de relieve la importancia de esta disciplina, que será recogida en el próximo Diccionario de la Real Academia de la Lengua con la inclusión del vocablo "caminería" en su 23ª edición.



Trazado del Camino de Santiago cerca de Puente la Reina (Navarra).

La Vía de la Plata, la Ruta Herculana, el Camino de Santiago, la Caminería del Emperador Carlos V, la ruta Madrid-Manila, el itinerario de la vuelta al mundo de Magallanes y Elcano, el de Francisco Pizarro o el camino de los Virreyes, el Gran camino Inca. En total 135 itinerarios terrestres y marítimos en los que literatura, crónica, arte y geografía se unen para describir las grandes vías de comunicación desde los inicios del Imperio Romano hasta el siglo XVIII, y que el *Atlas de caminería hispánica* recoge con detalle y rigor científico.

En esta cuidada edición, que abarca dos tomos y suma casi 800 páginas, la cartografía antigua adquiere un peso específico fundamental. En ellos, tanto el historiador erudito como el lector interesado se asomarán a una información documentada y precisa para el seguimiento de rutas, lo que hace de esta obra una verdadera guía de caminos.



Estampas de viajeros del siglo XVI, de Braun y Hogenberg, en 'Civitates orbis terrarum'. BN.

Editado de forma conjunta por la Fundación de la Asociación Española de la Carretera (FAEC) y el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y coeditado por la Asociación Internacional de Caminería, el *Atlas* aspira a presentar una imagen muy diferente de la historiografía, donde se abren nuevos campos para la investigación y el mejor conocimiento de las culturas hispánicas.

De libro

Fruto de la importancia que tiene en el sector académico y de la investigación el término "caminería" es la próxima inclusión de este vocablo en el Diccionario de la Real Academia Española (DRAE) a partir de 2014, cuando verá la luz su 23ª edición, y cuyo significado se plasma a la perfección en el *Atlas*.

Esta decisión se adoptó en la Comisión Delegada del Pleno de esta institución, celebrada en octubre de 2011, tras la petición formal realizada en mayo por la FAEC, en la que se solicitaba la incorporación de este término en reconocimiento a la labor del profesor Manuel Criado de Val, quien lleva décadas trabajando con el propósito de revelar las íntimas vinculaciones entre las distintas ramas del saber y los

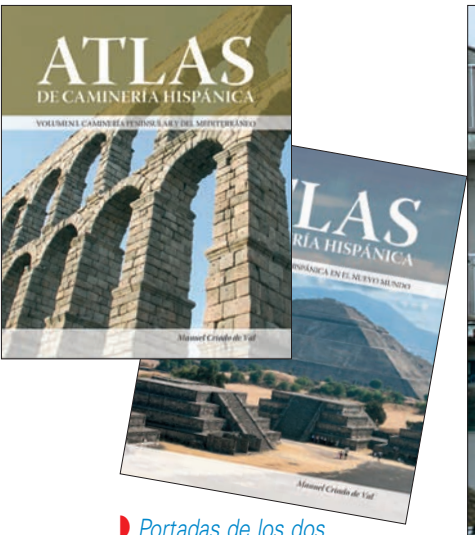


Volumen I: 'Caminería peninsular y del Mediterráneo'

- Caminería hispano-romana
- Las calzadas
- Gades y la ruta Herculana
- Roma y Cartago
- Cartografía hispano-romana
- Caminería en la España visigoda
- Caminería en el al-Andalus
- Caminería medieval cristiana. Siglos XII al XIV
- El siglo XV; un mundo polémico y brillante
- Caminería histórica
- Caminería literaria
- Los caminos reales en la península Ibérica
- Caminería de la Trashumancia y la Emigración
- La expansión hispánica en el Mediterráneo y Europa
- La caminería literaria en España. Siglos XVI y XVII

Volumen II: 'Caminería hispánica en el Nuevo Mundo'

- Descubrimiento de América. Castilla cruza la frontera del *Finisterrae*
- La ruta portuguesa a la India
- La cosmografía y el arte de navegar
- Las grandes rutas hispánicas
- La era de los descubrimientos. Siglos XV, XVI y XVII
- La Nueva España
- El Perú, Nueva Granada y el Reino de Chile
- Los caminos reales en América y el Pacífico. Siglos XVI y XVII
- Las misiones
- Caminería de la Ilustración. Siglo XVIII
- Itinerarios en América del Norte
- Exploraciones en el Pacífico y vuelta al mundo
- Itinerarios filantrópicos y científicos
- América y Oriente en las literaturas hispánicas. Siglos XVI y XVII
- Evolución y desenlace de las grandes rutas hispánicas



Portadas de los dos volúmenes del Atlas de caminería hispánica.

caminos, definición que corresponde a la nueva entrada en el Diccionario de la Real Academia Española.

Criado de Val, auténtico pionero en los estudios históricos en este campo e inspirador de la obra, es además presidente de la Asociación Internacional de Caminería, una de las entidades responsables del Congreso Internacional de Caminería Histórica, que nació en 1992 y que este mes de junio alcanza su XII edición manteniendo su propósito principal de fomentar la investigación de los sistemas de comunicación en todos los aspectos, físicos, históricos y literarios.

Caminería peninsular y del Mediterráneo y *Caminería hispánica en el Nuevo Mundo* son los dos tomos de este *Atlas*, que traza un recorrido espacial y temporal que va desde los inicios del Imperio Romano y su gran desarrollo de calzadas por todo el territorio hispánico hasta la conquista de América y los años posteriores de independencia.

Con esta obra se abren nuevos campos para la investigación y el mejor conocimiento de las culturas hispánicas. Los cronistas de este recorrido histórico son un centenar de expertos de muy diversas disciplinas, que a lo largo de 19 capítulos plasman desde un



Calzada del Camino de Santiago a su paso por Hospital de Órbigo (León).



Restos de una calzada romana en Cantabria.

viaje textual, documental y gráfico los itinerarios que unen el viejo continente con el nuevo mundo.

Interdisciplinariedad

La caminería tiene todos los ingredientes románticos de la perspectiva histórica y geográfica, y se basa en la relación interdisciplinaria de historiadores, arqueólogos, lingüistas, ingenieros y cartógrafos. Su propósito es seguir la evolución de las redes via-

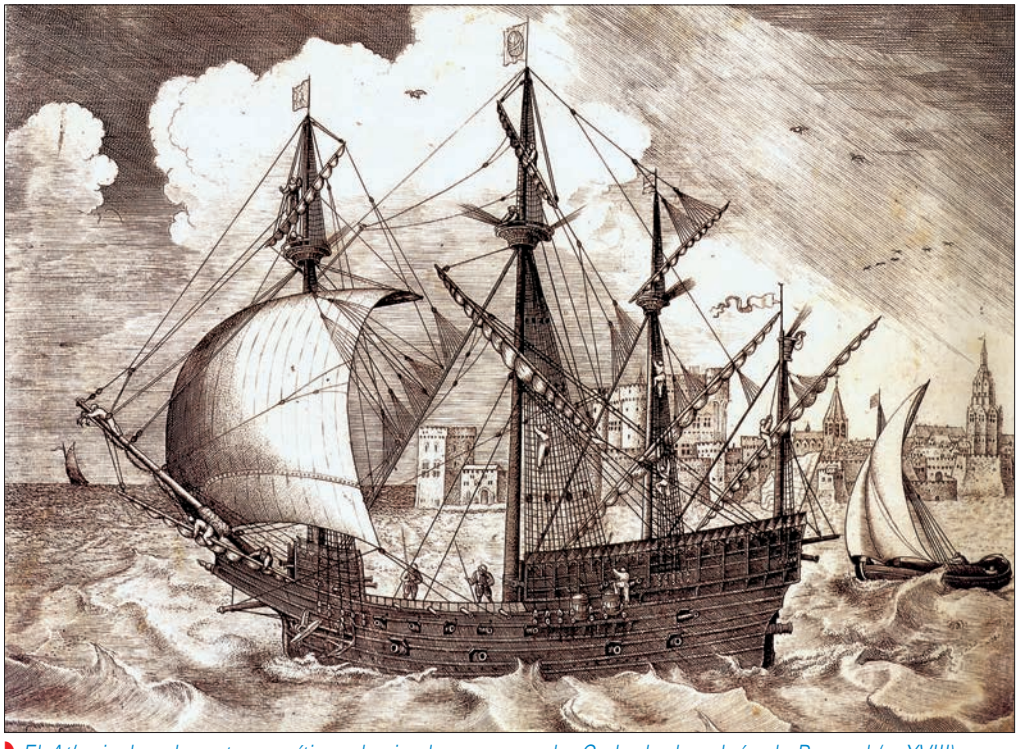


El Camino de Santiago fue una las grandes rutas medievales en España. En la foto, calzada de esta ruta cerca de Itero del Camino (Burgos).

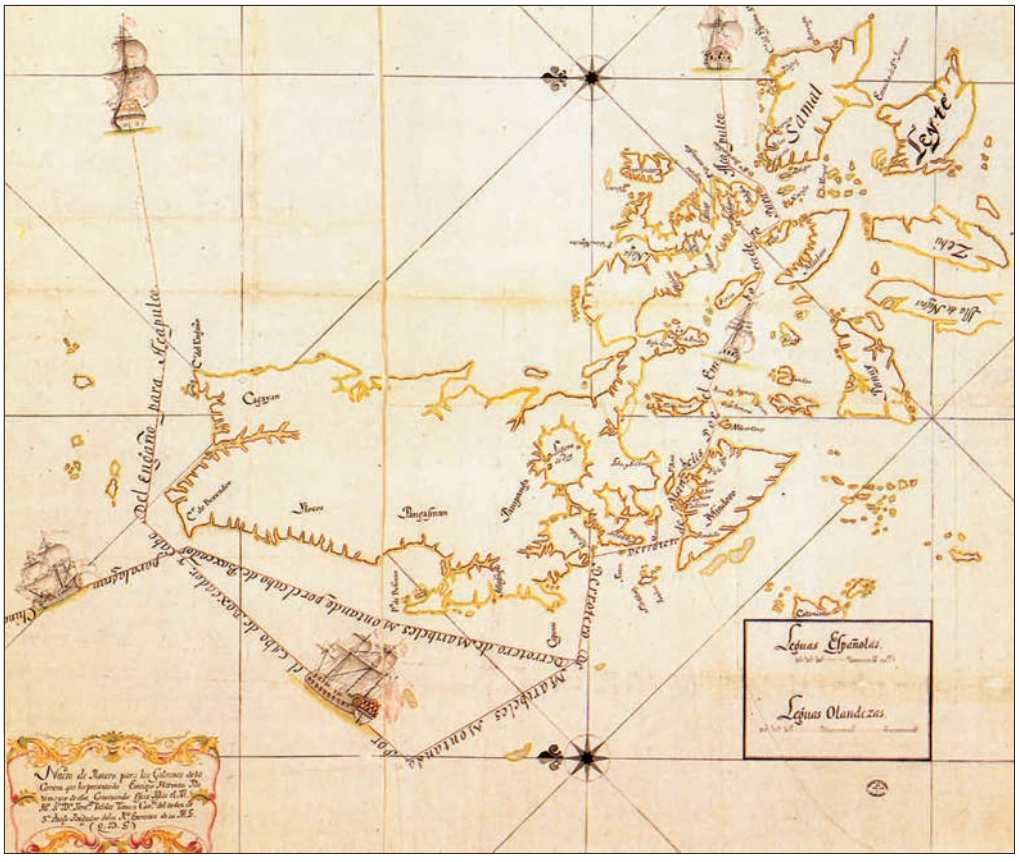
rias, lo que sitúa a la comunicación como importante factor del devenir histórico, y recorrer esa evolución sin perder de vista las transformaciones ideológicas, los cambios dinásticos y los enfrentamientos militares. Así, se diferencia la propia ruta o el camino físico del itinerario, que incluye la biografía de los grandes viajeros y la finalidad y consecuencias de su viaje.

Es la arqueología precisamente la base primordial de este Atlas, cuyo primer capítulo aborda el estudio de las vías de comunicación romanas, seguido de la caminería visigoda, la de al-Andalus y la medieval cristiana, que mantienen el sistema viario heredado de Roma.

Será a partir del gran salto del océano Atlántico, que su-



El Atlas incluye las rutas marítimas hacia el nuevo mundo. Grabado de galeón de Bruegel (s. XVIII).





Derrotero de las islas Filipinas, siglo XVIII. Debajo, calzada romana en Cáparra (Cáceres).

peró la frontera del tradicional *Finisterrae*, cuando España y Portugal puedan trazar sus propios sistemas de comunicaciones. De esta forma, a la calzada romana le suceden el camino real y las carreras o derroteros oceánicos de ambos países hispánicos, vías que se mantendrán activas durante los siguientes cuatro siglos.

Uno de los objetivos del *Atlas de caminería hispánica* es investigar la evolución de los caminos y comparar los itinerarios "biográficos", después de que las grandes rutas viarias vayan modificándose y dejando enterrados y olvidados los viejos trazados.

En esta obra, la relación esencial entre historia y caminería se establece seleccionando aquellos acontecimientos históricos que determinaron cambios en el sistema viario. Pero lo hace sin olvidarse de la literatura, considerada espejo del devenir histórico.

Gran cartografía

La cartografía es, por último, la base primordial de esta obra, que incorpora elementos de diseño cartográfico a partir de los cuales ha sido posible comparar rutas e itinerarios. Ambos volúmenes recogen mapas, planos y cartas de navegación donde se muestran en detalle las calzadas, cañadas, caminos reales, puentes, miliarios y roderas, mansiones, ventas y posadas y las rutas oceánicas.

La contribución del Instituto Geográfico Nacional se traduce en la aportación de más de 70 mapas, croquis e itinerarios, muchos de ellos confeccionados para la ocasión, con el fin de mostrar realidades concretas, inéditas, que constituyen un material de alto interés para los investigadores por su novedad.

La obra distingue en dos volúmenes dos eras de la comunicación terrestre y marítima (ver tablas). Esa división responde al hecho de que la caminería hispánica hasta el siglo XVI es peninsular y mediterránea, vinculada estrechamente al sistema romano.

El segundo volumen está dedicado a la caminería en los nuevos mundos españoles y portugueses, caminería fundamentalmente oceánica donde la extensión del sistema viario se multiplica y las bases cartográficas cambian su escala y su formato. ■



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
CENTRO DE PUBLICACIONES

Revista del Ministerio de
Fomento

Julio-agosto 2012 ● Nº 619 ● 6 €





TRENES HISTÓRICOS Y TURÍSTICOS EN ESPAÑA







Nostalgia de los viajes lentos

El despegue del turismo como industria y fenómeno social ligado al ocio no podría entenderse hoy sin el carácter masivo de los medios de transporte (avión, tren) y, sobre todo, su rapidez, casi inmediatez, para unir destinos en muy breves márgenes de tiempo.

Es precisamente esa rapidez la que ha reducido la experiencia del viaje a un tiempo de espera cada vez más exiguo, en las monótonas salas de embarque o bien ya a bordo, sobrellevado con lecturas o películas para la ocasión. Y es que en el modo de viajar actual no hay ya más etapas previas, pues el destino final lo es todo.

Esa velocidad con la que el viajero moderno puede acceder a muchos lugares antes desconocidos es hoy su gran ventaja, pero también significa en buena medida su gran renuncia. El tiempo del traslado, que sería el del viaje, ya apenas si cuenta, pero en su lugar, también desaparecen casi por completo los paisajes del itinerario y sus sorpresas.

A contracorriente de todo ello, el tren sigue deparando aún hoy una manera alternativa de viajar, más lenta si se quiere, pero en la que el trayecto y los escenarios que se despliegan en la ventanilla ante los ojos del pasajero forman también parte sustancial de su experiencia.

Son viajes para la nostalgia, en trenes que en muchas ocasiones han conservado adrede el aire casi íntegro de otros tiempos, que invitan a sumir la mirada en grandes horizontes casi siempre perdidos para el pasajero urbano. Y las más de las veces, también, su propuesta, más que un viaje en el espacio lo es en el tiempo: a la época exacta en que las viejas locomotoras de vapor irrumpieron abriendo nuevas rutas agrícolas, industriales o mineras con toda su promesa de futuro.

En nuestro país la oferta de trenes históricos y turísticos se ha hecho cada día más amplia y diversa. Combina desde algunos de los mejores cruceros ferroviarios que hoy ruedan por el mundo, como el Transcantábrico o el renacido Al Andalus, a trayectos más asequibles y temáticos. Muchos de ellos reúnen, además, el mérito de rescatar y poner en valor un patrimonio histórico singular, y es común a todos el de ofrecer la sencilla posibilidad de un disfrute casi olvidado: el de que el destino final sea solo el propio viaje, y que éste contenga siempre una ilusión de felicidad.

ANTONIO RECUERO

Agradecimientos. ***La Revista del Ministerio de Fomento*** agradece la colaboración prestada para la elaboración del presente monográfico a Feve, Renfe, Ferrocarriles de la Generalitat de Catalunya, Ferrocarril de Sóller, Museo del Ferrocarril de Madrid, Fundación Río Tinto y Fundación del Museo Vasco del Ferrocarril.

Director de la Revista: Antonio Recuero

Edición: Javier R. Ventosa. **Maquetación:** J. A. Laiz. **Secretaria de redacción:** Ana Herráiz. **Fotografía:** José Caballero. **Archivo fotográfico:** Vera Nosti.
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Colaboran en este número: Jesús Ávila Granados, Pepa Martín, Begoña Olabarrieta, Beatriz Rodríguez López y Julia Sola Landero.
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).* **Vicepresidencia:** Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).* **Vocales:** , María García Capa *(Directora del Gabinete de Prensa),* Pilar Garrido Sánchez *(Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Planificación e Infraestructuras),* Eloísa Contín Trillo-Figueroa *(Jefa del Gabinete del Subsecretario),* Mª José Rallo del Olmo *(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),* Pedro Guillén Marina *(Director del Centro de Publicaciones)* y Antonio Recuero *(Director de la Revista).*
Información de publicaciones del Ministerio de Fomento: 915 976 449 / 78.
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: 161-12-004-1

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

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

Proyecto
Vías de Empleo Verde

La Fundación de los Ferrocarriles Españoles desarrolla en alianza con la Fundación Biodiversidad a través del Programa empleaverde el Proyecto "Vías de Empleo Verde", cofinanciado por el Fondo Social Europeo y con la colaboración de las Diputaciones de Cádiz, Jaén y Toledo. Las actividades desarrolladas en el marco de este proyecto pretenden la mejora del empleo y la sostenibilidad de las actividades generadas en torno a las Vías Verdes españolas.

En el proyecto Vías de Empleo verde está prevista la realización de 28 acciones distintas, más de la mitad de índole formativa. Las acciones que se van a realizar son:

- Organización de 15 acciones formativas presenciales
- Dos Jornadas técnicas para el intercambio de experiencias entre los destinatarios, trabajadores y profesionales.
- Campañas de Sensibilización en materia de empleo y medio ambiente mediante material divulgativo en papel y on line
- La página web www.viasdeempleoverde.com, donde quedará recogida toda la información del proyecto, donde se emitirá periódicamente un boletín electrónico y se accederá a una RED para el intercambio de experiencias y el fomento de trasferencias de buenas prácticas en materia de formación ambiental y fomento del empleo.
- Asesorías presenciales y a distancia para profesionales y trabajadores en la creación de nuevas estructuras de trabajo relacionadas con las Vías Verdes.

Para más información escribenos a empleaverde@ffe.es o puedes consultar toda la información en la Web:

www.viasdeempleoverde.com

PROGRAMA emplea verde 2007-2013

UNIÓN EUROPEA
FONDO SOCIAL EUROPEO
El FSE invierte en tu futuro

Fundación Biodiversidad

Fundación de los Ferrocarriles Españoles

Colabora:

Diputación de Toledo · Diputación de Cádiz · Diputación de Jaén

Acción Gratuita cofinanciada por el FSE

SUMARIO



4 *Transcantábrico Clásico*
El tren pionero

10 *Transcantábrico Gran Lujo*
Exclusividad sobre raíles

16 *Tren Al Andalus*
Un viaje monumental

22 *Expreso de La Robla*
Nostalgias a bordo del hullero

28 *Trenes Turísticos del Norte*
Viajes por mar y montaña

36 *Ferrocarril de Núria*
El tren de las nubes

42 *Tren cremallera de Montserrat*
El tren de la montaña sagrada

48 *Tren de los lagos*
Un viaje de vértigo

54 *Ferrocarril del Alto Llobregat*
El tren del cemento

60 *Ferrocarril de Sóller*
La excepción insular

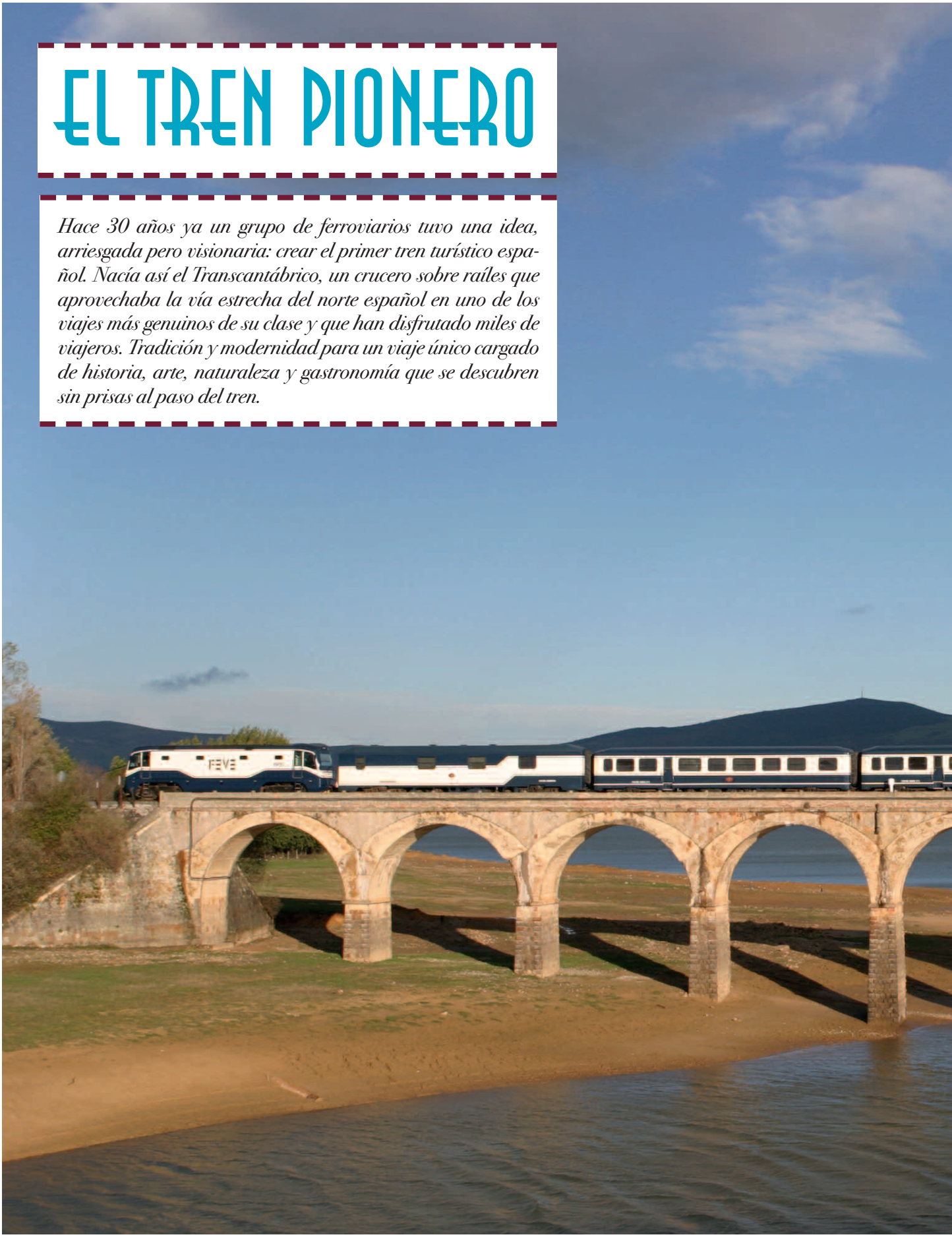
70 *Trenes Turísticos de Madrid*
Historia en las vías

78 *Tren turístico del Urola*
Vapor en el valle

82 *Ferrocarril Turístico Minero de Riotinto*
El tren de las minas

EL TREN PIONERO

Hace 30 años ya un grupo de ferroviarios tuvo una idea, arriesgada pero visionaria: crear el primer tren turístico español. Nacía así el Transcantábrico, un crucero sobre raíles que aprovechaba la vía estrecha del norte español en uno de los viajes más genuinos de su clase y que han disfrutado miles de viajeros. Tradición y modernidad para un viaje único cargado de historia, arte, naturaleza y gastronomía que se descubren sin prisas al paso del tren.





Convoy del Transcantábrico Clásico circulando por el puente de Arija sobre el embalse del Ebro (Cantabria).



El Transcantábrico Clásico discurre en parte de su recorrido junto al litoral marítimo.

Begoña OLABARRIETA. Fotos: FEVE

a Robla-Cistierna, Cistierna-León. Este fue el viaje iniciático del primer tren turístico de España de vía métrica: el Transcantábrico. Era 1983 y tan solo había pasado un año desde que Feve (Ferrocarriles de Vía Estrecha) apostó por devolver el esplendor del pasado al sinuoso ferrocarril del norte. Ese mismo año este crucero ya estaba listo para su primer viaje de ocio entre León y Ferrol, en una andadura que se ha consolidado durante tres décadas.

Hoy, la oferta turística de los ferrocarriles operados por Feve es un referente nacional e internacional, conjugando tradición y modernidad a bordo de un convoy con el sabor de los de antes y con las ventajas y equipamientos del siglo XXI.

Y es que fue a partir de la restauración de coches históricos de distintas épocas con lo que se creó ese primer tren turístico que acabaría llamándose Transcantábrico, como no podía ser menos considerando su recorrido por Galicia, Asturias, Cantabria, País Vasco y norte de Castilla y León, entre valles y montañas en un tortuoso camino antaño largo y ajetreado que hoy es un disfrute para los sentidos.

El proyecto tuvo tanto éxito que años más tarde, en 1999, se inició la construcción de un segundo tren en los talleres de El Berrón (Asturias), para acoger la creciente demanda de pasajeros que querían realizar la ruta. En este *gemelo*, el Transcantábrico II, que empezó a operar en 2000, se puso especial cuidado en la calidad de atención al cliente, incorporando coches con mayores prestaciones y servicios.

Con esta nueva incorporación se permitió, además, la remodelación del primer convoy y ofrecer durante algunos años un servicio combinado de dos trenes que iniciaban su recorrido de forma simultánea en Santiago de Compostela y en León, cruzándose en Llanes (Asturias).

La idea del tren turístico funcionó y lo sigue haciendo de tal manera que Feve decidió lanzarse de nuevo a la aventura años más tarde con otros dos proyectos: el Tren de la Robla, en 2010, emulando al mítico "hullero" que transportaba mineral desde las minas leonesas a las siderurgias vascas, y el Transcantábrico Gran Lujo, en 2011. Este úl-

56.000 pasajeros han viajado a bordo del Transcantábrico Clásico desde su entrada en servicio

Un crucero sobre raíles

Uno de los factores clave del éxito del Transcantábrico Clásico ha sido la recreación de un ambiente que emula los viajes de principios del pasado siglo. Tiempos en los que llegar era solo una parte del viaje, que se disfrutaba y vivía en cada tramo del camino. Esa idea se respira a bordo de sus salones y coches-cama, creados para que cada trayecto sea una experiencia, lo que le ha llevado a ser seleccionado como uno de los cinco mejores trenes turísticos del mundo.

Restaurado por Feve en los talleres del Berrón (Asturias), el Transcantábrico Clásico se compone de cuatro coches-salón, verdaderas joyas que recrean un ambiente de antaño tanto en su diseño exterior como en su decoración interna. Son espacios para compartir charla, juegos de mesa, lectura o dejarse llevar por el paisaje. Pero también espacios de diversión en la pista de baile de uno de los salones, tomar algo en el coche bar o distraerse en la videoteca y la biblioteca.

Para el descanso, el Transcantábrico Clásico cuenta con coches-cama que albergan suites sobre raíles, con todas las comodidades de un hotel de cinco estrellas, equipadas con baño privado e hidromasaje, aire acondicionado y camas dobles.

timo creado a partir de aquel *gemelo*, que renació para dar respuesta a la demanda de un nuevo tipo de público.

Un clásico que se consolida

Hoy, el Clásico, el pionero y el más consolidado de los cruceros sobre raíles operados por Feve, es el que tiene mayores índices de ocupación, que para toda la oferta oscilan entre 92% y 86% dependiendo del tren.

A bordo de este crucero sobre raíles han viajado, desde su entrada en servicio en 1983 y hasta el cierre de la temporada pasada, 56.181 personas. Un público cada vez más internacional, como muestran los datos de Feve en el último ejercicio: del total de viajeros del Transcantábrico Clásico, un 65% fueron extranjeros, procedentes de Estados Unidos, Australia, Alemania, Reino Unido o Finlandia, frente a un 35% de españoles.







Los coches del Transcantábrico Clásico mantienen la esencia de inicios del pasado siglo.

"Los trenes turísticos de lujo dan una imagen de prestigio a Feve, tanto dentro como fuera de nuestras fronteras, ofreciendo la posibilidad de conocer el norte de España a miles de personas cada año", afirma José Antonio Rodríguez, director gerente de Trenes Turísticos de Feve.



Un convoy del Transcantábrico Clásico en la estación de Gama, en Bárcena de Cicero (Cantabria).

Modernidad, tradición y paisaje

La ruta del Transcantábrico Clásico combina aspectos tan diferentes como el modernísimo acero del Guggenheim de Bilbao, las pinturas rupestres de Altamira, el silencio monacal del románico palentino o la exuberante naturaleza de los Picos de Europa.

Un recorrido de ocho días que se puede iniciar en Santiago de Compostela o en León, y que combina los trayectos en el crucero y las vistas guiadas en autobús. Si se sale desde León, el viaje comienza con el descubrimiento del casco antiguo de la ciudad, para embarcar después a bordo del tren y hacer noche en San Feliz.

El segundo día amanece en ruta con un desayuno servido en los coches-salón mientras el tren se adentra hacia tierras palentinas. Tiene su primera parada en Guardo, desde donde en autocar se visita uno de los conjuntos de arte románico españoles de mayor entidad: Carrión de los Condes, Villalcázar de Sirga y Frómista, sin olvidar la villa romana de la Olmeda. Después del almuerzo en Villalcázar, ya de regreso al tren, desde Mataporquera se va bordeando el paisaje del pantano del Ebro y las Merindades, para cenar y pernoctar en Villasana de Mena.

La modernidad arquitectónica y artística del Museo Guggenheim es uno de los platos fuertes del tercer día de ruta, en el que el tren entra por el valle de Mena y por tierras vizcaínas hasta llegar a Bilbao. Como colofón al día el convoy llega a Santander.

En la cuarta jornada, ya en el ecuador del recorrido, se hace un viaje a la Prehistoria visitando la neocueva de Altamira y la reproducción de sus pinturas rupestres. Santillana del Mar será el último punto cántabro visitado antes de entrar en tierras asturianas por Ribadesella.

En el quinto día la naturaleza entra en juego en el recorrido, con una excursión a los parajes del Parque Nacional de los Picos de Europa y con la ascensión a los Lagos de Covadonga. Gijón y Oviedo son paradas imprescindibles en la ruta, al igual que, un día después, Luarca.

Será el séptimo día cuando el convoy entre en tierras gallegas, con las Rías Altas de telón de fondo, para culminar el último día de viaje en Santiago de Compostela, fin de trayecto para unos y principio para otros que realizan el viaje en sentido inverso hacia León.







De arriba abajo, locomotora del Transcantábrico, cuevas de Altamira (Cantabria) y santuario de Covadonga (Asturias).

Un prestigio avalado por la certificación de Calidad ISO 9001/2008 y el reconocimiento de la "Q" que concede el Instituto para la Calidad Turística Española (ICTE). Estos reconocimientos abarcan todos los aspectos relacionados con el ferrocarril, desde la gestión de las reservas (que se pueden realizar *online*) a todo lo relacionado con las guías, los restaurantes concertados en la ruta, las excursiones, la gestión de los clientes, los servicios a bordo y las compras y proveedores.

Se trata de aspectos importantes ya que, además de ofrecer una opción turística de calidad y de negocio para Feve, estos cruceros ayudan en buena medida al desarrollo de las economías locales de las zonas por las que discurren sus itinerarios y al propio mantenimiento de la vía estrecha.

Con los trenes turísticos "se genera empleo directo a trabajadores de la propia compañía, pero también a todos los proveedores que forman parte del global de los servicios que componen los viajes que ofrecemos, e igualmente generan entrada de divisas en el país", concluye Rodríguez. ■

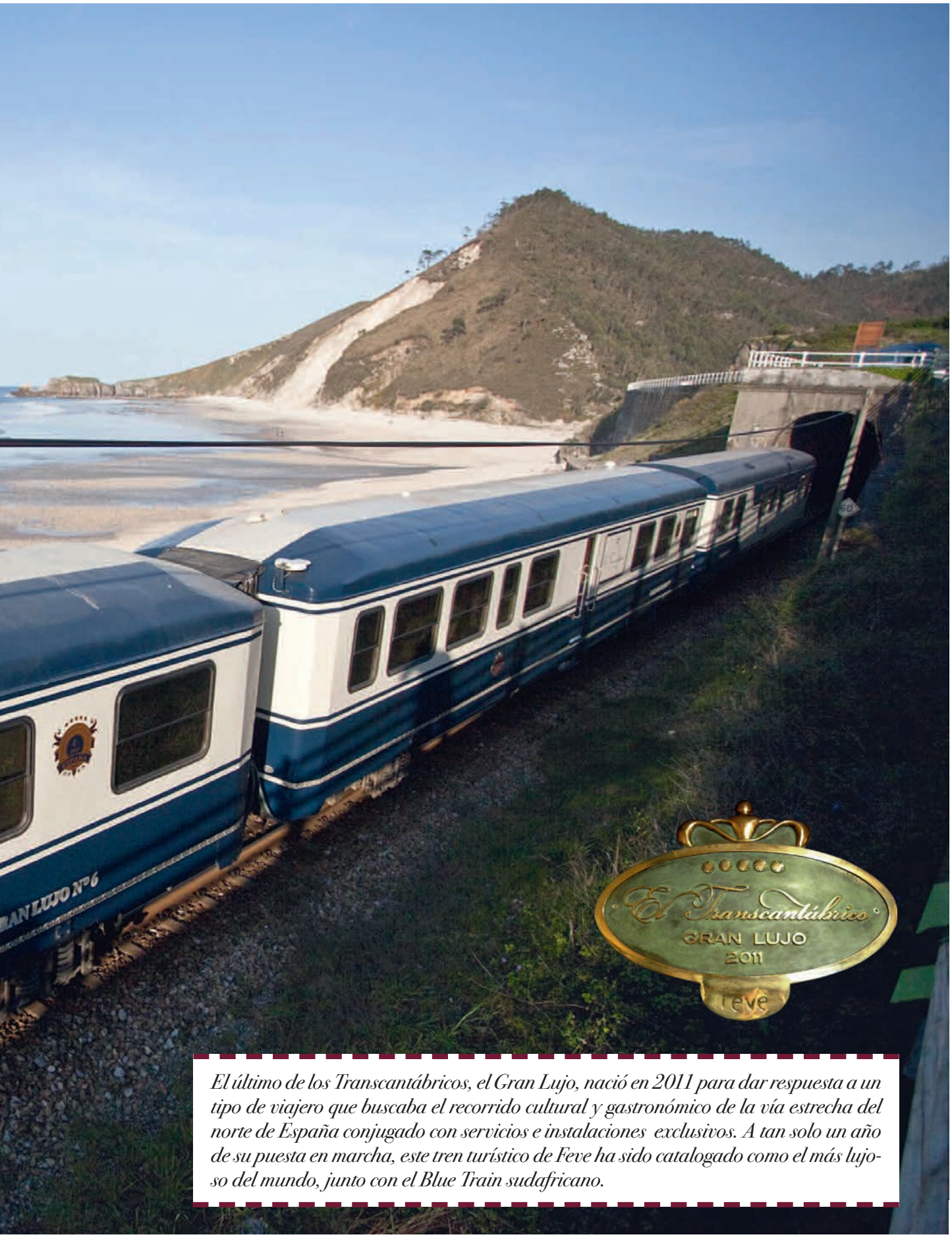
Temporada 2012 ya en marcha

La nueva temporada de operación del Transcantábrico Clásico comenzó el 31 de marzo y se mantendrá operativa hasta el 1 de diciembre. En total, este año habrá 14 salidas desde Santiago y otras 15 desde León. Los precios se han fijado este año en 2.600 euros por persona en suite clásica doble y 3.600 euros si se opta por el uso individual. Hay un suplemento para la suite triple de 1.200 euros, para menores de 12 años. Los precios incluyen las siete noches de alojamiento, siete cenas y siete comidas con gastronomía típica, al igual que los desayunos. Asimismo, las excursiones en autocar, con entradas a todos los lugares a visitar y guía, prensa, revistas, servicio de seguridad, al igual que la música y las fiestas del coche-pub para amenizar las veladas.

Más información y reservas: trenesturisticosdelujo@feve.com

EXCLUSIVIDAD SOBRE RAÍLES





El último de los Transcantábricos, el Gran Lujo, nació en 2011 para dar respuesta a un tipo de viajero que buscaba el recorrido cultural y gastronómico de la vía estrecha del norte de España conjugado con servicios e instalaciones exclusivos. A tan solo un año de su puesta en marcha, este tren turístico de Feve ha sido catalogado como el más lujoso del mundo, junto con el Blue Train sudafricano.



Begoña OLABARRIETA. Fotos: FEVE

os 30 años de experiencia de su antecesor, el Transcantábrico Clásico, por los caminos férreos del norte peninsular avalaron una nueva iniciativa de Ferrocarriles de Vía Estrecha (Feve): crear uno de los trenes crucero más exclusivos del mundo. Se utilizó para ello uno de los dos convoyes que durante años cubrieron de forma simultánea el recorrido entre León y Santiago de Compostela, adaptándolo y remodelándolo para ofrecer un viaje aún más especial.

Nace así el Transcantábrico Gran Lujo, una experiencia única que experimentaron 675 personas durante el primer año de su andadura en 2011 y que abrió de nuevo sus puertas en marzo pasado, con el inicio de la temporada 2012. Con una capacidad máxima para albergar a 28 personas, el Transcantábrico Gran Lujo ofrece un recorrido que discurre entre San Sebastián y Santiago de Compostela durante ocho días.

Viajar en otra época

Una expedición a bordo de un tren pensado para revivir aquellos grandes viajes que en los años 20 del pasado siglo estaban al alcance de unos pocos afortunados.

La iniciativa de Feve ha tenido una gran acogida en el mercado internacional.

Hoy las maderas nobles de los coches se combinan con las nuevas tecnologías, y los ordenadores personales y accesos a Internet conviven con mobiliario, espejos y cortinajes que nos recuerdan los años dorados del Orient Express. El ayer y el hoy conjugados para que el pasajero del Gran Lujo pueda viajar en el tiempo sin salir del siglo XXI.

El tren está compuesto por una docena de







vagones: siete destinados a habitaciones, cuatro a salones y uno a cocina.

Las zonas comunes son un auténtico museo rodante donde se ha conseguido plasmar todo el aire de antaño, utilizando para ello coches Pullman originales de 1923, auténticas joyas ferroviarias, recuperados en todos sus detalles y especialmente decorados al estilo de otra época. Comprenden un salón panorámico desde el que ver el paisaje a través de sus grandes ventanales, un coche-comedor donde degustar la oferta gastronómica exclusiva, un salón de té y el coche-*pub* donde tomar algo o escuchar música en vivo.

Videoteca, biblioteca, prensa nacional e internacional, juegos de mesa o una charla con los compañeros de expedición complementan las propuestas de ocio a bordo. Todo siguiendo un estilo decorativo que tiene su máximo esplendor en las *suites* exclusivas creadas para este crucero.



Santiago de Compostela y, los lagos de Covadonga, visitas obligadas.



El Transcantábrico Gran Lujo revive los grandes viajes en trren de los años 20 del pasado siglo.

Son solo siete coches-cama, con un total de 14 *suites* equipadas con todas las comodidades de una habitación de lujo en un espacio que alberga una zona de estar, baño privado con hidromasaje y sauna de vapor, y el espacio de dormitorio con dos camas o una doble de 150 x 200 cm.

Como no podía ser menos, la decoración de los años 20 y el equipamiento más innovador: dos televisiones, sistema integrado de información con películas, música, ordenador con conexión gratuita a Internet, doble climatización,… En definitiva, un hotel de cinco estrellas superior sobre ruedas.

Con este nuevo tren la oferta Feve sube aún más la calidad del viaje transcantábrico, una apuesta que ha tenido muy buena aceptación en el mercado internacional: un 48% de los viajeros que lo probaron en 2011 procedían de México, Estados Unidos, Australia, Argentina y Venezuela.







Estación de Bilbao, origen y final del recorrido, desfiladero de la Hermida y detalle interior del tren.

A esta visión innovadora se añade la posibilidad de utilizar el Transcantábrico Gran Lujo en viajes a medida para grupos, empresas o congresos, ya que cuenta con las instalaciones y equipamientos necesarios para ello.

De San Sebastián a Santiago

El viaje del Transcantábrico Gran Lujo combina arte, cultura y gastronomía. Coincide en parte de su recorrido con el Clásico, pero ofrece algunas variaciones.

El inicio del trayecto se puede hacer en San Sebastián o en Santiago de Compostela. Saliendo desde la capital guipuzcoana, el sábado a mediodía, se inicia el viaje con una visita a la señorial ciudad que rodea la playa de la Concha. Después de comer, el traslado en autocar de lujo a Bilbao da comienzo al crucero sobre ruedas. Allí se embarca en el Transcantábrico Gran Lujo y comienza el itinerario camino de Balmaseda.

Bilbao y, cómo no, el Museo Guggenheim abren la jornada del segundo día. Una visita tras la cual se regresa para avanzar hacia Santander. Es el momento de disfrutar de una comida a bordo mientras el ferrocarril de vía estrecha avanza por los paisajes cantábricos.

Para el tercer día se reserva una excursión por la exuberante naturaleza del norte, con un viaje en autocar a través del desfiladero de la Hermida para llegar a Potes y visitar el monasterio de Santo Toribio de Liébana.

Santillana del Mar y la nueva cueva de Altamira se visitan el cuarto día, en el que el







tren entra en tierras asturianas, donde ya en la quinta jornada de expedición es obligada la visita al Parque Nacional de Picos de Europa, los lagos de Covadonga y Cangas de Onís.

Oviedo, Luarca y Gijón serán las tres últimas localidades asturianas del recorrido antes de entrar en tierras gallegas por Ribadeo, y vivir el impresionante paisaje de las Rías Altas camino a Viveiro. El viaje termina en Santiago de Compostela, meta de los peregrinos jacobeos y culmen de un viaje mítico, para volver a empezar de nuevo con los viajeros que decidan realizarlo en sentido contrario.



Universidad Pontificia de Comillas y colegiata de Santillana del Mar y el monasterio de Santo Toribio de Liébana, tres joyas en el recorrido.

La ruta para la temporada 2012

La segunda temporada del Transcantábrico Gran Lujo comenzó en marzo pasado y terminará con la salida del último convoy del año el próximo 1 de diciembre. En total, están previstas 14 salidas: siete desde San Sebastián y otras tantas desde Santiago de Compostela.

El precio del viaje a bordo de este tren es de 3.900 euros por persona en *suite* deluxe compartida, o bien de 7.800 euros para uso individual. También se puede reservar con tres camas, con suplemento de 1.800 euros. Este precio incluye las siete noches de alojamiento, siete cenas y otras tantas comidas con la mejor gastronomía típica, incluyendo vinos, cafés y licores, así como siete desayunos gran lujo en el bufé libre.

También se incluyen las excursiones programadas, con entradas a museos, catedrales, etc., con guía durante todo el recorrido y autocar de lujo. Prensa diaria y revistas, música en vivo y fiestas en el coche-*pub* y servicio de seguridad son otros de los servicios gratuitos para este exclusivo viaje. ■

Más información y reservas:
www.trenesturisticosdelujo.com


TREN AL ANDALUS
Tren Al Andalus
feve
50 71 88 10 011 - 3
AVENCION



UN VIAJE MONUMENTAL

En mayo pasado el mítico tren Al Andalus reiniciaba, de la mano de Feve, una nueva vida comercial tras casi ocho años en el dique seco. Con una impecable puesta al día de sus elegantes vagones Belle Époque y una de las composiciones más largas –cerca de 400 metros– de todos los trenes turísticos que hoy circulan por el mundo, este ferrocarril ha regresado a lo grande para cubrir un recorrido de seis días por los paisajes y monumentos más bellos de Andalucía.

Begoña OLABARRIETA Fotos: FEVE

La aquilatada experiencia de Feve en la explotación de trenes turísticos animó a la compañía a rescatar de la vía muerta el mítico Al Andalus Express y reforzar su oferta de cruceros ferroviarios de lujo, ceñida hasta mayo del presente año a los viajes del Transcantábrico por el norte de España.

Feve no ha escatimado esfuerzos para poner a punto un producto que, como su hermano mayor, ha entrado a formar parte desde su primer viaje del selecto club de los cinco mejores trenes de lujo del mundo. En colaboración con Renfe, Integria restauró los cuatro coches-salón del Al Andalus original que, desde 2004, estaban aparcados en un rincón de las cocheras de la estación de Santa Justa (Sevilla). Por su parte, los coches-cama fueron restaurados por la empresa asturiana Fenit Rail.



Atmósfera años 20

Así, la nueva composición del Al Andalus incorpora cuatro coches-salón procedentes de la Compañía Internacional de Coches Cama, originales de los años 20 y en los que la monarquía británica se trasladaba desde Calais a la Costa Azul durante las vacaciones estivales. Se han restaurado con sumo cuidado para devolverles no solo todo su esplendor y genuina atmósfera de la *Belle Époque*, sino para adaptarlos al confort y prestaciones de las nuevas tecnologías (wi-fi, TV de plasma, etc). Dos de esos coches, los bautizados como *Alhambra* y *Gibralfaro*, acogen sendos restaurantes. En ellos se puede degustar una muy cuidada oferta gastronómica, con productos locales de los que se abastecen las cocinas del tren en las paradas desde primera hora de la mañana. Las experimentadas manos del chef asturiano Ramón Celorio, con un largo bagaje en los fogones del Transcantábrico, cuidan todos los detalles a fin de hacer del paladar otra de las experiencias más gratas del viaje, desde el desayuno-bufé hasta la cena.

El singular tren reapareció en las vías férreas andaluzas el pasado mes de mayo.

Los coches-salón denominados *Giralda* y *MedinaAzahara* acogen las otras dos zonas comunes y se han acondicionado como coche-bar y salón de té, respectivamente. Son espacios en los que charlar, leer o asistir a una actuación musical se pueden combinar con tomar una copa o un picoteo informal. Permanecen abiertos durante las 24 horas del día y en ellos el viajero puede encontrar, además de una bien surtida biblioteca, la prensa del día, conexión gratuita a Internet y televisión con amplia oferta de películas y documentales.



Recorrido del Al Andalus

Para la estancia del pasaje Feve ha dispuesto de otros siete coches-*suite* con capacidad para 64 personas, cuyo alojamiento se distribuye en 20 *suites* de categoría superior, equipadas con cama matrimonial de 150 x 200 cm, amplio cuarto de

baño completo, minibar, caja fuerte y armario ropero. Cuentan con una cama supletoria que, al igual que la de matrimonio, se puede convertir en sofá para hacer de la *suite* un confortable salón. Por su parte, las otras 12 *suites*, de categoría estándar, incluyen dos camas individuales, convertibles en sofás, además de caja fuerte, minibar, armario ropero y cuarto de baño independiente. Las habitaciones de una y otra categoría están climatizadas con reguladores independientes y disponen también de conexión eléctrica de 220 voltios. De los siete coches, cinco son Wagons Lits 16x3500 y otros dos son WL 12x3500.

La tracción del tren Al Andalus se ha confiado finalmente a dos máquinas míticas de los años 60 del pasado siglo, pertenecientes a la serie 319 de Renfe, en concreto la 319-323 y la 319-319. Minuciosamente restauradas por Integria, son herederas de las diésel Co-Co cuyas primeras unidades fueron fabricadas por Macosa y General Motors a principios de los años 60.

El viaje

El Al Andalus arranca y finaliza su viaje de seis días en la misma ciudad de Sevilla, en la estación de Santa Justa. Durante el primer día se visita la ciudad de Córdoba. Siempre acompañados de un guía, además de recorrer el casco histórico y el barrio de la judería de la ciudad califal, se accede también al interior de sus grandes monumentos Patrimonio de la Humanidad, como son la mezquita o los Reales Alcázares. La cena tiene lugar en un restaurante típico y se pernocta a bordo del tren, estacionado en la terminal de Adif.

Durante la mañana del segundo día, tras el desayuno a bordo, el ferrocarril tiene su siguiente parada en la estación de Linares-Baeza, donde aguarda el autocar para trasladar a los viajeros hasta el Museo del Aceite y el casco histórico de Baeza, declarado Patrimonio de la Humanidad por la Unesco. Posteriormente se viaja a la vecina Úbeda, con comida en un restaurante de la localidad y posterior visita guiada. La cena tiene lugar a bordo del tren mientras se prosigue viaje hasta Granada.

Tras el desayuno a bordo, los viajeros tienen la oportunidad de visitar durante el tercer día la Alhambra y los Jardines del Generalife. Y después del almuerzo, las visitas guiadas a la catedral y a los barrios del Sacromonte y Albaicín. La cena discurre en un restaurante típico con espectáculo de flamenco incluido.





El interior de los vagones mantiene la esencia de los años 20 del pasado siglo.

El Al Andalus parte de la estación de Granada en el cuarto día con destino a Ronda a través de los impresionantes paisajes de su serranía. Tras la visita y el almuerzo en esta ciudad malagueña, se prosigue ruta hasta Cádiz. Aquí se tiene la oportunidad de recorrer sus rincones más típicos y cenar en uno de sus mejores restaurantes.

Al quinto día, tras el desayuno a bordo, el tren llega a Jerez de la Frontera, donde se visita alguna de sus típicas bodegas y se puede asistir a los espectáculos de doma de la Real Escuela Andaluza de Arte Ecuestre. El viaje prosigue luego en autocar hasta Sanlúcar de Barrameda para almorzar en uno de sus restaurantes y recorrer en barco la desembocadura del río Guadalquivir y sus vistas del Parque Nacional de Doñana. Y al



caer la noche se regresa a Jerez, con cena en uno de sus más típicos restaurantes y una fiesta especial fin de viaje.

En la mañana del sexto día el Al Andalus emprende su regreso a Sevilla, con visita guiada a la ciudad y sus principales monumentos: catedral, Giralda y Torre del Oro, hasta poner fin a un viaje inolvidable otra vez en la estación en torno a las dos del mediodía. ■

La composición del tren alcanza los 400 metros. Debajo, Córdoba y Ronda, dos destinos del Al Andalus.





Fechas de salida

- *Salidas desde Sevilla en 2012*
- *6, 13, 20 y 27 de mayo*
- *3, 10, 17 y 24 de junio*
- *16, 23 y 30 de septiembre*
- *7, 14, 21 y 28 de octubre*
- *4, 11, 18 y 25 de noviembre*
- *2 de diciembre*

Incluido en el viaje

- *Autocar para desplazamiento desde la estación a los lugares de visitas guiadas o restaurantes.*
- *Entrada para los monumentos y visitas programadas.*
- *Servicio de seguridad y atención médica coordinada con centros sanitarios en ruta.*
- *Bufé libre en desayunos.*
- *Comidas y cenas con vinos, café o infusiones y licores.*
- *Actuaciones musicales.*
- *Prensa diaria y revistas.*

Tarifas 2012 (IVA incluido)

- *Suite doble estándar*
  - *Precio en doble: 2.500 €/ persona.*
  - *Precio en individual: 3.500 €.*
- *Suite doble superior*
  - *Precio en doble: 2.950 €/ persona*
  - *Precio en individual: 4.150 €*
  - *Suplemento triple: 1.000 €*



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
CENTRO DE PUBLICACIONES





NOSTALGIAS A BORDO DEL HULLERO

Lo que antaño fuera el tren hullero, que unía las cuencas mineras leonesas y palentinas con la pujante siderurgia vizcaína, es hoy un tren de lujo. El Expreso de La Robla, tal vez el trayecto más emblemático de la vía estrecha en el norte de España, ofrece un viaje cargado de nostalgias y modernidad.



Begoña OLABARRIETA Fotos: FEVE

En 1894 el norte español tenía la línea de vía estrecha más larga de Europa occidental para dar servicio al Ferrocarril de La Robla. Un total de 335 kilómetros que salían desde las cuencas hulleras de León y Palencia para llegar a las siderurgias vizcaínas. Un trayecto que atraviesa un paisaje serpenteante hacia el mar y que hoy se puede rememorar a bordo de uno de los trenes turísticos que opera Feve (Ferrocarriles de Vía Estrecha). Es el Expreso de la Robla, una oferta de lujo sobre raíles, que se inició en el año 2010 y que ya han experimentado más de 3.500 viajeros de todo el mundo.

Junto con los Transcantábricos Clásico y Gran Lujo, los Trenes Turísticos del Norte y el Al Ándalus, el de La Robla es uno de los cruceros en ferrocarril que proponen una nueva forma de viajar sin prisas, combinando cultura, gastronomía e historia.

Pensado como un tren de lujo, el Expreso de La Robla del siglo XXI supuso en su inicio una inversión de 3 M€ y la creación de un buen número de puestos de trabajo directos e indirectos, derivados de la recuperación para el turismo de una vía que atraviesa un sinfín de pequeñas localidades.

El tren se detiene en pequeñas estaciones de varias provincias del norte.

El "hullero", como se le conocía a finales del siglo XIX y principios del XX, trasportaba mercancías y pasajeros, en su camino por las provincias de León, Palencia, Cantabria, Burgos y Vizcaya. Todo ello a bordo de la vía estrecha, una nueva forma de hacer ferrocarril que vino de la mano de los pujantes empresarios vascos.

La recuperación del tren hullero ha permitido la creación de un buen número de puestos de trabajo, tanto directos como indirectos

Se convirtió en uno de los viajes más emblemáticos del ferrocarril que, pasados los años, empezó a sufrir la falta de mantenimiento de la infraestructura y las consecuencias de las nuevas formas de transporte. Será en 1972 cuando Feve se haga cargo de la vía, y muchos años más tarde, siguiendo la estela del primer tren turístico, el Transcantábrico, decida recuperar el Expreso de La Robla. Así, en marzo



El Expreso de La Robla inició una nueva vida en 2010, ahora reconvertido en ferrocarril turístico.





El tren combina comodidades modernas y clasicismo.

de 2010 el hullero retoma el camino, reconvertido en un tren de época, con todas las comodidades propias del siglo XXI.

Para conseguir rememorar el espíritu del hullero, en los talleres de Feve en El Berrón (Asturias) se construyeron tres vagones-salón con el modelo de los antiguos coches de la serie BB de mediados del siglo XX. Clasicismo y modernidad que permiten espacios para contemplar el paisaje donde se inserta el trazado ferroviario, pero también nuevas tecnologías compatibles con conferencias o reuniones. A ellos se unen los cuatro coches-cama, con siete compartimentos cada uno, equipados con literas. Se trata de habitaciones con todas las comodidades contemporáneas, desde baños con hidromasaje a climatización, que permiten al viajero descansar confortablemente durante las tres noches que se prolonga la travesía.

Aires de nostalgia para un recorrido que nos transporta en el tiempo a aquellos viajes largos de los trenes de carbón, en los que pasajeros, mercancías y el trasiego de curiosos y viandas se entremezclaban en las estaciones del trayecto.

Tercera temporada

El 29 de marzo pasado el Expreso de La Robla iniciaba su tercera temporada, consolidándose como producto turístico especialmente entre el público español, que ha representado un 67% de los viajeros que han disfrutado de este servicio desde su inicio. El 33% restante fueron personas procedentes de Reino Unido, Irlanda, Dinamarca, Francia o Australia.



Se presentan en esta ocasión dos rutas diferentes para cubrir la temporada, que terminará a mediados del mes de diciembre. El Itinerario de La Robla, que efectúa el trayecto León-Bilbao, o en sentido contrario, que opera entre los meses de marzo y junio, y entre septiembre y diciembre.

El segundo es el Itinerario Jacobeo, ofertado para los meses de julio y agosto, una peregrinación a Santiago de Compostela saliendo desde Gijón, ciudad de origen y final del trayecto.

Este año el Expreso de La Robla tiene previsto realizar un total de 28 salidas desde Bilbao en su itinerario hacia La Robla, entre marzo y diciembre (interrumpiéndose en los meses de julio y agosto). Para el Itinerario Jacobeo, en los dos meses de verano se han programado nueve salidas desde la ciudad de Gijón.

El precio para ambos itinerarios es de 800 euros por persona en compartimento doble, con literas, y de 1.000 euros para uso individual. Los precios incluyen el alojamiento, los desayunos a bordo, los traslados complementarios en autocar para llegar a los lugares a donde el tren no accede, las entradas y visitas en todo el itinerario con guía acompañante y, por supuesto las comidas y cenas en lugares elegidos para degustar la mejor gastronomía de las zonas que atraviesa el ferrocarril. ■

Paisajes con encanto y estaciones de sabor añejo salpican el recorrido del Expreso de La Robla.

Más información:
www.trenesturisticosdelujo.com



La Robla, el itinerario original

El viaje entre León y Bilbao es el que más fielmente rememora las andanzas del antiguo tren hullero. Discurre por las provincias de León, Palencia, Burgos y Vizcaya, con paradas en ciudades y localidades como Balmaseda, Espinosa de los Monteros, Medina de Pomar, Sotoscueva, Mataporquera, Vado Cervera, Guardo, Carrión de los Condes, Villalcázar de Sirga, Frómista, Matallana de Torío o León.

A lo largo del recorrido se visitan el complejo kárstico de Ojo Guareña, uno de los mayores del mundo, y las cuevas de Valporquero, famosas por sus impresionantes estalactitas y estalagmitas.

También se visitan importantes muestras del patrimonio histórico artístico de la zona: la catedral y la basílica de San Isidoro de León, los monumentos más emblemáticos del románico palentino, o el alcázar de los Condestables de Medina de Pomar.

Peregrinación sobre raíles

El Itinerario Jacobeo, entre Gijón y Santiago de Compostela o viceversa, opera exclusivamente en los meses de verano, concretamente entre el 5 de julio y el 30 de agosto.

Está pensado como una "peregrinación sobre raíles", siendo la capital gallega el objetivo principal del recorrido, aunque no el único.

Tras atravesar los paisajes del Occidente asturiano, el Expreso de La Robla, en su recorrido por la cornisa cantábrica, nos lleva a localidades como Ribadeo, Viveiro, Ortigueira, Cedeira, Ferrol, Santiago Compostela, A Coruña, Foz y Mondoñedo.

Entre las visitas programadas destacan la catedral de Santiago de Compostela y el casco antiguo de esta ciudad, la desembocadura del Eo, el cabo Ortegal, el santuario de San Andrés de Teixido («a quien va de muerto quien no fue de vivo»), la coruñesa Torre de Hércules o la catedral de Mondoñedo, entre otros atractivos parajes y paisajes de la geografía galaico-asturiana.

De arriba abajo, hoces de Valporquero, cuevas de Valporquero (León) y complejo kárstico de Ojo Guareña (Burgos).

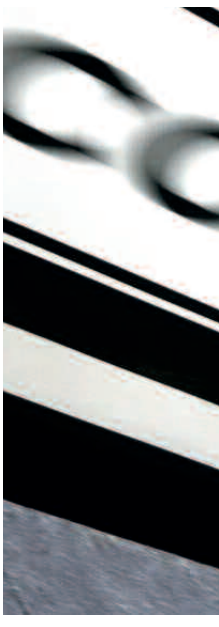







feve
1657
feve
1657


feve
1903





VIAJES POR MAR Y MONTAÑA



El mar Cantábrico es testigo desde 2005 de las idas y venidas de los Trenes Turísticos del Norte, iniciativa de Feve para realizar recorridos turísticos de un día, entre mayo y octubre, de trenes clásicos restaurados y acondicionados. Tres son los ferrocarriles que forman parte de esta oferta: el Histórico, que recorre Cantabria y Vizcaya; el Estrella del Norte, con itinerarios por Asturias, y el Costa Verde, que circula por la montaña leonesa. Todos ellos tienen en común la duración del trayecto, un día, y el precio, 59 euros, que incluye el viaje en ferrocarril, los desplazamientos en autocar, las comidas y las visitas guiadas.

Julia SOLA LANDERO. Fotos: FEVE

El Histórico

Compuesto por tres vehículos construidos entre 1929 y 1960 para el traslado de autoridades, este venerable ferrocarril transporta un máximo de 104 pasajeros por parajes insólitos de Vizcaya, Cantabria y Castilla y León. Su oferta incluye cuatro itinerarios diferentes por lugares de interés artístico, medioambiental, histórico y gastronómico. Los vagones, enmoquetados y ornamentados a base de maderas nobles, ofrecen al viajero todo tipo de comodidades.

El primer itinerario es el de la Historia, con origen y final en Bilbao El tren viaja hasta Espinosa de los Monteros (Burgos), donde un autocar traslada al pasaje hasta Ojo Guareña, el mayor complejo kárstico de España y uno de los mayores conjuntos de cuevas del mundo, con más de 100 kilómetros de galerías. Allí se visita la ermita de San Tirso y San Bernabé, enclavada en la roca, y la cueva de Ojo Guareña, que atesora bellas estalactitas y estalagmitas, además de pinturas rupestres y 16 especies de invertebrados únicos en el mundo.

De regreso al tren que descansa en Espinosa se pasa por el paraje natural de Puentedey, bañado por el río Nela. Tras recuperar fuerzas a base de quesos pasiegos o carnes de la zona, el convoy se dirige a Galdames, en la comarca vizcaína de las Encartaciones, donde se visita la torre de Loizaga, un museo de 75 coches antiguos y clásicos en forma de fortaleza que da carácter histórico a la visita. La última visita es al parque de Arenatzarte, en Güenes, que alberga más de 30 especies arbóreas y obras escultóricas, antes de regresar a Bilbao.



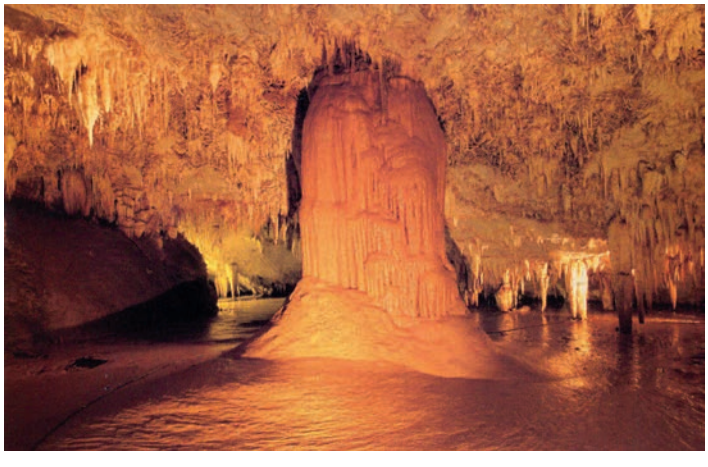
Interior de uno de los vagones de El Histórico. Debajo, Laredo y la cueva de Pozalagua, dos visitas del recorrido.

El segundo itinerario, el del Soplao, arranca en la estación de Santander y conduce hasta Unquera, desde donde un autocar traslada a los pasajeros a la cueva del Soplao. Con más de 20 kilómetros de galerías pertenecientes a las minas de blenda y galena de la Florida, esta cueva por la que pasaron los trenes mineros alberga verdaderos tesoros geológicos, con salas sorprendentes y singulares formaciones de helictitas de calcita y aragonito.

A continuación se visitan dos localidades declaradas Conjunto Histórico-Artístico: Carmona (con las típicas casonas montañesas cántabras con artesonado de madera) y Bárcena Mayor (enclavada en la Reserva Nacional del Saja). De camino a la última parada, Cabezón de la Sal, el viajero podrá disfrutar de los montañosos y verdes parajes del valle de Cabuérniga.

El Histórico realiza recorridos por lugares de valor histórico y medioambiental de tres comunidades autónomas







Una vez visitada esta localidad, el tren pone rumbo a Santander, donde finaliza el viaje.

El tercer itinerario del Histórico, el de las Marismas, parte de Bilbao y se dirige hasta Gama (Cantabria), desde donde un autocar traslada al pasaje hasta Argoños. Allí los viajeros podrán caminar junto a las marismas, sobre las que prospera el verdor de las plantas herbáceas entre espartillos, malvaviscos y salicornias. La siguiente parada es Santoña, donde se visita su casco histórico y se embarca en el puerto para acercarse hasta la vecina Laredo, para recorrer la Puebla Vieja, que atesora uno de los conjuntos monumentales más importantes del medievo.

Tras paladear los pescados del Cantábrico en el parador de Limpias, la siguiente parada del recorrido es Carranza (Vizcaya), con visita al zoo El Carpín, que alberga más de medio centenar de especies propias de los valles del norte (linces, osos, gatos monteses…). Posteriormente el tren emprende el viaje de regreso a Bilbao.

El cuarto itinerario, denominado Mar y Montaña, comienza en Santander y conduce hasta Carranza, desde donde un autocar lleva a cabo el traslado del pasaje hasta las cuevas de Pozalagua. Estas cuevas, que poseen la mayor concentración del mundo de las delicadas estalactitas excéntricas, que crecen en cualquier dirección, tiene 400 metros de longitud y cuatro fosas gemelas de 40 metros de profundidad.

Al término de esta visita, los viajeros se dirigirán hacia Limpias, tierra en la que brotaban aguas térmicas y donde se visitará el santuario del Santo Cristo. A partir de aquí, el recorrido es igual que en el Itinerario de las Marismas, pero a la inversa, hasta concluir de nuevo en Santander.

Arriba, vagón de El Histórico. Debajo, paisaje cántabro y parador de Limpias.







Estrella del Cantábrico

ubir a bordo de este tren es viajar a los años 60 del pasado siglo, ya que pese al tiempo transcurrido y pese a estar totalmente restaurado, conserva la esencia y los detalles de un tren de época. Con mesas, lámparas y acabados en madera sobre asientos de cuero, los 120 pasajeros que acoge podrán disfrutar de los dos recorridos por tierras asturianas que propone Feve.

El itinerario de Covadonga arranca en la estación de Oviedo y conduce hasta Arriondas, a 65 kilómetros. Desde allí se llega hasta el Parque Nacional de Covadonga, primer espacio protegido en España, con más de 64.000 hectáreas en las que abundan los bosques de hayas, pinos y acebos, y donde conviven todas las especies de la fauna cantábrica: rebecos, urogallos, osos pardos o lobos ibéricos.

Internados en este parque nacional, los viajeros se dirigirán hasta el santuario de la Virgen de Covadonga, en el que la capilla románica construida por Luis Menéndez Pidal en los años 40 se inserta entre las rocas. Un paisaje idílico y cargado de historia en el que también se visitará la cercana basílica del santuario, neorrománica, que se levanta majestuosa entre las moles montañosas.

La siguiente parada es Cangas de Onís, siempre unida a la historia del levantamiento de Don Pelayo frente a la ocupación musulmana. Localizada junto al río Sella y dominada por los Picos de Europa, los viajeros caminarán por sus calles cada vez más estrechas hasta llegar al casco histórico, salpicado por casonas-palacio que datan del siglo XVI. El paseo por la historia en esta localidad finalizará con una comida para degustar la carne roja o las fabes con almejas acompañadas de la sidra tradicional asturiana.

De regreso a Arriondas, se ha de tomar de nuevo el tren, que se desplazará hasta Nava, localidad que desde 1969 celebra el Festival de la Sidra y donde se encuentra el Museo de la Sidra. Allí se puede conocer la historia, producción y consumo de esta popular bebida a través de imágenes y muestras de piezas exclusivas. Tras esta visita al museo, los viajeros regresarán a Oviedo, a 30 kilómetros de Nava.

El segundo itinerario del Costa Verde, el de la Biosfera, parte de Gijón en dirección a San Vicente, barrio de El Entrego, donde se visita el Museo de la Minería y de la Industria, asentado en el antiguo pozo minero de San Vicente. Los viajeros se adentrarán por el interior de la mina, que recrea las condiciones de trabajo de los mineros asturianos, realizada a escala natural y con utensilios reales, y en cuyo camino irán apareciendo los secretos de la labor minera.

Después de algo más de dos horas de ruta en esta galería, un autobús se adentrará por parajes salpicados por hayas y grandes praderas donde canta el urogallo y pasta el venado. Se trata del Parque Natural de Redes, declarado como tal en 1966. En su interior se en-



El Estrella del Cantábrico conserva la esencia de un tren de hace medio siglo.



cuentra la colegiata de Santa María de Tanes, edificio de estilo renacentista con reminiscencias góticas construido en el siglo XVI y situado en un bellísimo enclave natural, al borde del pantano de Tanes. En este enclave natural también se visitan el Museo de la Apicultura y la cueva Deboyu, cavidad kárstica declarada Monumento Natural en 2003, por donde se desliza el río Nalón y que es cobijo de murciélagos, nutrias y mirlos acuáticos. Pone fin al recorrido por estos parajes una degustación en una quesería artesanal donde se elabora el típico queso Casín.

Los verdes valles asturianos son el destino de los itinerarios del tren Estrella del Cantábrico.

Después de desplazarse hasta un restaurante cercano para comer los platos típicos asturianos en este verde y fresco entorno, se visitará el Centro de Interpretación del Parque Nacional de Redes, para conocer los elementos naturales y culturales del territorio a través de la exposición permanente que contiene fotografías, vídeos y juegos para los más pequeños. Un último paseo por la calzada y puente romanos, llevarán a los turistas de vuelta al autobús, que se dirigirá hasta Laviana para coger el tren de regreso, que hará parada en Berrón antes de regresar a Gijón.







Costa Verde

Ya en los años 70 traqueteaba este ferrocarril de vía estrecha por los parajes norteños, y todavía hoy sirve de transporte a 290 personas que pueden disfrutar de un recorrido en los cómodos asientos de sus cinco coches verdes, mientras contemplan los campos leoneses desde los grandes ventanales del convoy. El tren Costa Verde, que reinició la temporada el pasado 7 de julio, cubre el trayecto por las vías del Tren de La Robla desde León hasta el corazón de la montaña leonesa.

El viaje arranca en la estación de Feve en León, aunque este año, al estar levantado el trazado urbano con motivo de las obras de los futuros trenes-tram de Feve, los pasajeros son trasladados en autobús a la estación de San Feliz, a 11 kilómetros, desde donde, a las 9:25 horas, arranca el recorrido en tren con dirección a Cistierna. La primera parada es Matallana de Torío, desde donde un autobús guiará a los pasajeros hasta Vegacervera, donde se encuentran las hoces del río Torío que componen un espacio natural protegido. El río, que corre por un espectacular cañón kárstico, se abre paso entre angostas paredes y matorrales de aliagas y enebros, y en medio de un bosque de robles, hayas, sauces y álamos entre los que perviven ejemplares de lobo.

Posteriormente se llega a las cuevas de Valporquero, escondidas bajo la roca a 1.309 metros bajo el pueblo que les da nombre, que conforman uno de los recursos más atractivos del turismo espeleológico español. Más de un kilómetro de húmedo y oscuro recorrido junto al río Valporquero lleva al viajero por serpenteantes caminos con abundantes estalagmitas y estalactitas. La mayor atracción es la Gran Rotonda, esbelto espacio catedralicio de 6.000 m² de superficie y 20 metros de altura.



Exterior e interior del tren Costa Verde.

De vuelta a Matallana, tras una degustación de embutidos leoneses en una de las fábricas de Vegacervera, el tren acerca al visitante hasta Boñar. En esta parada se aprovecha para degustar los platos propios de la zona, como las carnes del ganado de corral, el cordero o la cecina, finalizando con los nicanores de Boñar, los famosos dulces de hojaldre creados en 1880 por Nicanor Rodríguez.

La espectacular montaña leonesa es el singular destino que descubre al viajero el tren Costa Verde

La siguiente parada es Sabero, donde se encuentra el Museo de la Minería y la Siderurgia, una reha-





El trazado ferroviario discurre por la parte oriental de la montaña leonesa.

bilitación de la antigua ferretería de San Blas que formó la primera industria siderúrgica en España en 1846. El museo recoge la historia de la minería de este valle leonés y permite recorrer los restos de los altos hornos donde se descomponía el carbón de cok para fabricar hierro y acero.

De vuelta al tren, en el trayecto se pasa cerca del río Esla, afluente del Duero que trae sus aguas desde la cordillera Cantábrica recorriendo casi 300 kilómetros, hasta alcanzar Cistierna. En esta localidad, con una importante huella ferroviaria, está programada la visita al Museo del Ferroviario, compuesto por tres salas con objetos, proyecciones, fotografías y un taller de reparación de locomotoras que ilustran la historia de las líneas de tren. Este museo es la última visita del itinerario por la montaña leonesa. A continuación, el tren regresa sobre raíles a su punto de origen en San Feliz y por carretera hasta León, adonde se llega a las 20:30 horas. ■

El Histórico

■ ***ITINERARIO DE LA HISTORIA***

Salidas los domingos de:
mayo: 20 y 27
junio: 3, 10, 17, 17 y 24
julio: 1, 8 y 15
septiembre: 16, 23 y 30
octubre: 7 y 14

■ ***ITINERARIO DEL SOPLAO***

Salidas los sábados de:
julio: 21 y 28
agosto: 11, 18 y 25
septiembre: 1 y 8

■ ***ITINERARIO DE LAS MARISMAS***

Salidas los sábados de:
mayo: 19 y 26
junio: 2, 9, 16, 23 y 30
julio: 7 y 14
septiembre 15, 22 y 29:
octubre: 6 y 13

■ ***ITINERARIO MAR Y MONTAÑA***

Salidas los domingos de:
julio: 22 y 29
agosto: 12, 19 y 26
septiembre: 2 y 9

Estrella del Cantábrico

■ ***ITINERARIO DE LA BIOSFERA***

Salidas los sábados de:
junio: 16, 23 y 30
julio: 7, 14, 21 y 28
agosto: 11, 18 y 25
septiembre: 1, 8 y 15

■ ***ITINERARIO DE COVADONGA***

Salidas los domingos de:
junio: 17 y 24
julio: 1, 8, 15, 22 y 29
agosto: 12, 19 y 26
septiembre: 2, 9 y 16

Costa Verde

■ ***ITINERARIO DE LA MONTAÑA LEONESA***

Salidas los sábados de:
julio: 7, 14, 21 y 28
agosto: 11, 18 y 25
septiembre: 1





EL TREN DE LAS NUBES

El tren de Núria fue el primer ferrocarril de cremallera de la Península y hoy, con 81 años de existencia cumplidos, es también el más escalador de todos, pues sus vagones alcanzan los 1.964 metros de altitud tras superar un desnivel de 1.059 metros en apenas 12,5 kilómetros de trayecto. El recorrido, que se realiza en unos 45 minutos, permite descubrir algunos de los paisajes más espectaculares del Pirineo catalán y alcanzar el santuario de Núria.

Jesús ÁVILA GRANADOS (Texto y fotos)



La vía vista desde la cabina del tren. Debajo, estación de Ribes-Enllaç.



El norte de la comarca del Ripollès (Girona), a la sombra del mítico Puigmal (2.913 metros), el santuario de Núria es motivo de peregrinación, tanto por los devotos de la imagen que, hasta este apartado paraje del Pirineo catalán, cerca de las nubes, llegan para adorar a la Virgen negra de Núria, como por los amantes de los deportes de invierno, el montañismo, el arte o la historia.

Como tantos otros lugares de nuestro país, Núria no se entiende sin sus ancestrales tradiciones. Cuenta la leyenda que fue un tal Gil, santo procedente de Provenza, quien, durante la dominación visigoda, comenzó a predicar el cristianismo por estas aisladas montañas. Más tarde (finales del siglo XI), otro santo, Amadeo, asumió la misión de hallar los objetos sagrados dejados ocultos por Gil: una campana, una olla y la cruz, los tres símbolos de Núria. No tuvo suerte y esos tres objetos serían encontrados algunos años más tarde, en 1079, y para celebrarlo se decidió levantar la primera capilla en honor a la Virgen de Núria: una imagen negra, de 56 cm de altura, hallada milagrosamente dos generaciones antes. El santuario, que se alza sobre una roca blanca en la confluencia de dos ríos, a casi 2.000 metros de altitud y en medio de un paradisíaco escenario natural, no tardó en convertirse en centro de peregrinación para las gentes de la región, que utilizaban para llegar hasta allí el angosto sendero de alta montaña (el cual aún se conserva, y sigue paralelo a la vía del tren, desafiando ventisqueros, precipicios de vértigo y terribles gargantas). La senda parte desde la aldea de Queralbs para continuar por el *Camí Vell*, fragmento de la antigua calzada romana que enlazaba *Gerunda* (Girona) con *Carcaso* (Carcasona) a través de los Pirineos Orientales y de la que aún hoy se pueden apreciar algunas losas originales y miliarios cerca de los raíles.

El santuario de Núria está abierto todo el año. La actual talla de la Virgen es románica, del siglo XII, y se dice que está relacionada con los templarios.

Numerosos y espectaculares son los puentes medievales que evocan este legendario camino, buena parte del año cortado por los aludes de nieve. Por ello, y también por el auge que a principios del siglo XX iban alcanzando los deportes blancos, fue tomando cuerpo la necesidad de proyectar una línea férrea que enlazara la población de Ribes de Freser con el santuario de Núria. Recordemos que en es-







tos desolados valles el deporte del esquí fue muy madrugador, pues en 1909 ya subían los primeros deportistas cargados con trineos, botas, esquís y palos, a través del estrecho y peligroso sendero que, cubierto de placas de hielo, suponía un peligroso desafío.

Proyecto ferroviario

El material requerido para el normal mantenimiento del santuario, y también para la construcción de las nuevas instalaciones deportivas, solo podía llegar a través del antiguo sendero (de origen romano), conocido como *Camí Vell* de Queralbs, que se corresponde con el actual "GR-11" (senda pirenaica). Los acemileros debían afrontar un durísimo trayecto, largo y lleno de dificultades. Los devotos de la Virgen de Núria que deseaban visitar el santuario tenían el mismo problema: para acceder a la plataforma superior debían caminar durante cuatro agotadoras horas en sentido ascendente. Para resolver estos inconvenientes se agilizaron los preparativos del proyecto ferroviario, cuya construcción, que ha cumplido sus primeros 80 años de historia, fue una proeza de la ingeniería ferroviaria española del siglo XX.

Detalle de las características técnicas de la cremallera, estación término de Núria y encuentro de los trenes a mitad de trayecto.

Fue en 1924 cuando la empresa Ferrocarrils de Muntanya de Grans Pendents (FMGP), que ya explotaba comercialmente la línea de montaña Monistrol-Montserrat, inició el proyecto de la futura infraestructura. En noviembre de 1927, bajo el reinado de Alfonso XIII, el Gobierno aprobó por Real Decreto la concesión del ferrocarril de Ribes de Freser a Núria a la mencionada empresa.

La construcción de la línea comenzó en mayo de 1928 simultáneamente desde sus dos extremos, Ribes-Enllaç y Núria. Durante tres años, más de 2.000 operarios trabajaron en esta faraónica obra, realizada en condiciones climatológicas adversas, que exigió excavar túneles, construir viaductos y nivelar tramos de pendientes de vértigo. El presupuesto de ejecución superó los 11 millones de pesetas. El



El tren circula junto a las frías aguas del embalse.

19 de marzo de 1931 se inauguró oficialmente la nueva infraestructura ferroviaria, y un mes después hizo su primer trayecto comercial el tren de cremallera, pionero en España de esta singular forma de tracción.

El trazado, sobre el que se instaló una vía de ancho métrico, mide 12,5 kilómetros, de los cuales 5,5 kilómetros son de adherencia y los 7 restantes están equipados con una cremallera central (sistema Abt) para poder superar el 15 % de pendiente. El desnivel que debe salvar entre Ribes de Freser y Núria es de 1.059 metros. Con la llegada del tren de cremallera, Núria no tardó en convertirse en uno de los principales centros turísticos del Pirineo catalán, facilitando la práctica de los deportes blancos en invierno, dejando para el resto del año otros como montañismo, senderismo, tiro con arco, hípica y vela, deporte que se practica en el embalse construido en 1955. En 1981, la Generalitat se hizo con el control de FMGP; y en 2008 finalizó la construcción del túnel Roc del Dui.

El tren de cremallera ha convertido a Núria en uno de los principales centros turísticos del Pirineo catalán

El trayecto, que actualmente dura unos 45 minutos, permite admirar los impresionantes escenarios naturales que jalonan la vía, como la cascada de la Cola de Caballo, que ruge con furia al caer al fondo del barranco. Y también construcciones históricas como el castillo de San Pedro, en Ribes de Freser, enclave medieval relacionado con los cátaros, o la aldea de Queralbs, con su interesante iglesia románica, y los puentes de piedra que facilitan el trayecto del sendero "GR-11", aún utilizado por numerosos peregrinos. Una de las particularidades del trazado son los indicadores que recuerdan al viajero la altitud del lugar asociada con otros enclaves ferroviarios de la geografía hispana, como por ejemplo, al alcanzar la cota de 1.379 metros (puerto de Pajares).

Pero antes de la partida del tren, en la misma estación de Ribes-Enllaç, es aconsejable visitar el moderno Museo del Ferrocarril, que pasa revista a los 80 años de historia del ferrocarril de Núria. También en Núria, junto a la estación, hay otro museo más pequeño que explica las gestas de la construcción de este singular trazado ferroviario con fotografías



Sala del Museo del Ferrocarril de Núria.



Imagen de la Virgen de Núria en su camarín.

de época, materiales recuperados para su exposición y audiovisuales didácticos.

Los amantes de la historia y el arte deben visitar el interior del santuario, donde se custodia la bella imagen de la Virgen de Núria, patrona de estos valles. Después, ya en el exterior, junto a la fuente y el oratorio de San Gil, tras beber de sus aguas, se puede tomar el sendero que pasa frente al embalse y seguir el camino hasta el mirador inferior, porque la panorámica que se ofrece es impresionante en todas las direcciones. También le permitirá valorar en toda su dimensión el titánico esfuerzo desplegado en la construcción del camino para la *serpiente metálica* que, silbando entre los ventisqueros, se atreve a tocar las nubes. ■

Características técnicas del tren cremallera

■ ***Inauguración de la línea: 19 de marzo de 1931. A cargo de la compañía FMGP (Ferrocarrils de Muntanya de Grands Pendents). Ha funcionado desde el principio con energía eléctrica.***

■ ***Longitud del trazado: 12,5 kilómetros (los primeros 5,5 km, en adherencia, y el resto, con cremallera central de sistema Abt).***

■ ***Desnivel: 1.059 metros (diferencia de altitud entre el santuario de Núria, 1.967 metros, y Ribes-Enllaç, 908 metros). Rampas máximas: 15%.***

■ ***Duración del trayecto: 45 minutos. El tren circula a 22 km/h en la subida y a 13 km/h en la bajada.***

■ ***Estaciones: 4 (Ribes-Enllaç, Ribes-Vila, Queralbs y Núria). Apeadero: 1 (Rialb, entre Ribes de Freser y Queralbs, funciona como parada facultativa). Las estaciones de Ribes Renfe y Ribes-Enllaç están interconectadas, por lo que para montarse en el cremallera de Núria no es preciso descender del tren que, desde Barcelona, va a Puigcerdà y conecta con la Tour de Carol (Francia).***

■ ***Anchura de vía: 1.000 mm.***

■ ***Sistema de cremallera: ABT.***

■ ***Tipos de carril: 45 kg/m, 20 kg/m (zona de Núria).***

■ ***Traviesas: de madera, VonRoll, épsilon.***

■ ***Electrificación: 1.500 Vcc, 2 subcentrales y 12 seccionadores.***

■ ***Parque móvil: 4 automotores Beh 4/8, 2 automotores GTW 2/6, 1 quitanieves, 1 locomotora diésel, 1 locomotora eléctrica, 4 coches y 1 coche salón. Tres generaciones de trenes aún conviven en la línea: la primera se remonta a los años 1930/31, la segunda a 1985 y la tercera a 2003.***

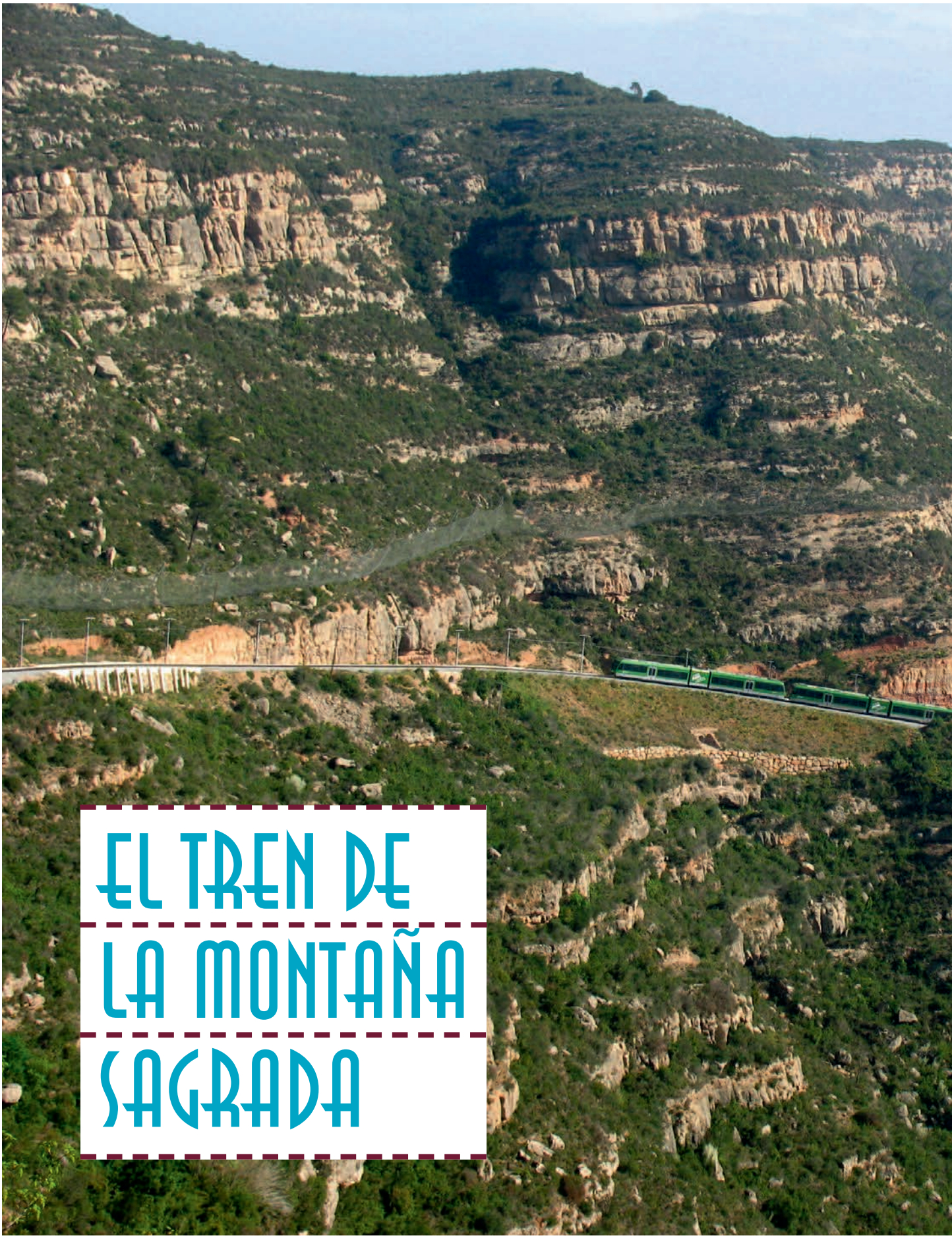
Teléfonos de interés

■ ***Atención al Cliente: 972 732 020.***

■ ***Central de reservas: 972 732 030.***

Horarios

■ ***Cinco trayectos al día. Salidas de Ribes-Enllaç en dirección a Núria a las 09:40, 11:20, 13:00, 14:55 y 16:45 horas.***



EL TREN DE LA MONTAÑA SAGRADA



El tren remonta en un trazado ascendente la ladera oriental de la montaña de Montserrat.

En el corazón de Cataluña, y elevada entre las comarcas del Bages, l'Anoia y Baix Llobregat, se alza la montaña de Montserrat, el centro religioso más importante de Cataluña. Desde hace nueve años (junio de 2003), gracias a la acertada recuperación del tren de cremallera, es más cómodo alcanzar el monasterio benedictino, en cuya iglesia se rinde culto a la patrona de los catalanes, una Virgen negra –la Moreneta–, permitiendo, al mismo tiempo, la conexión con el funicular que lleva a la iglesia de Sant Joan, en la plataforma superior de la montaña, o bien el que desciende hasta la Santa Cova, en las entrañas de la montaña.

Jesús ÁVILA GRANADOS
(Texto y fotos)

La montaña de Montserrat es el corazón espiritual de los catalanes. Se dice que antiguamente, en primavera, la gente solía subir a su cima para lavar sus pecados y sanar de sus enfermedades.

Afirma la tradición que la primera imagen de la Virgen la encontraron unos pastores en el siglo IX en el interior de una cueva y que, aunque el obispo pidió que trasladaran la talla



Tren estacionado en la estación superior.



Carteles de época alusivos al tren de Montserrat.



Cartel alusivo a las raíces del tren de Montserrat (finales del XIX).

hasta Manresa, fue imposible porque pesaba demasiado. El obispo interpretó el mensaje como el deseo de la Virgen de permanecer en aquel lugar y mandó construir una ermita, origen del actual monasterio. La talla románica que actualmente puede verse data del siglo XII, y está realizada en madera de álamo. Se trata de una figura de la Virgen, con el niño Jesús en su regazo y sosteniendo una esfera en la mano derecha que simboliza el Universo. La Virgen de Montserrat fue coronada, por privilegio pontificio del papa León XIII, el 11 de septiembre de 1881, y entronizada en un retablo de plata ofrecido por el pueblo catalán en 1947, ubicado en el camarín (cámara santa) posterior al altar mayor.

Entre las innumerables tradiciones que se mantienen en esta montaña-santuario está la de llevar a los recién nacidos ante la "Moreneta", en confirmación acaso de ancestrales cultos de fecundidad. Escondido en la sierra está el monasterio de Montserrat, del siglo XI, con dos núcleos bien diferenciados. Por un lado, la basílica y las dependencias monacales, donde actualmente residen un centenar de monjes benedictinos; por otro, los edificios de servicios, que incluyen apartamentos destinados al alojamiento de los peregrinos, restaurantes, tiendas, etc. Durante las guerras napoleónicas, el monasterio fue quemado y saqueado en diversas ocasiones, siendo reconstruido años más tarde.

Gesta de la ingeniería

La montaña de Montserrat se encuentra a solo 45 kilómetros de distancia de la ciudad de Barcelona, en el centro geográfico de Cataluña. Se trata de un poderoso macizo rocoso que, desde enero de 1987, es parque natural. La grandiosidad de esta mole no reside solo en sus dimensiones o en las formas romas de sus cimas, sino también en su agreste espectacularidad física. El macizo, de forma ovalada, con una cierta inclinación de SE a NW, tiene 10 kilómetros de longitud, entre el desfilade-



Inicio de la subida a la montaña de Montserrat, con sus características formaciones rocosas de fondo.

ro del Cairat, por donde se abre paso el curso del Llobregat, al este, y el *coll* de Can Maçana, a poniente; y 5 kilómetros de anchura. El valle de Marganell y la meseta de Collbató-Els Brucs limitan la montaña por el norte y sur, respectivamente. Son, en total, 3.630 hectáreas de superficie.

Por lo tanto, dominar la cima con un medio mecánico que facilitara la subida a la montaña y el acceso al santuario supuso todo un reto. Miles de devotos y peregrinos tradicionalmente subían a la montaña a pie o a lomos de caballerías, los menos, o por el difícil camino de Santa Cecilia, que en 1698 se transformó en carretera. Y no fue hasta la segunda mitad del siglo XIX cuando se pensó en una vía alternativa más cómoda y rápida. Gracias a los Ferrocarriles del Norte, de vía ancha, el tren llegaba a la estación de Monistrol-Montserrat. En este punto, la propia compañía, entre 1858 y 1859, construyó una carretera de 14 kilómetros de longitud aprovechando el antiguo sendero de herradura, cuyo trazado duro facilitó el desplazamiento de diligencias, con un área de descanso en la fuente de los Monjes para monturas y viajeros, en un trayecto de 3 horas y media.

Pero el constante aumento de peregrinos y visitantes al santuario animó a Joaquim Carrera, un ingeniero catalán enamorado de los trenes de montaña suizos, a convencer al empresario Josep M. González de la necesidad de construir un tren de cremallera que enlazara la estación de Monistrol de Montserrat con el monasterio superior. El 31 de diciembre de 1881 se constituyó la Compañía de Ferrocarriles de Montaña a Grandes Pendientes y el 27 de julio de 1882 se aprobó la concesión. El 5 de mayo de 1892, los obreros que perforaban el túnel de los Apóstoles se encontraron en la mitad del trazado férreo. La inauguración de este ambicioso proyecto tuvo lugar el 6 de octubre de aquel mismo año. A partir de entonces, el tren de cremallera de Montserrat no tardó en convertirse en el más popular y tradicional de España, auspiciando la convocatoria de 200 romerías anuales. El tren, a diferencia de

El tren cremallera de Montserrat, cuya primera línea operó entre 1892 y 1957, inició una segunda vida en 2003



Ermita de Santa Cecilia, ejemplo del románico primitivo catalán.



Ermita de San Miguel, documentada en el siglo X y reconstruida.



Fachada de la iglesia de la abadía de Montserrat.



Caseta del guardaagujas de Monistrol, convertida en Museo del Ferrocarril.

las diligencias, aportaba notables ventajas, tanto en la cifra de peregrinos trasladados como en la mayor frecuencia de los viajes y la reducción del tiempo en los desplazamientos. Desde la estación de Monistrol hasta el monasterio, el trayecto duraba una hora y cinco minutos.

Pero lo más significativo era que el cremallera, desde Monistrol, estaba enlazado directamente con Barcelona, a través del tren regular, ofreciendo a los viajeros la posibilidad de visitar Montserrat en una sola jornada, por lo que el novedoso tren no tardó en convertirse en un dinamizador económico para la zona. Concretamente, Monistrol vio crecer un barrio entero, el de Viserta, fruto del tren de cremallera. Los años 20 del pasado siglo fueron los de mayor apogeo de este tren. En 1931, la compañía FMGP sufrió una primera crisis financiera que afectó a la línea, profundizada durante la Guerra Civil. En 1947, con motivo de la entronización de la Virgen, se superaron los 274.000 viajeros. Sin embargo, el 25 de julio de 1953 marcó el declive de la línea, aunque el cierre definitivo no se produjo hasta el 12 de mayo de 1957.

El nuevo tren de cremallera

A pesar de ello, la ilusión de volver a ver funcionar este singular tren nunca se perdió. La nostalgia, el incremento de visitantes al

santuario y la necesidad de descongestionar la montaña de vehículos, al dañar la calidad del aire de un parque natural, dieron lugar, en los años 80, a que la Dirección General de Transportes de la Generalitat de Cataluña llevara a cabo diversos estudios encaminados a soventar el problema del transporte en la zona. En 1991, Ferrocarriles de la Generalitat de Catalunya (FGC) redactó un proyecto que se convirtió en la base del cremallera actual, presentándose en 1999 para ser definitivamente aprobado al año siguiente. En el verano de 2001 se iniciaron las obras del nuevo trazado, con cinco unidades ya adjudicadas para la puesta en servicio. Poco después, el 11 de junio de 2003, entró en funcionamiento el nuevo cremallera, haciendo realidad los sueños de mucha gente que no había perdido la fe en que el tren volvería a silbar entre las laderas de la montaña sagrada. Como dato de interés, en 2008 el tren de cremallera transportó a Montserrat un total de 489.665 viajeros. ■



Trazado en pendiente del funicular de Sant Joan.

Características

■ ***Primera línea férrea a Montserrat: 6 de octubre de 1892. Cierre: 12 de mayo de 1957. Duración del trayecto: 3:30 h.***

■ ***Segunda línea férrea: Inauguración el 11 de junio de 2003. Duración del trayecto: 15 minutos.***

■ ***Longitud del trazado: algo más de 5 kilómetros.***

■ ***Estaciones: Monistrol-Vila y Montserrat. Luego, si lo desea, puede enlazar con los funiculares que suben a Sant Joan, en la plataforma superior, o bien los que descienden a la Santa Cova.***

■ ***La capacidad de transporte es de 1.500 personas a la hora.***

Qué visitar

■ ***La abadía, situada en la plataforma superior de la montaña, a 720 metros de altitud, en cuya iglesia se rinde culto a la patrona de Cataluña, la Virgen de Montserrat, conocida como la Moreneta.***

■ ***El Museo de Montserrat, que atesora magníficas colecciones de arte sumerio, egipcio, griego y romano, además de una extraordinaria pinacoteca de grandes pintores españoles y extranjeros de los siglos modernos y contemporáneos, como los de de la escuela de Olot.***

■ ***La Santa Cova, a la que se puede llegar bien en funicular, bien descendiendo a pie por el sendero abierto en la roca. También merecen una visita las ermitas de Sant Joan, Sant Miquel, Sant Jeroni y Santa Cecilia.***

■ ***El Museo Ferroviario, situado en la estación de Monistrol-Vila, es imprescindible. Los amantes de la fotografía y la naturaleza podrán disfrutar en las cuatro estaciones y a cualquier hora del día, porque la luz cambia constantemente el decorado natural de esta montaña sagrada.***

Teléfonos de interés

■ ***Ferrocarriles de la Generalitat de Catalunya: 932 051 515.***

■ ***Consorcio de Turismo del Baix Llobregat. 936 852 400; www.turismebaixllobregat.com***

■ ***Oficina de Turismo de Manresa. 938 784 090. www.manresaturisme.cat***

■ ***Área de Turismo del Consell Comarcal del Bages. 936 930 396. www.bagesturisme.net***

■ ***Dirección del Parque Natural de la Montaña de Montserrat. 938 777 777.***

■ ***Patronato de la Montaña de Montserrat. 932 956 810.***

■ ***Ayuntamiento de Marganell. 938 357 063. E-mail: marganell@diba.cat***

■ ***Abadía de Montserrat. (Departamento de Prensa). 938 777 775. E-mail: serveidepremsa@abadia-montserrat.net***



El tren cruzando el embalse de Sant Antoni, cerca de Tremp. (Foto Oscar Urgelés).



UN VIAJE DE VÉRTIGO

Aunque fue en febrero de 1924 cuando comenzaron los primeros viajes entre Lleida y Balaguer, solo en 1951 se pudo concluir la línea hasta La Pobla de Segur, casi 90 kilómetros de un trayecto cubierto con locomotoras diésel y cuatro vagones por convoy que atraviesa escalofriantes desfiladeros y viaductos de vértigo levantados sobre el fondo de lagos y embalses de azuladas aguas.



Revisando la locomotora de vapor Garrofeta.



Atardecer sobre la fortaleza y colegiata de Mur. (foto: Batllevell). Debajo, Congost de Mont-Rebei, en el Montsec d'Ares. (Foto: Arthur F. Selbach).



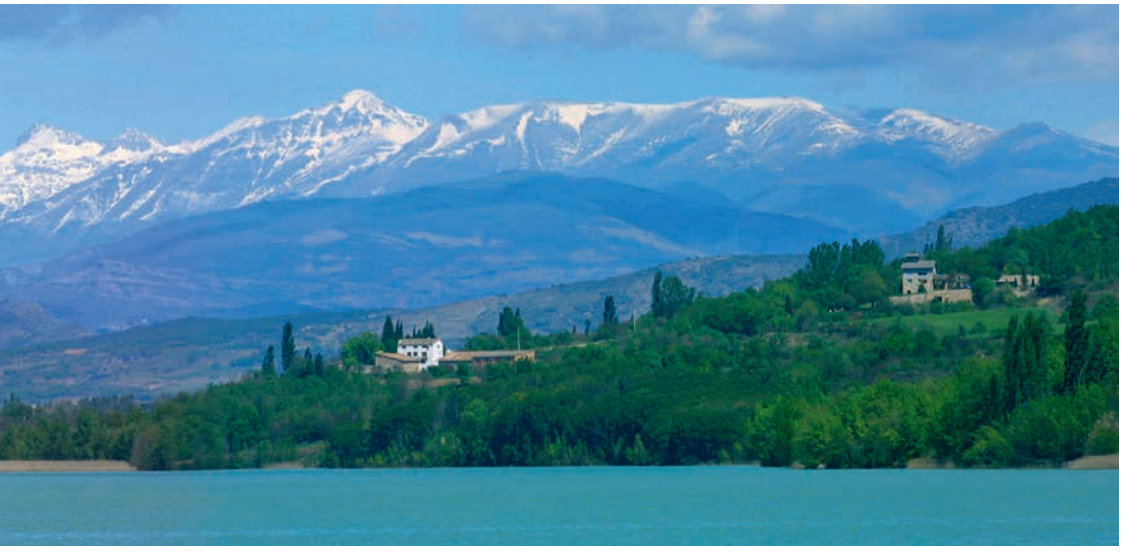


Jesús ÁVILA GRANADOS

No le faltó razón al novelista y viajero norteamericano Upton Sinclair (1878-1968), cuando dijo en una ocasión que si las tierras pertenecen a sus dueños, el paisaje es de quien sabe apreciarlo. Y los paisajes que descubre el tren de los lagos de principio a fin, entre Lleida y la Pobla de Segur, no pueden ser más espectaculares. Pero antes es preciso hacer un poco de historia.

La línea Lleida-Balaguer se inauguró el 3 de febrero de 1924; sus máquinas de vapor aún parecen resoplar en los tramos de este corto trayecto y el aire aún recuerda la nube de humo que llenaba los túneles, con la tradicional *Garrofeta*. Después se pensó en construir una línea férrea mucho más ambiciosa que comunicara la ciudad de Lleida con la localidad francesa de Saint-Girons (l'Ariège) a través del puerto de Salau, para dar salida a la producción maderera de las numerosas serrerías existentes a un lado y otro de los Pirineos. El proyecto, no obstante, quedó suspendido debido a la Segunda Guerra Mundial.

Pero la iniciativa estaba sobre la mesa, y si no pudo hacerse el tramo completo, sí se logró establecer una línea férrea que desde la misma ciudad de Lleida alcanzara hasta La Pobla de Segur, en la comarca del Pallars Jussà. Fue en 1951 cuando ambas poblaciones quedaron definitivamente enlazadas por una singular línea de ancho ibérico de 89,35 kilómetros de longitud. Desde 2005, esta infraestructura es propiedad de FGC (el operador ferroviario de la Generalitat catalana). Pero no se trata simplemente de un tren turístico, ya que en su tramo inicial (Lleida-Balaguer) opera como servicio de Cercanías, mientras que hasta La Pobla de Segur cobra su carácter más turístico, con salida en días señalados a las 10:30 horas de la estación de Lleida-Pirineus (ver Calendario), siendo en el mismo andén, un cuarto de hora antes de partir, donde los viajeros reciben la bienvenida del grupo de teatro "La Cremallera". Luego, media hora más tarde, al llegar a la estación de Balaguer, la sorpresa se



Embalse de Terradets, con los Pirineos como telón de fondo. (Foto Nelson Souto).



El tren a punto de alcanzar la zona del castillo de Mur. (Foto: Oscar Urgelés).

la llevan cuando, por gentileza del Ayuntamiento de la capital de La Noguera, son obsequiados con una variedad de exquisitas cocas y una copa de cava.

El recorrido

Al inicio del trayecto, a la salida de la propia capital, sobre una colina, se puede admirar la monumental Seu, la magnífica catedral de Lleida, y en el otro extremo, dominando el curso inferior del Segre, el castillo templario de Gardeny.

La siguiente parada no queda lejos: Alcoletge, un pueblo recoleto que debe buena parte de su prosperidad a una cuidada producción hortofrutícola y ganadera. Después no se tarda en llegar a Vilanova de la Barca, donde el modesto caudal del Corb entrega sus aguas al Segre. Aquí, los amantes de la caza fotográfica pueden disfrutar en los espacios naturales del Tozal Roig. Seguidamente el tren recala en Térmens, en el corazón de la Plana d'Urgell, cuya alcazaba hispano-musulmana es citada en numerosas crónicas medievales. En Vallfogona de Balaguer destacan dos monumentos: la iglesia de San Miguel, templaria, y la alcazaba andalusí, que no está abierta al público.

Tras una media hora de viaje espera Balaguer, la villa de las tres culturas. Su plaza del Mercadal fue lugar de convivencia de cristianos, hispano-musulmanes y judíos. El río Segre atraviesa el núcleo urbano, en el que destacan el convento de Sant Domènec y la alcazaba, que albergó uno de los jardines más suntuosos de la España medieval. Gerb, siguiente parada, depara dos notables monumentos: el castillo y los lavaderos medievales..

La montaña, en estado puro

A partir de aquí, el tren se adentra en algunos de los más grandes espacios naturales leridanos. Sant Llorenç de Montgai es famoso por su embalse, cuyas aguas facilitan la práctica de numerosos deportes; el lugar está declarado reserva natural de fauna salvaje. No lejos, en la confluencia del Noguera Pallaresa y el Segre, se encuentra Camarassa, uno de los pueblos medievales más interesantes de Cataluña que además ofrece a los visitantes su más que interesante Parque Arqueológico Didáctico (PAD). Vilanova de la Sal debe su nom-



Torre de vigía de Alsamora, en el Montsec d'Ares. (Foto: Arthur F. Selbach).



Raiers de La Pobla de Segur. (Foto: Turmix).

bre a unas fuentes de aguas salinas de montaña, explotadas ya en el siglo XI, actividad que se mantuvo hasta 1989; en su iglesia parroquial, hasta 1967, se conservaron los restos de los condes d'Urgell. La siguiente parada, Santa Linya, es un apeadero (a 6 kilómetros del pueblo), en el municipio de les Avellanes; cerca se encuentra la Balma de la Cova Gran, refugio de bandoleros en otros tiempos.

Àger, la siguiente estación, merece ser visitada sin prisas, a pesar de que el pueblo esté a 9 kilómetros. La colegiata románica es de obligada visita, así como el callejeo por el casco medieval. No lejos, sobre el lago, se alza la ermita románica de la Pertusa, colgada en el abismo. Es recomendable recorrer el sendero rupestre excavado en las paredes calcáreas del Mont-Rebei, uno de los parajes naturales más impresionantes de la zona. Para los amantes de la astronomía, el Centro de Observación de la Unesco (tel: 973 053 022), a 3,7 kilómetros de Àger, permite contemplar el universo bajo una cúpula de 12 metros de diámetro.

La siguiente parada es Cellers-Llimiana, cuya estación se encuentra a orillas del embalse del Terradets, con edificio acondicionado como albergue de excursionistas. Desde aquí se puede hacer una excursión a la *cova* dels Murisecs. En Llimiana hay que hacer un alto en la iglesia románica de la Virgen de la Cinta. A mitad de camino entre el embalse del Terradets y el castillo de Mur –fortaleza de piedra en forma de barco, del siglo XI, con colegiata románica–, se encuentra Guàrdia de Tremp y su evocador entramado de calles medievales. Palau de Noguera, siguiente parada, es un pueblo *nuevo*, creado tras la Constitución de Cádiz (1812).

Tremp, la capital del Pallars Jussà, cuenta con el municipio más extenso de Cataluña (303,97 km²) y reúne muchos atractivos. Entre ellos cabe mencionar el Museo Comarcal de Ciencias Naturales y el antiguo hospital de los Pobres (fundado en 1521). Y fuera del casco urbano, el valle de los Buitres, en la *serra* de Sant Gervàs, un paraje paradisiaco. Salàs de Pallars, penúltima estación del recorrido, conserva un coqueto casco medieval que mantiene todavía vivo el viejo comercio de ultramarinos, a los que ha dedicado un centro de interpretación que es de obligada visita. Los alrededores de esta localidad son también del mayor interés: el embalse de Sant Antoni, la cascada de Rivert y la Font de Dalt, reserva del tritón pirenaico.



Excursionistas a través del escalofriante cañón de Mont-Rebei. (Foto: Arthur F. Selbach).

La Pobla de Segur

Encajada entre dos profundos valles fluviales, La Pobla de Segur conserva la tradición de los *raiers*, los balseros de troncos cuya memoria está hoy presente en el museo donde se puede apreciar la dureza y los riesgos de este oficio hoy extinguido. Pero si se tiene la oportunidad, merece la pena acercarse el primer domingo de julio, cuando tiene lugar en este pueblo el Día de los *Raiers*, declarada Fiesta de Interés Nacional. Si se dispone de tiempo, además de admirar el trazado medieval de La Pobla, merece la pena visitar la *Vall* Fosca, un estrecho valle abierto por el río Flamisell, donde se inicia el vuelo del teleférico de los Lagos y se encuentra la central hidroeléctrica de Capdella. Y para una estancia de unos días, nada mejor que practicar el senderismo en la *serra* del Boumort (macizo montañoso donde, durante la temporada de celo, se escucha la brama del ciervo), o en el desfiladero de Collegats, uno de los más impresionantes de Europa, donde existen asimismo numerosas posibilidades para toda suerte de deportes de aventura o la caza fotográfica. Y otros parajes cercanos, como el estanque de Montcortés, a 1.065 metros de altitud, o las salinas de Gerri, a 1.500 metros de altura, al borde del Noguera Pallaresa, no dejarán de ser siempre una grata sorpresa para los viajeros más inquietos. ■

El tramo inicial de la línea es operado por el Cercanías, mientras que hasta La Pobla cobra su carácter como tren turístico

Características técnicas de la línea

- ***Longitud: 89,35 kilómetros (de vía sin electrificar).***
- ***Ancho de vía: 1.668 mm (ibérico).***
- ***Estaciones: 17 (Lleida-Pirineus, Alcoletge, Vilanova de la Barca, Térmens, Vallfogona de Balaguer, Balaguer, Gerb, Sant Llorenç de Montgai, Vilanova de la Sal, Santa Linya, Àger, Cellers-Llimiana, Guárdia de Tremp, Palau de Noguera, Tremp, Salàs de Pallars y La Pobla de Segur).***
- ***Túneles: 41 (El más largo es el de Palau, con 3.499 metros, bajo la sierra del Mont-roig).***
- ***Puentes: 31 (El más largo, de 160 metros, salva el río Segre en Balaguer).***
- ***Pasos a nivel: 21.***
- ***Tipos de locomotoras: Diésel 10817 y 10820, arrastrando cada convoy cuatro vagones de época.***
- ***Forma de bloqueo: telefónico.***

Horarios

- ***Salida de Lleida-Pirineus a las 10:30 horas y llegada a La Pobla de Segur a las 12:30.***
- ***Salida de La Pobla de Segur a las 17:30 horas y llegada a Lleida-Pirineus a las 19:30.***

Calendario

- ***Días 2, 9, 16, 23 y 30 (en junio);***
- ***Días 7, 14, 21 y 28 (en julio);***
- ***Días 4, 11, 18 y 25 (en agosto);***
- ***Días 1, 8, 15, 22 y 29 (en septiembre).***

Teléfonos de interés

- ***Estación de Lleida-Pirineus: 973 220 202***
- ***Estación de Balaguer: 973 445 503***
- ***Oficina Municipal de Turismo de La Pobla de Segur: 973 680 257***
- ***Oficina de Información Municipal de Salàs de Pallars: 973 676 266***

EL TREN DEL CEMENTO



En paralelo a los rugientes cañones del río discurre el corto pero más que interesante trayecto del Ferrocarril Turístico del Alto Llobregat. La línea, que históricamente unió la antigua fábrica de cemento Asland, en Castellar de n´Hug, con Guardiola de Berguedá (Barcelona), guarda sorpresas memorables, como los Jardines Artigas, proyectados por Gaudí en La Pobla de Lillet, o la imponente silueta de la cementera Asland y su curioso museo, donde se explican los orígenes de una revolución industrial que a finales del siglo XIX cambió por completo el devenir de la construcción.



El tren atraviesa parajes de gran belleza dentro del parque natural del Cadí-Moixeró.

Jesús ÁVILA GRANADOS
(Texto y fotos)

Son las 12 del mediodía, a finales de la primavera, y el Ferrocarril Turístico del Alto Llobregat, conocido popularmente como el "tren del cemento" aguarda en las vías. Un numeroso y heterogéneo grupo de viajeros ya están situados en el andén, dispuestos a subir al vagón. Un tercio de este colectivo humano peina ya canas, o nada. Se oye hablar en catalán, castellano, francés, alemán e inglés. No es necesario recordar que los trenes turísticos están en auge en buena parte de Europa, y que en España estamos también recuperando viejos ferrocarriles no solo para disfrute de nostálgicos, sino porque forman parte de un patrimonio que también es historia y cuya conservación se puede rentabilizar y compatibilizar como oferta de ocio. Y este es el caso de este peculiar tren, que la pasada campaña tuvo más de 22.000 pasajeros.

En pocos minutos, los dos vagones ya están repletos y más de medio centenar de personas esperan en sus asientos el sonido del silbato como señal de salida de la locomotora, con las cámaras fotográficas o de vídeo a punto. En ese mismo momento, entre el griterío de los más pequeños, se puede oír a un grupo de viajeros franceses hablar de un trenecito similar en la región de la Auvernia.

Después de atravesar un pequeño túnel, el paisaje comienza a desplegarse en todo su esplendor ante los ojos de los viajeros, con espesos bosques de pinos, abetos y robles, masías aisladas en pequeñas plataformas de roca y el río Llobregat siempre a los pies. Y no tardan en aparecer las primeras casas de La Pobla de Lillet, siendo La Pobla Centre la primera parada en este trayecto ferroviario, donde descienden los viajeros que allí residen, mientras que otros, senderistas en su mayoría, ocupan los escasos asientos vacíos.



Llegada del tren a la estación término en la antigua cementera Asland.

Después de cruzar un puente sobre el Llobregat, y observar con asombro la profundidad de la garganta abierta por el agua a lo largo de los tiempos, la montaña parece devorar a la vía férrea, que se pierde entre la espesa vegetación. Enfrente, altas cascadas y el agua rugiendo en las profundidades de los acantilados fluviales al romper con las rocas. Estamos en un territorio repleto de leyendas, donde el románico inició su andadura histórica bien pronto (siglo IX), los castillos de las altas cumbres custodiaban los pasos naturales y los pueblos se acurrucan entre las paredes de las montañas.

Jardines de Gaudí

Ya están cercanos los Jardines Artigas. Fue a finales del siglo XIX cuando el gran arquitecto del modernismo, Antoni Gaudí, invitado y alojado en la mansión de la familia Artigas, y en agradecimiento a la hospitalidad allí recibida, no dudó en proyectar para estos mecenas unos jardines justo detrás de su fábrica, dentro del municipio de la Pobla de Lillet. Estos fotogénicos y singulares jardines nos muestran cómo, en la más perfecta de las armonías, la arquitectura combina a la perfección con los elementos de una naturaleza que se encuentra en estado salvaje (fuentes, bancos, barandillas y puentes), con el sempiterno río Llobregat bañando las entrañas de este paraíso exclusivo. Llaman poderosamente la atención la glorieta (pérgola), el puente de los arcos, la cascada, la gruta, las figuras de los animales y el murmullo constante del agua como música de fondo. Es una naturaleza sutilmente decorada, donde la acción del hombre es prácticamente inapreciable y donde todo ha sido concebido de forma expresa para valorar el detalle. En definitiva, un verdadero cuento de hadas que sumerge al viajero en otra dimensión.

El tren cementero, que dejó de circular en 1963, reapareció como ferrocarril turístico en 2005

Los Jardines Artigas están muy próximos a la estación del mismo nombre. Por ello, es recomendable bajarse allí para descubrirlos, y después reemprender el viaje en el siguiente tren.







Cartel de la estación de La Pobla Centre, el tren junto a los Jardines Artigas y operación de cambio de máquina.

La montaña del cemento

Tras retomar el viaje con el siguiente convoy, nuevos espacios naturales se abren ante los ojos del viajero, hasta que surge, de repente y como de la nada, una exposición de máquinas de ferrocarril antiguas, alineadas sobre una plataforma rocosa. Fueron las locomotoras históricas que protagonizaron una pequeña revolución industrial, la que hace un siglo se vivió en estas montañas, gracias a la riqueza de sus minerales.

Y ya cerca del final del trayecto, tras un recodo de la montaña, se despliega toda una serie escalonada de estructuras, cubiertas de excepcionales bóvedas de ladrillo plano. Se trata de la antigua fábrica cementera Asland, fundada por el industrial catalán Eusebi Güell i Bacigalupi, pionera en la producción del cemento Porland en nuestro país. El lugar es conocido como el Clot del Moro, enclave al sur del municipio de Castellar de n'Hug, que tiene como telón de fondo una montaña que muestra en varios lugares su naturaleza blanquecina para la transformación industrial del mineral en cemento, tras la acción del calor de los hornos.

La figura de Eusebi Güell, uno de los grandes mecenas del arte modernista catalán, está bien presente en este lugar. Fue él quien, tras la constitución junto a otros socios de la Compañía General de Asfaltos y Porland Asland, requirió en el año 1902 la presencia de Gaudí en estos parajes del Pirineo para hacer realidad la impresionante mole del edificio. Gaudí se alojó en la casa de los Artigas, desde donde visitaba casi a diario la fábrica para seguir de cerca su proceso constructivo. También diseñó, en la cercana sierra del Catllaràs, la vivienda de los ingenieros de las minas de carbón del Catllaràs, que abastecieron los hornos de la cementera. Todo estaba interrelacionado.

Solo restaba un problema. El Clot del Moro, lugar en donde se alzó la espectacular fábrica, se hallaba a 32 kilómetros de distancia de la estación de tren más cercana. Por lo tanto, había que proyectar una conexión de tren entre ambos lugares, y por ello se construyó una pequeña línea de ferrocarril industrial. El recorrido arrancaba en la misma fábrica del Clot del Moro y llegaba hasta Guardiola de Berguedà, donde enlazaba ya con otras líneas. Los vagones transportaban no solo el cemento, sino toda clase de mercancías. Durante aquellos primeros años, este tren solo estaba al servicio de la fábrica, pero a partir del 1 de agosto de 1914 comenzó a realizar servicios de pasajeros, lo que facilitó de forma notable las comunicaciones y el comercio entre los valles más altos de esta co-



Sala del Museo del Cemento Asland , único en España.



Iglesia románica de la Pobla de Lillet.

marca del norte y las ciudades del centro de Cataluña (Manresa, Terrassa, Igualada, Martorell, etc.).

A mediados del siglo XX, y debido al crecimiento del transporte por carretera, la locomotora del nostálgico "tren del cemento" dejó de latir, y la línea inició su decadencia, clausurándose el 14 de octubre de 1963. A partir de 1986 se llevaron a cabo diferentes acciones encaminadas a la recuperación de la antigua línea de viajeros entre La Pobla de Lillet y Castellar de n'Hug, pero no fue hasta el 1 de julio de 2005 cuando, finalmente, entró en funcionamiento de nuevo, bautizado ahora como Ferrocarril Turístic de l'Alt Llobregat. Este tren turístico es el único medio existente para alcanzar el Clot del Moro, la plataforma en donde se encuentra la antigua fábrica de cemento Asland, a menos que se suba la montaña a través de senderos a contracorriente del río Llobregat.

Museos del cemento y del transporte

En el Clot del Moro, en la antigua fábrica, declarada Bien Cultural de Interés Nacional con la categoría de monumento histórico, se ha instalado el Museo del Cemento Asland, con dos zonas diferenciadas de visita. En la primera, que comprende una serie de salas didácticas situadas en el interior del edificio principal de la fábrica, se pueden conocer de cerca el cemento y sus múltiples aplicaciones en la construcción a lo largo de la historia. La segunda, ya en el exterior, consiste en un recorrido que discurre por las ruinas industriales de la fábrica y las áreas de producción del cemento, en el que el visitante debe ir protegido con un casco. En los momentos de mayor apogeo industrial de esta fábrica, que funcionó entre 1904 y 1975, se contabilizaron hasta 1.500 obreros.

Al lado del edificio modernista de la antigua fábrica de cemento, al otro lado del curso del río Llobregat y muy cerca de la estación del tren, se encuentra el Museo del Transporte de Cataluña. Inaugurado en el año 1991, en sus salas interiores se exhibe una de las mejores colecciones de vehículos antiguos de Europa (ferrocarriles, tranvías, automóviles y autobuses). Este centro dispone también de una escuela-taller de restauración, que se complementa con un trayecto en el tren turístico, el único medio, igualmente, para llegar a este museo.

Gracias al tren turístico del Alto Llobregat se ha incrementado la oferta de visitas que pueden hacerse en estos bucólicos parajes de



Atardecer en los valles del Alt Berguedà, con el poderoso Pedroforca al fondo.

la comarca del Berguedà, en su sector más próximo al Pirineo. En Castellar de n'Hug tiene especial interés para el visitante la singular Casa del Pastor, un nuevo espacio museístico que exhibe objetos y herramientas relacionados con el oficio del pastoreo. Como recuerdo de esta tradición, el último domingo de agosto se celebra aquí el concurso internacional de *gossos d'atura* (perros pastores). Castellar de n'Hug es un pueblo de piedra acurrucado entre montañas, rodeado de bosques y de profundos desfiladeros.En su municipio, y cerca del Clot del Moro, se encuentra Les Fonts, el nacimiento del río Llobregat, cuyas aguas brotan de las entrañas de la montaña en forma de espectaculares cascadas.

Y en La Pobla de Lillet, paso histórico de cátaros que en los siglos medievales bajaban huyendo de las hogueras de la Inquisición francesa a través del legendario Camino de los Buenos Hombres, que pasa por Bagà y la montaña sagrada del Pedraforca, se condensa un interesante patrimonio monumental. El pueblo, situado a 843 metros de altitud, se alza sobre los ríos Arija y Regatell, afluentes del Llobregat. El *pont vell* (puente antiguo) recuerda al viajero el trasiego humano de esta villa a lo largo de la historia. A pocos kilómetros, en dirección Ripoll, se encuentra Sant Miquel de Lillet, una de las iglesias románicas de planta circular más interesantes de España, relacionada con los templarios. Y en Mataplana, de cuya fortaleza apenas quedan algunos lienzos de su muralla, estaba la corte de amor cortés más importante de la Cataluña medieval, centro de encuentro de trovadores, juglares y poetas. ■



Locomotora Schöma DTC2.

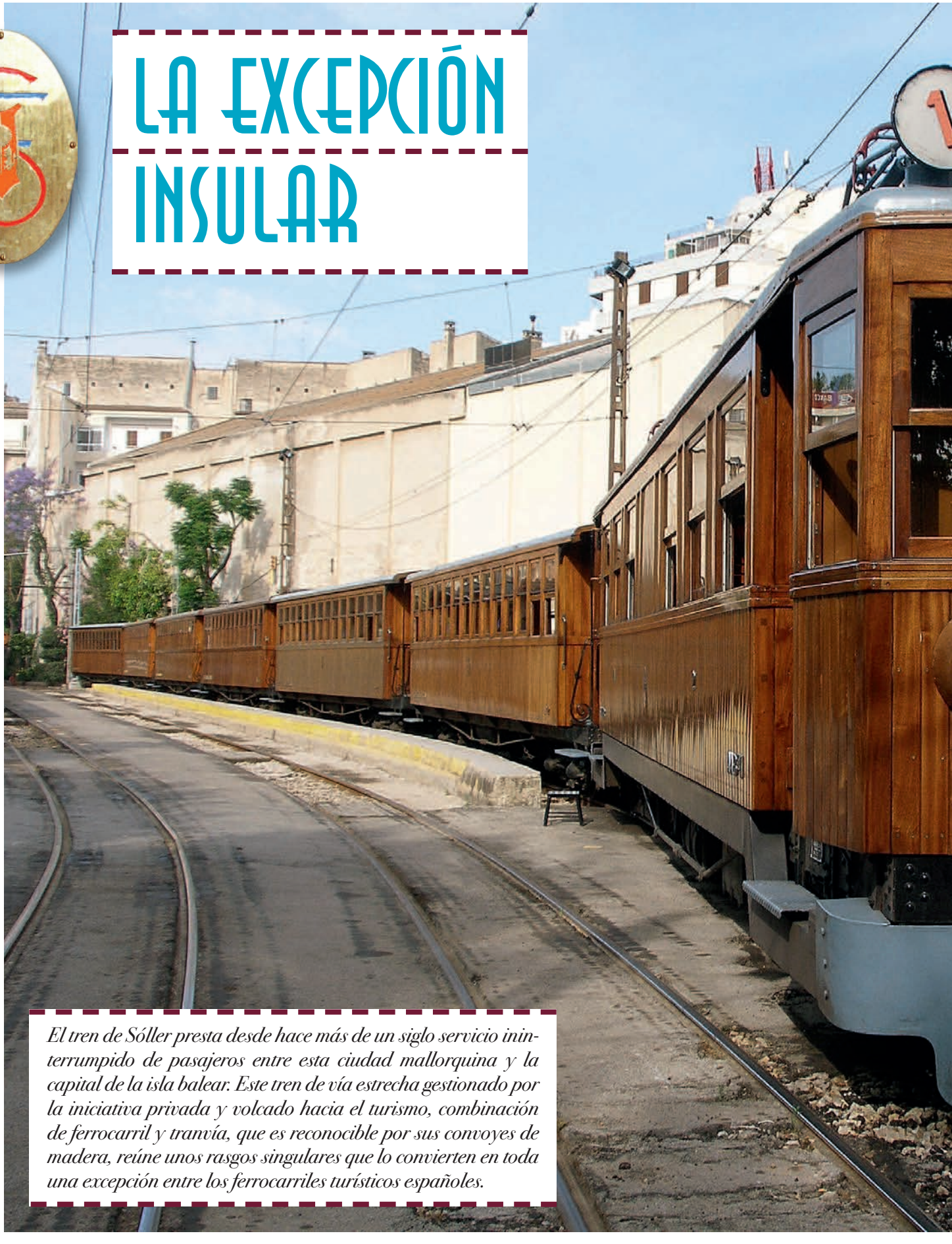
Características de la línea

- ***Construcción: 1914 (En julio de 2005 la línea se recuperó al tráfico ferroviario, pero ya como tren turístico).***
- ***Finalidad: Transporte de cemento y de mercancías desde la fábrica de Castellar de n'Hug hasta Berga, y desde esta población en tren normal a Barcelona.***
- ***Anchura de vía: 60 cm.***
- ***Longitud del trazado: 3,5 kilómetros (Entre La Pobla de Lillet y Castellar de n'Hug, al nordeste de la comarca barcelonesa del Berguedà).***
- ***Estaciones: 4 (La Pobla de Lillet, La Pobla Centre, Jardines Artigas y Clot del Moro).***
- ***Duración del trayecto: 20 minutos.***
- ***Temporada (2012): Del 1 de abril a mediados de noviembre.***
- ***Horarios: De 10:30 a 19:30 horas.***

Direcciones de interés

- ***Ferrocarril Turístico del Alto Llobregat. Tel: 932 051 515; Web: www.fgc.cat***
- ***Dpto. de Prensa de FF.CC. de la Generalitat de Cataluña: Tel: 933 663 181 (c/ Cardenal Sentmenat, 4; 08017 Barcelona).***
- ***Museo del Cemento Asland de Castellar de N'Hug. Paratge del Clot del Moro, s/n; 08696 Castellar de n'Hug (Barcelona). Tels: 938 257 037 y 938 257 077. Web: www.mnactec.com y www.castellar.diba.es***
- ***Jardines Artigas. Oficina de Turismo de la Pobla de Lillet. Parc Xesco Boix, s/nº; 08696 La Pobla de Lillet (Barcelona). Tel: 938 236 146. E-mail: tur.lillet@diba.es Web: www.lillet.diba.es***

LA EXCEPCIÓN INSULAR



El tren de Sóller presta desde hace más de un siglo servicio ininterrumpido de pasajeros entre esta ciudad mallorquina y la capital de la isla balear. Este tren de vía estrecha gestionado por la iniciativa privada y volcado hacia el turismo, combinación de ferrocarril y tranvía, que es reconocible por sus convoyes de madera, reúne unos rasgos singulares que lo convierten en toda una excepción entre los ferrocarriles turísticos españoles.



Mateo Reus

Javier R. VENTOSA
Fotos: Ferrocarril de Sóller S.A.

El Ferrocarril de Sóller es un caso excepcional entre los trenes españoles. En servicio desde abril de 1912, por lo que acaba de cumplir su centenario, es el único ejemplo de negocio ferroviario privado surgido a principios de siglo aún activo en España, habiéndose mantenido sin ayudas oficiales. Es también único por explotar una línea que combina dos medios de tracción eléctrica: el tren, entre Palma y Sóller, y el tranvía, entre Sóller y el puerto de Sóller, a semejanza del primer ferrocarril español entre La Habana y Güines (Cuba). Y lo hace circulando sobre una vía estrecha con una anchura de 914 mm (la yarda mallorquina), muy poco común en España. Su excepcionalidad se extiende también al material eléctrico móvil, que es el original de hace más de ocho décadas, mantenido artesanalmente, por lo que subir a bordo es viajar exactamente igual a como se hacía a principios del siglo pasado.

Este singular ferrocarril ha tenido la virtud de reinventarse constantemente a sí mismo, adaptándose siempre a las necesidades del mercado, lo que permite ahora escribir su centenaria historia. Surgido de una necesidad perentoria para comunicar el aislado municipio de Sóller con la capital de la isla, prestó un servicio público de transporte de viajeros y mercancías en sus primeras décadas, primero con locomotoras a vapor y desde 1929 con tracción eléctrica. Hacia la mitad de su vida, a raíz del *boom* turístico de Mallorca, fue abandonando sus funciones originales para convertirse en una atracción exclusiva para el turista, con imaginativas propuestas. Junto al viaje de época a través de bellos parajes de la sierra de Tramontana, secreto sobre el que se asienta su éxito, ha añadido en este siglo una dimensión cultural, con la exhibición en





Arriba, locomotoras de vapor y eléctrica, pasado y presente de la línea. Debajo, el tren llega a la estación de Sóller a principios del pasado siglo.

sus estaciones y su fundación de obras de artistas contemporáneos de talla mundial. Todo ello hace que el Ferrocarril de Sóller del siglo XXI, reinventado a lo largo de un siglo, sea hoy una atracción turística y cultural de primer orden que figura en el catálogo patrimonial de la isla.

Orígenes del proyecto

A finales del siglo XIX, la localidad costera de Sóller, con su vigorosa industria y sus famosos huertos de naranjos, enriquecida por las fortunas de los indianos, vivía virtualmente aislada del resto de la isla de Mallorca por la sierra de Alfàbia, estribación de la sierra de Tramontana que obstaculizaba el transporte terrestre de viajeros y mercancías con el puerto de Palma y el resto de la isla, ya vertebrada por una red ferroviaria creciente. La alternativa a la ruta marítima para viajar de Sóller a Palma era una diligencia que debía salvar un gran desnivel, subiendo y bajando el *coll* de Sóller por un camino estrecho y empinado de 64 vueltas y contravueltas, fatigoso para los animales de tiro, en un viaje de más de cuatro horas. La proyección económica y social de Sóller, y de su pujante burguesía, estaba, por tanto, muy limitada por la geografía.

Antes de finalizar el siglo, y de la mano de emprendedores sollerenses, surgieron las primeras iniciativas para resolver el problema de las comunicaciones entre Palma y Sóller mediante una línea férrea que acabara con el aislamiento. Al proyecto de 1892 de Jerónimo Estades, diputado y cofundador de la compañía de navegación sollerense, para construir una línea turística de 36 kilómetros que pasara por Valldemosa y Deià, le sucedió un año después el del industrial Juan Morell, quien propuso una línea directa a Palma bajo la sierra de Alfàbia a través de un túnel, más corta y económica que la anterior. Ambos proyectos se descartaron, pero Estades retomó la filosofía del segundo y encargó al ingeniero Pedro Garau redactar un proyecto de línea. Este proyecto, expuesto en el Ayuntamiento de Sóller en 1904, captó el interés de inversores locales y propició la creación, en 1905, de la Compañía del Ferrocarril Palma-Sóller S.A., nacida con el objeto de construir y explotar la línea férrea Sóller-Palma, con un coste estimado en 3.149.517 pesetas. Su primer presidente fue Guillermo Colom.

Entre 1907 y 1912, coincidiendo en el tiempo con la presidencia de Estades al frente de la compañía, se dieron todos los pasos para poner el tren en servicio. Una vez obtenida la concesión de la línea por parte del Estado por un periodo de 100 años, declarada de utilidad por la Ley de Ferrocarriles Secundarios de 1908 y asegurada la financiación con capitales sollerenses, las obras se iniciaron en junio de 1907 simultáneamente desde Palma y Sóller. Durante 51 meses, las brigadas de operarios se afanaron en construir un trazado de 27.264 metros, en gran parte llano, pero que



en su parte montañosa debía salvar un desnivel de 199 metros, con una pendiente máxima del 2,5% y algunas curvas con radios inferiores a 185 metros para cruzar la sierra de Alfàbia, en el que hubo que construir 13 túneles que sumaban 4.000 metros (entre ellos el túnel mayor, de 2,9 kilómetros, uno de los más largos de España) y varios viaductos (entre ellos el de Cinc Ponts, con cinco arcos de 8 metros de luz cada uno). Mientras se ejecutaban las obras, concluidas en septiembre de 1911, la compañía adquirió el material móvil que recorrería la línea: cuatro locomotoras de vapor de MTM (bautizadas como *Palma*, *Sóller*, *Bunyola* y *Son Sardina* en alusión a las estaciones de la línea), 10 coches de Carde y Escoriaza y 24 vagones de carga. El 16 de abril de 1912, en una jornada en la que Sóller "olía a fiesta y entusiasmo", según cuentan las crónicas, las autoridades de la isla realizaron el recorrido inaugural de la línea Palma-Sóller, dejando a ambas ciudades a una hora de viaje, lo que provocó la supresión del servicio de diligencia a través del *coll* de Sóller.

El ferrocarril atraviesa la sierra de Alfábia que separa Palma de Sóller. Debajo, el turismo es el motor principal del tren de Sóller.



Electrificación

Los trenes, con una gran acogida de la sociedad mallorquina, funcionaron desde entonces con regularidad entre Palma y Sóller, pero la línea, desde el punto de vista administrativo, aún estaba incompleta. Y es que la concesión fijaba un kilometraje mínimo (32,1 kilómetros) para la infraestructura,



Rara imagen del tren en un paisaje nevado por la sierra de Alfábia. Debajo, coche de primera clase.

por lo que la compañía, para cumplir esta exigencia, decidió ampliarla en 4.868 metros hasta el puerto de Sóller. La anchura de vía elegida para esta sección imitó la del tren, la singular yarda mallorquina (914 mm), pero no el sistema de tracción, al seleccionarse el eléctrico en vez del vapor, concretamente el tranvía, de gran éxito en las ciudades de la época, incluida Palma. Así, tras la construcción del trazado según el proyecto de Pedro Garau y la ejecución de una central eléctrica, y una vez adquiridos tres automotores eléctricos y dos remolques, el 4 de octubre de 1913 se inauguró la sección Sóller-Puerto de Sóller, independiente aunque complementaria de la línea férrea, dedicada a los pasajeros y, en menor medida, a las mercancías. A raíz de ello, la compañía, presidida en el próximo cuarto de siglo por Joan Puig Rullan, adoptó el nombre de Ferrocarril de Sóller, que mantiene hasta hoy.



En sus primeros lustros, el tren Palma-Sóller, al igual que otros ferrocarriles secundarios españoles, y sin competencia de otros modos de transporte, cubrió las expectativas tanto en el transporte de mercancías (Sóller exportaba naranjas y aceite a través del puerto de Palma) como de pasajeros. Pero ya en la segunda década del siglo aparecieron los primeros problemas de la tracción a vapor: frecuentes averías, síntomas de fatiga, calderas inadecuadas que apenas permitían superar los tramos montañosos –lo que hacía el recorrido lento- e incomodidad del viaje por el humo y la carbonilla que se introducía en los vagones, especialmente en los túneles. Ante esta situación, Jerónimo Estades propuso al consejo de la sociedad sustituir la tracción a vapor por la eléctrica, igual que la del tranvía, lo que implicaría mayor potencia para arrastrar convoyes, más capacidad de carga y la eliminación de los inconvenientes de la combustión, factores que mejorarían la calidad del servicio.

Al amparo del Nuevo Estatuto Ferroviario de 1924, un decreto de la época de Primo de Rivera que ofrecía a las empresas capital estatal para mejorar el deficiente estado del ferrocarril, la empresa sollerense emprendió su primera gran reinvención, que le permitiría entrar en la era del ferrocarril eléctrico. Con un préstamo de 2,2 millones de pesetas se adquirieron a Carde y Escoriaza cuatro automotores eléctricos en sustitución de las



Estación de Son Sardina, una de las dos paradas intermedias de la línea.

locomotoras de vapor y 14 vagones, se construyeron dos subestaciones eléctricas (Bunyola y Sóller) y se tendió la catenaria a lo largo de la línea, "a base de corriente continua de 1.200 voltios desde Palma a Sóller, y con tensión de 600 voltios desde este punto hasta el puerto", según refiere el proyecto. El 14 de julio de 1929 se inició el nuevo servicio con tracción eléctrica, más fiable y capaz, con automotores y vagones construidos en madera de teca, los mismos existentes hoy en día.

Crisis y recuperación

En el periodo comprendido entre 1920 y 1935, el Ferrocarril de Sóller vivió una primera época de esplendor como icono de la primera oferta turística de masas en Mallorca. La compañía alternó en este periodo el tren con

Trazado Palma-Sóller-Puerto de Sóller



Las frecuencias

A lo largo de su centenaria historia, las frecuencias del ferrocarril Palma-Sóller y el tranvía Sóller-Puerto de Sóller han estado sujetas a variaciones debido a diversas circunstancias. Actualmente existe una oferta diferenciada por temporadas. Así, el tren Palma-Sóller tiene 12 frecuencias diarias (siete en sentido Palma-Sóller y cinco en el trayecto inverso) en temporada alta, la de mayor demanda, que abarca de marzo a octubre. Las frecuencias se reducen a nueve entre noviembre y febrero (cinco en sentido Palma-Sóller). La frecuencia de paso es mayor en el tranvía Sóller-Puerto de Sóller, que es de 30 minutos en la temporada veraniega y de una hora el resto del año, desde el primero a las 7 de la mañana hasta el último a las 20.40 horas.

El itinerario Palma-Sóller en tren tiene un coste de 12,50 € por viaje (9€ para residentes), con un precio de 19,50€ (14€ para residentes) para el billete de ida y vuelta. El viaje en tranvía entre Sóller y el puerto de Sóller cuesta 5€ (3,50 € para residentes). El viaje combinado Palma-Sóller-Puerto de Sóller y regreso, en tren y tranvía, tiene un precio de 28€ (20€ para residentes).



El trazado férreo incluye 13 túneles que suman 4.000 m.de longitud..

rutas en taxi por el valle de Sóller para el incipiente turismo extranjero, obteniendo notables rendimientos: en 1935 el ferrocarril trasladó un total de 183.000 viajeros, cifra muy elevada para una isla como Mallorca. Pero la Guerra Civil y la posguerra frenaron en seco la afluencia de turistas a la isla y limitaron al mínimo el transporte de mercancías debido al mercado negro y al auge del estraperlo, a lo que se sumaron las restricciones en el suministro eléctrico, afectando al servicio y a su regularidad. Fueron años de penuria económica que hicieron quebrar a muchas compañías ferroviarias privadas nacidas en España a principios de siglo.

Las cinco estaciones

La línea Palma-Sóller-Puerto de Sóller incluye cinco estaciones construidas en el estilo arquitectónico imperante entre 1905 y 1912. Son las siguientes:

■ ***PALMA. Esta estación, atribuida a los arquitectos Guillem Reynés y Gaspar Bennàssar, se sitúa en la plaza de España, separada por una calle de la estación del Ferrocarril de Mallorca. El edificio de viajeros, de planta rectangular, consta de un cuerpo inferior a modo de zócalo, de mayor longitud, y otro superior, más corto, que remata el conjunto. Construido en pleno apogeo del modernismo, el conjunto muestra formas más bien clásicas, reservando los detalles modernistas para elementos no estructurales: la marquesina metálica sobre el andén y las rejas que rodean la estación, ornamentadas con formas vegetales y orgánicas. El exterior está revestido de ladrillo rojo, con grandes bloques de piedra para rematar las esquinas, lo que da al edificio un aire funcional, reservando la decoración para puertas y ventanas.***

■ ***SON SARDINA. Edificio rectangular de una planta, de dimensiones reducidas, con cubierta a dos aguas de teja plana y paredes de ladrillo.***

■ ***BUNYOLA. Similar al anterior, aunque de dos plantas, con tipología de vivienda unifamiliar. El ladrillo ha sido sustituido por revestimiento de piedra. Las ventanas contienen la única ornamentación, tímidamente modernista.***

■ ***SÓLLER. Edificio peculiar resultante de la transformación de la posada de can Mayol, de 1606, para acoger la estación de tren, las oficinas de la compañía y un hotel. Sus elementos más relevantes son la torre de defensa que preside el edificio y sus tres fachadas: la sur (original de la posada) conserva la piedra vista y el arco de medio punto de entrada a la estación; la norte, modernista, con riqueza ornamental en las puertas de madera y en los bancos, con una marquesina de fundición similar a la de Palma; y la este, cuyo revestimiento cubre la piedra original, dando a la estación un aspecto ecléctico, pero manteniendo ornamentación modernista en vidrieras y pilastras.***

■ ***PUERTO DE SÓLLER. Estación conocida como Mar y Sol por un antiguo restaurante del nivel inferior. Recuerda a la estación de Bunyola, revestida de piedra y con decoración modernista en las ventanas. En el conjunto destaca la torre que preside el edificio, junto al que se conservan los urinarios anexos. Anteriormente había una singular puerta de entrada, con una vidriera de forma helicoidal y molduras de madera.***



Mateo Reus

Fachada principal de la estación de Palma.

En esta difícil época, la empresa vivió dos periodos diferenciados: el primero, desde el final de la contienda hasta 1950, de subsistencia, con alza de costes, deterioro de materiales de la línea, tarifas inalterables e ingresos casi exclusivos del tráfico de pasajeros; el segundo, la década de los años 50, ya bajo la presidencia de José María Puig Morell (1949-1997), de recuperación gracias al auge del turismo, predominantemente estival, que compensa el déficit invernal, y al incremento del transporte de materiales de construcción. En esta época se recibió ayuda estatal para la reconstrucción, lo que permitió acometer mejoras en la infraestructura (renovación de vía, subcentrales eléctricas remozadas) y adquirir nuevo material móvil para la cada vez más demandada sección del tranvía al puerto de Sóller, ahora un enclave en auge comercial, con una nueva base militar, y destino predilecto de las excursiones para turistas organizadas por las agencias de viajes. Las cifras reflejan ese auge: el tren transportó en 1959 a 404.000 viajeros, cantidad doblada por el tranvía.

Los años 60 y 70, marcados por el *boom* del turismo, convertido ya en principal actividad económica de la isla, abren una nueva etapa para el Ferrocarril de Sóller, obligado a la mitad de su vida (el cincuentenario se cumple en el año 1962) a redefinir su estrategia original para satisfacer las demandas del mercado. El transporte de mercancías, trasvasado a la carretera con la generalización del automóvil y el camión, se convierte en un negocio residual para el ferrocarril, por lo que la compañía solicita a la Administración que suprima la obligatoriedad prevista en la concesión. Paralelamente, las cifras de viajeros crecen año tras año, con una enorme demanda estival, lo que hace imprescindible la modernización constante de la infraestructura y el material móvil. La inclusión del tren de Sóller en un plan estatal de renovación de los ferrocarriles de vía estrecha permite acceder en el año 1962 a un préstamo de 12 millones de pesetas, que es destinado a diversas mejoras en el servicio, tanto de la línea Palma-Sóller (renovación del carril, nueva locomotora eléctrica, mejoras en la estación de viajeros de Bunyola) como de la sección Sóller-Puerto de Sóller (nueva subcentral eléctrica de Sóller). A finales de los años 70, el tren traslada a más de 650.000 viajeros al año.



Viaducto de Cinc Ponts, principal obra de fábrica de la línea.

El Ferrocarril de Sóller, apoyado en el encanto romántico de su recorrido montañoso y en la autenticidad histórica de sus viejos trenes de madera, juega ya a partir de los años 80 un papel de primer orden en la Mallorca turística, abandonando el transporte de mercancías. Con una demanda de pasajeros creciente, a la que contribuye una imagen cada vez más turística popularizada internacionalmente por las agencias de viajes, la compañía



Tranvía junto a las cocheras de la estación de Sóller.

ofrece nuevos atractivos al visitante sobre todo extranjero, como la nueva parada del tren en el mirador de Pujol d'en Banya, donde los viajeros pueden apearse para ver y fotografiar las increíbles vistas del valle de Sóller. Con el aumento de ingresos, una vez autorizada por la Administración la adaptación de las tarifas, la compañía emprendió en esta década nuevas obras de mejora en la infraestructura (renovación de carril, reformas en el túnel mayor).

Ya en los 90, consolidado como un proyecto turístico de fama internacional, el Ferrocarril de Sóller debe afrontar nuevos desafíos. En primer lugar, el modelo de gestión agotaba sus recursos y la capacidad de plantar cara a las exigencias de financiación y de negocio para mantener la infraestructura en estado de operatividad ponen en una difícil situación a la compañía, que descarta ofertas de compra. Paralelamente, la carretera entra en competencia directa con el tren tras la apertura en 1997 del túnel de peaje bajo la sierra de Alfàbia, con el que se pone fin al aislamiento por carretera de Sóller, abriéndose la primera línea de autobús con Palma, lo que reduce drásticamente el uso del tren por los residentes del valle. Pese a todo, el tren mueve en 1999 un millón de pasajeros, casi todos turistas.

Nueva oferta cultural

El nuevo siglo trae consigo aires de cambio al Ferrocarril de Sóller. Una nueva generación de emprendedores, liderados por el empresario Javier Mayol, relevado cinco años después por su hermano Óscar, toma las riendas de la compañía con objeto de dar un giro en su trayectoria. En 2005, el Gobierno autónomo balear renueva la concesión por otros 50 años a la empresa que durante 94 años ha gestionado la línea Palma-Sóller-Puerto de Sóller. Esta renovación obliga a la compañía a destinar parte de sus recursos a la difusión de la cultura y el arte en el ámbito de Mallorca. También compromete a Ferrocarril de Sóller a realizar inversiones por valor de 14 M€ para la mejora de vías, de la seguridad y de la calidad de servicios al usuario, que actualmente ya han sido ejecutadas. En este marco se comienza a ofrecer un nuevo paquete combinado tren-tranvía-barco para visitar Sa Calobra, una espectacular cala en la costa norte muy demandada por los turistas, que resulta todo un éxito hasta hoy.

Aprovechando la renovación de la concesión, y en una nueva reinvención de sí misma para ampliar los horizontes del negocio, la compa-

ñía apuesta por combinar el tren con el arte para crear un nuevo producto, un referente cultural que ofrezca al turista algo más que el tópico de playa y sol. Como primera medida, se restaura todo el material locomotor para ofrecer al viajero un auténtico viaje al pasado. En 2006 nace la Fundació Tren de l'Art, coparticipada con los ayuntamientos de Palma y Sóller, que aglutinará la nueva vertiente cultural del ferrocarril. Gracias a los acuerdos alcanzados con la Fundación Art Serra –propietaria de una gran colección privada de arte contemporáneo– y con los herederos de Joan Miró, la compañía obtiene la cesión de cerámicas de Picasso y grabados de Miró para su exhibición permanente en nuevas salas acondicionadas en la estación de Sóller. En la de Palma se acondicionan las cocheras como salas de exposición de arte contemporáneo, y en la de Port de Sóller se crea un parque escultórico al aire libre. Todo ello enfocado al pasajero del tren y el tranvía. Paralelamente, en Can Prunera, villa modernista de Sóller adquirida para sede de la fundación y acondicionada como centro de arte contemporáneo, se exhiben desde 2009 obras de grandes maestros del siglo XX, como Cézanne, Picasso, Toulouse-Lautrec, Gauguin, Giacometti y Miró, y se celebran actos culturales. Todo ello permite crear una nueva excursión cultural por Sóller, un paseo por el arte que supone un valor añadido para el tren y para el pueblo.

La extensión cultural del tren de Sóller ha



Mateo Reus

La madera de teca es una seña de identidad de los vagones del tren.

venido a complementar la tradicional oferta turística del ferrocarril, el gran pilar de la compañía, cuyas cifras de pasajeros siguen bordeando el millón, siendo el 99% turistas y el 1% restante residentes. Con estos registros, la compañía celebró el pasado 16 de abril, en presencia de las principales autoridades de la comunidad autónoma y de la isla, el centenario del histórico primer viaje entre Palma y Sóller, concebido originalmente como transporte para salir de Sóller y que ahora sirve como puerta de entrada a esta ciudad costera. Su trayectoria de servicio ininterrumpido lo ha convertido ya en toda una seña de identidad de la isla de Mallorca, un tren vivo que conjuga con naturalidad pasado, presente y futuro. ■

Un museo rodante

La línea Palma-Sóller dispone de un parque formado por cuatro automotores eléctricos AAB FHV fabricados por Carde y Escoriaza en 1929, reformados en 1993. Cada automotor, de 33 toneladas de peso y construido en madera de teca, está equipado con cuatro motores de tracción Siemens-Schuckert con una potencia de 360 kW, frenos eléctricos y de vacío, bogies Brill 77 E.Filadelfia y un pantógrafo para la recogida de corriente. Del transporte de pasajeros se encargan 15 coches con caja de madera de teca, diez de ellos fabricados en 1912-1913 por Carde y Escoriaza, y otros cinco (uno de 1965 y cuatro de 1978) construidos a imagen y semejanza de los originales. Están distribuidos en coches de primera (con asientos acolchados) y de segunda (con bancos de madera), con capacidad para 32 o 52 personas cada uno. También dispone de tres furgones de CAF fabricados en el año 1931.

Para la explotación de la sección Sóller-Puerto de Sóller la compañía cuenta con 13 tranvías de distinta procedencia y características, siendo tres de ellos los originales de 1913, así como siete remolques de tranvía. Para las labores de conservación vía y obras la compañía opera un autovía Renault MT de 1924 (el Climent), una vagoneta automotriz de 1931 y una bateadora de 1993.

Todo el material móvil y de tracción, que mantiene la imagen de hace un siglo, está sujeto a un mantenimiento casi artesanal en los talleres de la estación de Sóller, con trabajos de restauración que requieren incluso la fabricación de piezas a mano. El objetivo es preservar la autenticidad y la esencia de los trenes y tranvías de la línea, de modo que los pasajeros, cuando se suban a ellos, hagan un viaje en la historia y experimenten las mismas sensaciones de los viajeros de principios del siglo XX.



Museo del Ferrocarril

La locomotora de vapor 'Guadix', de 1928, es uno de los reclamos del Tren de la Fresa entre Madrid y Aranjuez.

HISTORIA EN LAS VÍAS

Madrid es el origen de cuatro trenes turísticos hacia otras tantas localidades próximas a la capital (Aranjuez, Alcalá de Henares, Sigüenza y Soria) que cubren recorridos con el denominador común de la historia. Se trata del pionero Tren de la Fresa, el Tren de Cervantes, el Tren Medieval y el Tren Campos de Castilla, a los que se unen otras iniciativas de menor entidad.



Renfe



Renfe



Renfe



Animaciones a bordo y locomotoras históricas son dos de los atractivos de los trenes turísticos madrileños.

Pepa MARTÍN

Tren de la Fresa

Este ferrocarril, que aprovecha los 49 kilómetros de vía del antiguo trazado Madrid-Aranjuez, no es solo un clásico del turismo madrileño, sino también entre la oferta de líneas turísticas nacionales y europeas. Prueba de ello es que se cumplen 27 años desde que arrancó esta iniciativa ferroviaria turística, lo que la convierte en una de las más antiguas en servicio.

Uno de los mayores atractivos de su oferta es que el viaje se realiza a bordo de un tren de época. Además de disfrutar del trayecto histórico, se puede efectuar una excursión cultural, pasar una jornada en una localidad declarada Paisaje Cultural Patrimonio de la Humanidad desde 2001 y contemplar los hermosos parajes de Aranjuez, con su diversidad botánica y faunística.

El Museo del Ferrocarril, en colaboración con la Comunidad de Madrid, el Ayuntamiento de Aranjuez y Patrimonio Nacional, impulsó esta iniciativa que dio origen en 1984 a una línea turística. Luego se unieron Comfersa, Renfe-Operadora y Adif. Desde entonces, el Tren de la Fresa ha mantenido su cita anual en temporada de primavera y de otoño. Esta iniciativa tiene una ocupación media superior al 92%, alcanzando en ocasiones el cien por cien.

Este tren de época, que se conserva en el Museo del Ferrocarril de Madrid, está impulsado desde la campaña de 2010 por la locomotora de vapor *Guadix*, fabricada en el año 1928, la única de ancho ibérico alimentada con carbón que está operativa en España. Restaurada en 2001, fue cedida por el Ayuntamiento de Guadix al Museo del Ferrocarril con destino al Tren de la Fresa. Se ha utilizado en el



Museo del Ferrocarril

Vigilando la combustión de la caldera de la veterana Guadix.

cine para rodar películas como *Doctor Zhivago*, *Indiana Jones y la última cruzada* o *El bueno, el feo y el malo*.

Perteneciente a la serie Sur 4105 a 4119, fue construida por Babcock&Wilcox y encargada para la empresa Sur cuando Andaluces explotaba las líneas del sur. Toda la serie se asignó al depósito de Guadix y Granada, de ahí su nombre, y se destinó a las Cercanías de la línea Almería-Guadix-Baza. Su diámetro de rueda es menor que otros de la serie 140 debido a la dureza del tramo Linares-Almería, con las mayores pendientes de España. Es una locomotora de fácil mantenimiento, apta para fuertes pendientes que, para su actual destino, fue equipada con frenado por aire comprimido.

Completan el convoy cuatro coches de viajeros tipo Costa, llamados así porque se destinaron a líneas del litoral catalán, fabricados entre los años 1914 y 1930 (se trata de los CCR-2470, CC-2435, CC-2439 y CC-2375, todos ellos de tercera clase), así como dos furgones, uno DV y otro tipo J, ambos de los años 60. Estos coches de madera, con 92 o 70 plazas, forman parte de una serie que la compañía de los Ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y Alicante (MZA) adquirió entre 1914 y 1930 a distintos fabricantes para modernizar y unificar su parque de material remolcado para servicios de Cercanías. Tras pasar a manos de Renfe, estos vagones se emplearon en servicios de Cercanías hasta 1960 y más tarde como trenes de servicio para empleados de la compañía. En los años 80 fueron fueron restaurados y adaptados en los talleres de Explotaciones Forestales de Renfe por el Servicio Militar de Ferrocarriles, para prestar servicio al Tren de la Fresa.

Historia de la línea

El tramo Madrid-Aranjuez tiene 160 años de historia. Su inauguración, el 9 de febrero de 1851, convirtió a esta línea en la tercera más antigua de España, después de La Habana-Güines, en Cuba (1837), y Barcelona-Mataró (1848). Su entrada en servicio permitió que Madrid, Aranjuez y las poblaciones intermedias se incorporaran a la era industrial con el impulso del Ferro-Carril.

El Real Sitio de Aranjuez fue la localidad elegida para construir esta línea por varios motivos. Por un lado, existía voluntad política para poner en marcha un enlace ferroviario entre Madrid y un puerto del Mediterráneo, y este tramo suponía el primer paso hacia Andalucía y Levante. Por otro, había interés de la monarquía y de los sucesivos Gobiernos por enlazar dos residencias reales.

El tramo, incluido en la línea hasta Alicante, recibió el impulso definitivo gracias al marqués de Salamanca, estadista y banquero, que aprovechó sus influencias, además de su relación con la corte isabelina, para hacerse con la concesión de la línea.

Datos útiles

El tren, con 24 circulaciones al año, funciona los sábados y domingos de mayo a octubre, excepto en julio y agosto. Sale de la antigua estación madrileña de Delicias a las 10:00 horas y llega a Aranjuez 50 minutos más tarde, emprendiendo el regreso a las 18:25 horas. El billete cuesta 28 € para adultos y 20 € para niños de 4 a 12 años. El precio incluye viaje de ida y vuelta, degustación de fresones a bordo, animación teatral, traslado en autobús a la zona monumental de Aranjuez, visita guiada al Palacio Real y acceso al Museo de Falúas.



Museo del Ferrocarril



En 1845, la Sociedad del Camino de Hierro de Madrid a Aranjuez inició la construcción de la línea, finalizada en 1851. El trazado requirió nuevos puentes sobre los ríos Jarama y Tajo, y para su entrada en la ciudad la reina Isabel II cedió terrenos en el Real Sitio. En la plaza de Armas se levantó la estación término, hoy desaparecida, y años después se construyó otra en el casco antiguo, donde paraban los trenes con destino a Cuenca, hacia donde se prolongó la línea en 1883. En 1923 ambas estaciones quedaron en desuso y se construyó una tercera, al oeste del casco antiguo, de estilo neomudéjar, que es la actual.

Viajeros descendiendo de los vagones de época y cartel anunciador del Tren de la Fresa.

En sus inicios el recorrido duraba hora y media. La empresa concesionaria estableció cuatro clases de viajeros y destinó para ello cuatro tipos de coches, desde los más lujosos hasta los más modestos e incómodos. A estos se suman los vagones para el transporte de los productos típicos de Aranjuez, entre ellos los fresones, y de ahí que se le conociera como Tren de la Fresa.

El tren de Arganda



Una locomotora diésel Orenstein&Koppel alemana de 1925 con motor Barreiros, tirando de varios coches, parte todos los domingos de primavera y otoño desde la estación de La Poveda, en Arganda del Rey (Madrid), hasta el apeadero de la Laguna del Campillo, en Rivas Vaciamadrid, en un recorrido turístico de 4 kilómetros. Es el Tren de Arganda, proyecto gestionado por el Centro de Iniciativas Ferroviarias Vapor Madrid (CIFVM), en colaboración con los ayuntamientos de Arganda del Rey y Rivas-Vaciamadrid, que realiza el recorrido por las antiguas vías de ancho métrico del Ferrocarril del Tajuña, clausurado en 1997 tras prestar servicio durante 111 años. Más de 5.000 viajeros han disfrutado desde 2011 de esta iniciativa, que, por un precio de 5 €, permite disfrutar de un paisaje de singular belleza y visitar el Museo del Tren de Arganda.



Renfe

Tren de Cervantes

Actores disfrazados del Quijote y otros personajes cervantinos amenizan el viaje hasta Alcalá.

Este ferrocarril acerca el patrimonio histórico y cultural de Alcalá de Henares, cuna del autor de *El Quijote*, en un viaje de ida y vuelta en el día desde Madrid, con visita guiada y entrada a los monumentos de la ciudad madrileña, cuyo casco histórico y Universidad fueron declarados Patrimonio de la Humanidad en 1998.

Bajo el lema "Ven a vivir el espíritu de Cervantes", el tren circula todos los sábados entre el 28 de abril y el 30 de junio en su temporada de primavera, y desde el 6 de octubre al 8 de diciembre en la de otoño. Sale de Atocha-Cercanías a las 11.05 horas y regresa de Alcalá a las 18.50. La oferta turística incluye billete de ida y vuelta (20 € para adultos y de 15 € para niños de 4 a 11 años), guía turístico, entrada a monumentos y degustación de dulces típicos.

El recorrido de ida está amenizado por actores vestidos de la época del Siglo de Oro que representan durante el viaje pasajes cervantinos, además de interpretar a personajes históricos de las culturas cristiana, judía y musulmana, que convivieron en Alcalá. Los mismos actores sortean durante el viaje de ida entre los viajeros un ejemplar de *La Galatea*, primera obra de Cervantes, o *Territorios del Quijote*, y en el de vuelta un billete para dos personas válido para el mismo tren turístico. Los viajeros también se benefician con el billete de descuentos para saborear en algunos restaurantes de Alcalá sus platos típicos.

Entre los atractivos del viaje que Renfe ofrece a través de trenes de Cercanías, en colaboración con el Ayuntamiento de la ciudad, está la visita a los numerosos edificios y calles del casco antiguo, del siglo XVII, en perfecto estado de conservación. Hay que tener en cuenta que en el Siglo de Oro Alcalá fue un importante centro cultural, y no solo por el protagonismo de Cervantes, pues acogió a personajes tan relevantes como el cardenal Cisneros, el arcipreste de Hita, Calderón de la Barca, Lope de Vega, Quevedo, Tirso de Molina o San Juan de la Cruz, con un legado histórico aún presente en la ciudad.

Los viajeros podrán dar un paseo por la calle Mayor –la vía asoportalada más larga de España, que acogió la Judería–, visitar la Universidad Cisneriana, del siglo XVI, la capilla de San Ildefonso y el paraninfo, escenario de entrega del Premio Cervantes. Los guías también les mostrarán la antigua hospedería de estudiantes, el Museo Casa-Natal de Cervantes o el corral de comedias, así como el barrio medieval, la plaza de San Diego o el palacio arzobispal. Otras visitas son la exposición "Los universos de Cervantes", que repasa la vida y obra del autor alcalaíno, el Museo Arqueológico Regional de la Comunidad de Madrid, o la ruta de las cigüeñas a través de las torres de la ciudad en las que anidan en primavera.

Renfe



Campos de Castilla

El viaje descubre al pasajero el universo machadiano en Soria y sus alrededores.

enfe y el Ayuntamiento de Soria conmemoran el centenario de la célebre obra *Campos de Castilla* de Antonio Machado con la iniciativa de un ferrocarril turístico entre Madrid y Soria que combina el placer de viajar en tren con el interés que despierta uno de los poetas más importantes del siglo XX. El tren sale de la estación de Chamartín para hacer el mismo recorrido que Machado realizó en 1907 cuando obtuvo su cátedra como profesor de francés en Soria. Esta ciudad le marcó, ya que allí conoció a Leonor, su esposa, y publicó su *Campos de Castilla* en 1912, el mismo año en el que falleció su mujer de tuberculosis.

El recorrido, de 2 horas y 45 minutos, nos permite disfrutar de las vistas del valle del Henares. En Sigüenza, el viaje se teatraliza a cargo de la compañía de actores Tizona, que con sus personajes del revisor despistado, la señorita bien amante de la poesía de Machado y la hechicera, nos retrotraen 100 años atrás con la dramatización de *Campos de Castilla*.

El tren circula a partir de aquí por estaciones cerradas, vías muertas y edificios ferroviarios abandonados hasta la estación de Torralba. Desde aquí la línea, de vía única hasta Soria, se dirige a Coscuriña y luego a Almazán, donde el tren se detiene para recoger nuevos viajeros. Más adelante se intuye ya la cercanía de Soria, con el paisaje lleno de pinares, y se alcanza la ciudad a las 11:00 horas. Allí aguarda una degustación de productos típicos de la tierra.

El viaje pretende que los visitantes descubran en un fin de semana los más famosos rincones de Soria y sus alrededores, en los que Antonio Machado se inspiró para su poesía. Tras el traslado al hotel, la primera cita es al mediodía en la puerta del parque Alameda de Cervantes, desde donde el trenecito turístico llevará a los pasajeros en una gira por la ciudad. La tarde del sábado está dedicada a una ruta a pie por la capital de la mano de un guía, visitando los restos de la muralla y joyas románicas como las iglesias de San Juan de Rabaneda o Santo Domingo. Después aguardan los espacios machadianos más emblemáticos: la primera pensión donde se alojó, el instituto donde enseño francés –que conserva intacta el aula donde impartía clases– o la iglesia

Datos útiles

La oferta de precios incluye un pack plata de 99 € por persona con alojamiento en hotel de 3, 2 y 1 estrellas en habitación doble y con desayuno. También hay un pack oro de 110 € por persona con alojamiento en un hotel de 4 estrellas en habitación doble y con desayuno. En ambos casos los niños (2-12 años) disfrutan de un 50% de descuento. Se sale de Chamartín (Madrid) el sábado a las 8:00 horas, con regreso al domingo siguiente a las 21:00 horas. El precio del billete incluye viaje de ida y vuelta en tren regular Madrid-Soria, teatralización en el tren del sábado desde Sigüenza hasta Soria, degustación de productos típicos en Soria, traslado al hotel, paseo en el trenecito turístico por la capital, visita guiada a Soria, entrada a un espectáculo cultural, visita guiada a "La tierra de Alvargonzález", visita a la Laguna Negra y teatralización de la leyenda.



La singular belleza de la Laguna Negra es uno de los lugares incluidos en la visita del tren Campos de Castilla.

de Nuestra Señora de la Mayor, en la que contrajo matrimonio.

Ya en la plaza Mayor, el abanico de edificios con solera es notable: la Casa de los Doce Linajes (s. XVIII), sede del Ayuntamiento; el palacio de la Audiencia, con el reloj al que Machado alude en sus poesías; el palacio de los Condes de Gomara y los claustros de San Juan de Duero. También merece una visita la iglesia del Espino, donde estaba el olmo al que Machado dedicó un poema, o el sepulcro de Leonor en el cementerio de El Espino, así como recorrer las orillas del Duero por el paseo de álamos que inspiró algunos de sus poemas y por donde Machado paseaba con Leonor. No se puede olvidar la iglesia de El Mirón, hasta donde Machado sacaba a Leonor para tomar el aire cuando enfermó.

Al día siguiente, la propuesta es una visita guiada a la Laguna Negra, siguiendo el recorrido de Machado para visitar las fuentes del Duero. Emulando ese viaje que inspiró la leyenda de Alvargonzález se accede al singular paraje, donde un guía ayuda a descubrir sus valores naturales y culturales. Allí se celebra una representación de la leyenda. Ya por la tarde el fin de semana machadiano toca a su fin: el tren Campos de Castilla parte de Soria con dirección a Madrid las 18:16 horas.

Tren Río Eresma (proyecto)

Tras un viaje piloto realizado el 21 de abril entre Madrid y Segovia, el tren turístico Río Eresma tiene previsto iniciar sus viajes en octubre. Se trata de una iniciativa promovida por la Asociación de Amigos del Ferrocarril de Madrid que quiere dar a conocer la belleza y singularidad de la Sierra de Guadarrama. Para este proyecto la asociación ha restaurado una unidad 440.096, construida en 1974 por CAF y Macosa, capaz de alcanzar 140 km/h y con capacidad para 180 viajeros.

El trayecto, de 90 minutos, se realizará por dos líneas: la que va desde Madrid a Villalba, integrante de la línea Madrid-Irún, y la que va desde Villalba a Segovia. El tren ascenderá por las faldas de la Sierra de Guadarrama hacia el apartadero de Tablada para, a continuación, introducirse en la montaña por el túnel de Tablada, uno de los pasos ferroviarios más altos de España. Una vez en el lado segoviano, recorrerá entre pinos el valle del Río Gudillos, pasando por San Rafael y El Espinar, para seguir por la sierra de Quintanar y las dehesas de sus faldas hacia Riofrío, desde donde se divisa Segovia. Ya en la ciudad castellana, declarada Patrimonio de la Humanidad, el viajero podrá visitar su trilogía de monumentos (acueducto, alcázar y catedral), entre otros, y disfrutar de la afamada gastronomía local.



Renfe

Tren Medieval

El Tren Medieval invita a descubrir Sigüenza (Guadalajara), un viaje del que han disfrutado más de 63.000 pasajeros en las siete ediciones anteriores. La historia, el teatro, la gastronomía y la artesanía se dan cita en esta iniciativa en la que colaboran Renfe-Opereadora y el Ayuntamiento local, y que permite conocer la riqueza cultural de la ciudad del Doncel.

La oferta, que este año arrancó el 21 de abril, incluye el viaje de ida y vuelta Madrid-Sigüenza, visita guiada por la ciudad y animación durante el trayecto a cargo de la compañía Tarambana, cuyos actores representan a personajes de época narrando historias sobre el pasado de la ciudad. También incluye la degustación de dulces típicos seguntinos. El precio es de 28 € para adultos y de 16 € para menores de 14 años.

Una vez en Sigüenza, acompañados del guía, los viajeros visitarán los monumentos, rincones, plazas y calles más emblemáticos de la ciudad, que atesora un importante legado medieval. Entre ellos el castillo, la casa del Doncel, la ciudad medieval, la plaza Mayor, la plazuela de la Cárcel o las Travesañas. También disfrutarán del ambiente festivo del mercado medieval. Además de asistir a un espectáculo de animación, escuchar música medieval en directo y divertirse con los trovadores, zancudos y malabaristas, podrán descubrir los secretos de los artesanos medievales. Tras la visita se deja tiempo libre para recorrer Sigüenza, con descuentos en restaurantes y tarifas especiales en visitas culturales (Museo Diocesano) presentando el billete de tren.

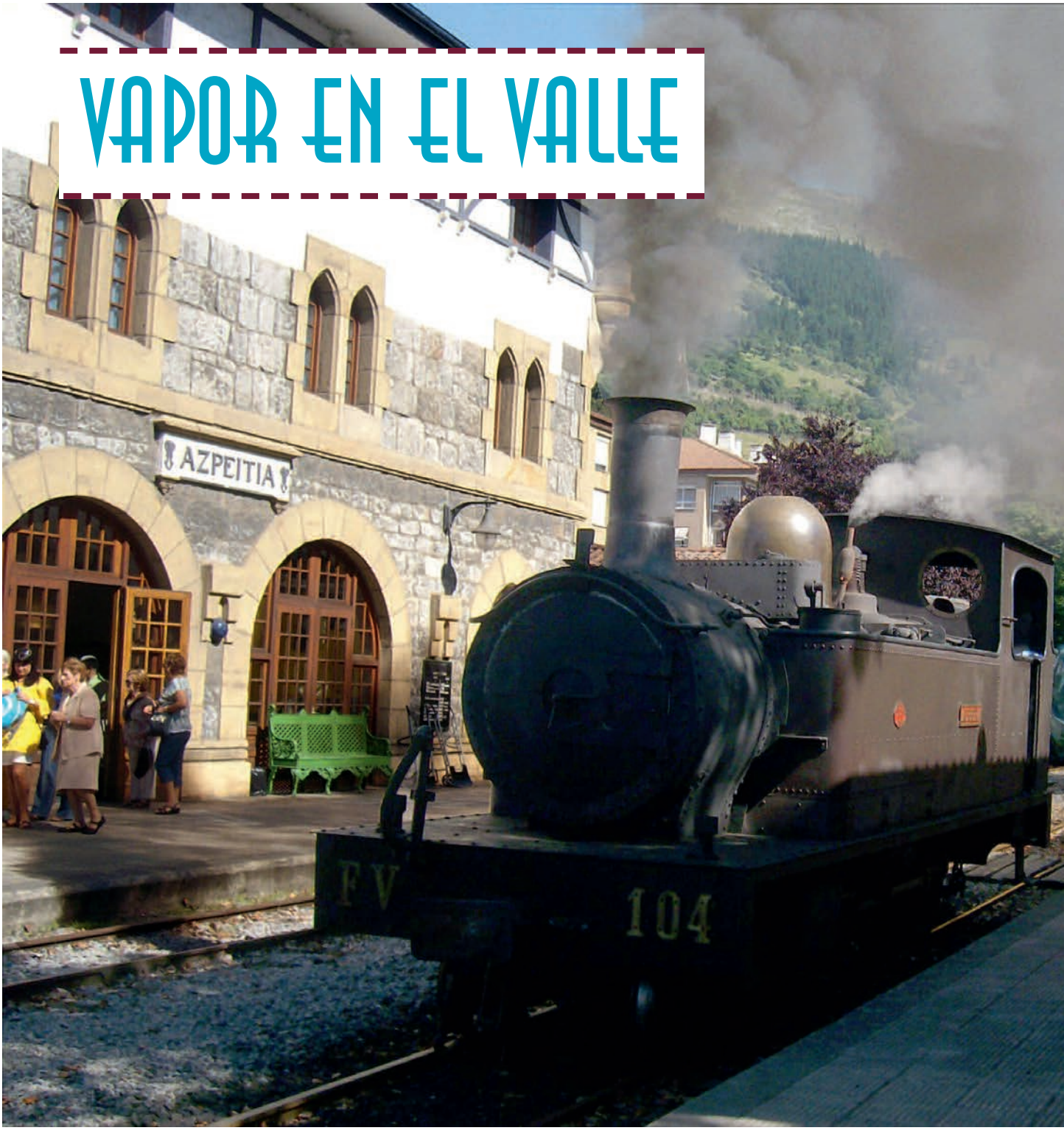
Más tarde se retoma la visita guiada para visitar la catedral como colofón al viaje, que además podrán repetir dos de los agraciados con el sorteo, que se realiza en el trayecto de regreso, de una noche en el parador de Sigüenza, con sus respectivos viajes de ida y vuelta en tren regional. ■



Renfe

Actores disfrazados amenizan el viaje en tren hasta Sigüenza.

VAPOR EN EL VALLE



El valle del Urola (Guipúzcoa), enmarcado por montañas y verdes prados con caseríos diseminados, es el escenario único de una singular iniciativa de ferrocarril histórico y turístico que, impulsado por una venerable locomotora de vapor de 1898, serpentea junto al río del mismo nombre por un antiguo trazado de vía estrecha en un viaje que traslada al pasajero a otra época. Es el Tren Turístico del valle del Urola, que en el mes de julio inició su decimoquinta temporada.



La locomotora Aurrera es el atractivo principal del tren turístico que recorre el valle del Urola.



Javier R. VENTOSA
Fotos: Fundación del Museo Vasco del Ferrocarril

En la historia ferroviaria nacional, el Ferrocarril del Urola, que unía las localidades guipuzcoanas de Zumárraga y Zumaya en un trazado de 34,4 kilómetros, ocupa un lugar destacado como primer tren de tracción eléctrica en España, siendo también la última línea férrea en construirse en Euskadi hasta las actuales obras del AVE. Inaugurada en 1926 por Alfonso XIII, esta línea de vía estrecha, nacida para comunicar el corazón de Guipúzcoa con la costa cantábrica, prestó durante más de seis décadas un valioso servicio de transporte de pasajeros y mercancías, aunque el declive del ferrocarril condujo a esta infraestructura en los años 80 del pasado siglo al cese de su explotación y a su cierre definitivo en 1988. Tanto las vías como la catenaria fueron desmanteladas.

El material móvil de la línea, prácticamente sin variaciones relevantes a lo largo de su historia, quedó depositado en las cocheras y talleres de Azpeitia, y progresivamente fue incrementando su número con el procedente de otras líneas también cerradas. Bajo los auspicios del Departamento de Transportes y Obras Públicas del Gobierno vasco, estas piezas de colección comenzaron a ser inventariadas y restauradas, actuando como germen de lo que a partir de 1992 se convirtió en lo que hoy es el Museo Vasco del Ferrocarril. Con objeto de crear actividades relacionadas con el ferrocarril y organizar paseos históricos en los trenes de vapor del museo, se tendieron de nuevo 5 kilómetros de vías, sin electrificar, entre Azpeitia y Lasao, siguiendo el antiguo trazado del Ferrocarril del Urola.

Material rodante

Como material rodante para estos viajes los responsables del museo seleccionaron la locomotora de tracción vapor *Aurrera*, una máquina potente y pesada (35 toneladas), con un eje libre delantero y tres ejes motores, adquirida por el Ferrocarril de Elgoibar a San Sebastián a la fábrica británica Nasmyth & Wilson en 1898. La locomotora sirvió sucesivamente en el Ferrocarril de Elgoibar a San Sebastián y en el de Durango a Zumárraga, para pasar gran parte de su vida en Ferrocarriles Vascongados, siendo colocada en 1986 como monumento frente a la antigua estación de Oñate. En 1990 fue recuperada y restaurada por el Departamento de Transportes y



Los vagones del tren turístico son los originales de 1926 del viejo Ferrocarril del Urola.

Obras Públicas del Gobierno vasco, y dos años más tarde, gracias a la labor del Museo Vasco del Ferrocarril, la *Aurrera* –matriculada con el número 104– volvió a recorrer la vía.

Los coches que integran el convoy turístico son los que han recorrido la vía del Urola desde su inauguración en 1926, el C-2 y el C-4, construidos por CAF en 1925 y destinados originalmente a los viajes de verano, razón por la que su carrocería es de madera, más fresca que el metal, presentando un balconcillo forjado en cada extremo. Estos coches de tercera clase, que acogen 48 pasajeros cada uno en bancos de madera, fueron restaurados en 1991 por la sociedad pública vasca Eusko Trenbideak para los servicios del tren turístico, siendo bautizados como *Aritza* (roble) y *Pagoa* (haya) en alusión a los árboles que jalonan el paisaje del valle.



Con el material ya en orden de marcha, el Tren Turístico del valle del Urola, convertido en un atractivo añadido del museo, comenzó su nueva andadura en junio de 1988 y ha cumplido ya 14 temporadas, iniciando la decimoquinta el pasado 7 de julio. Su calendario actual abarca los fines de semana hasta el mes de noviembre, con dos salidas los sábados (12.30 y 18.30 horas) y una el domingo (12.30) para cubrir el trayecto de ida y vuelta entre las estaciones de Azpeitia y Lasao. El precio del billete es de 6€, que incluye la visita al museo.

Buen número de turistas españoles y extranjeros se acercan desde el mes de abril, cuando da comienzo la temporada regular del tren, para realizar este breve pero intenso recorrido histórico, que envuelve al pasajero en el perdido encanto del traqueteo, los silbidos y el humo envolvente de la locomotora, rasgos propios de los ferrocarriles de vapor del XIX y del primer tercio del XX. En total, 11.116 personas se subieron a este tren histórico en 2011 para realizar el singular recorrido. Como curiosidad, existe la posibilidad de alquilar el tren para grupos (450 €), en viajes particulares que, dependiendo de las necesidades del servicio, pueden ser realizados por otras locomotoras de vapor de la colección del museo distintas de la *Aurrera*, entre ellas las denominadas *Zugastieta*, *Portugal* y *Euzkadi*.

Recorrido por el valle

El encanto del recorrido por el viejo trazado ferroviario no se circunscribe solo al viaje al pasado que supone subirse a este entrañable tren de época, sino también al impresionante paisaje del valle donde se insertan las vías, escoltado por el macizo de Izarraitz y atravesando, siempre junto al río Urola, las diversas tonalidades del verde de pinos, hayas y robles hasta llegar, después de cruzar un túnel de 225 metros y salvar el río mediante un puente, a la antigua estación de Lasao. Desde allí se emprende el regreso a Azpeitia. En total, el viaje de ida y vuelta no dura más de 40 minutos.

Los pasajeros de este singular ferrocarril tienen posibilidad de realizar interesantes visitas y conocer el rico patrimonio histórico-monumental del valle del Urola. Azpeitia, origen y destino final de esta corta línea turística, tie-



José Caballero



El trayecto se desarrolla entre las estaciones de Azpeitia (arriba) y Lasao (debajo).

ne como principales atracciones, además del propio Museo Vasco del Ferrocarril, la iglesia de San Sebastián de Soreasu (con su espectacular capilla de la Soledad, probablemente la joya renacentista más destacada de Guipúzcoa) y el palacio Antxieta (siglo XVI). En una explanada cercana se levanta el santuario de Loiola (siglos XVII y XVIII, barroco), edificado en torno a la casa natal del fundador de la Compañía de Jesús. Y algo más al sur, Azkoitia destaca sobre todo por su casco medieval y su iglesia de Santa María la Real (siglo XVII).

Al norte de Lasao, en la ruta del viejo Ferrocarril del Urola, no hay que perderse, en Cestona, su veterano balneario y la famosa Ekainberri, réplica de la cueva de Ekain que alberga dibujos rupestres de más de 12.000 años de antigüedad. Y ya en la otrora estación término de la línea, en Zumaya, junto a sus playas y el puerto, no debe faltar una visita al Museo Zuloaga, con algunas de las mejores obras del genial pintor eibarrés, así como otras de Zurbarán, Goya, El Greco y Rodin. ■

Un museo singular

El billete del tren turístico también da derecho a visitar el Museo Vasco del Ferrocarril, situado en las antiguas cocheras del Ferrocarril del Urola, en Azpeitia. El museo, gestionado en su primera época por Eusko Trenbideak y que en 2011 inició una nueva etapa bajo la dirección de la Fundación del Museo Vasco del Ferrocarril (www.bemfundazioa.org), exhibe una de las más completas colecciones ferroviarias de Europa, con 70 piezas de época entre las que sobresalen nueve locomotoras de vapor (la mayoría en orden de marcha), cuatro de tracción diésel y tres eléctricas (entre ellas la AEG nº 101 de SEFT, la locomotora eléctrica en funcionamiento más antigua de España), automotores diésel y eléctricos, vagones de carga y de pasajeros, tres tranvías, diversa maquinaria de época y hasta un coche de bomberos. También brilla con luz propia uno de los más completos conjuntos de máquina-herramienta del País Vasco, a través del antiguo taller electromecánico del Urola, instalación de 1925 equipada con un motor eléctrico que hace funcionar sus 16 máquinas a través de un sistema de poleas, correas y embarrados. Igualmente merece la pena detenerse en la antigua central de transformación eléctrica.

La visita museística se extiende al edificio de la estación de Azpeitia, sede de la Fundación, de estilo neorregionalista, diseñada como las demás de la línea por Ramón Cortázar, que recuerda a las casas-torre de las familias nobles guipuzcoanas. En su primer piso se exhibe una muestra excepcional de los uniformes utilizados en el ferrocarril desde finales del siglo XIX hasta el AVE. Y el segundo piso alberga una de las mejores colecciones de relojería ferroviaria del mundo, que recoge desde relojes de estación de gran esfera hasta más de 200 relojes de bolsillo de operarios ferroviarios de distintas épocas.

EL TREN DE LAS MINAS

La cuenca minera de Riotinto (Huelva) se convirtió a finales del XIX en uno de los yacimientos de cobre más prósperos del mundo, un éxito posible gracias al ferrocarril. Este avance tecnológico permitió transportar el material extraído de la mina hasta el cargadero del puerto de Huelva. 84 kilómetros de trayecto y más de 200 de ramales que sustituyeron a los trayectos que se realizaban a lomos de mulas, en carretas o en diligencias. Parte de esta vía férrea, conservada y rehabilitada, forma hoy parte del Ferrocarril Turístico Minero de Riotinto.




FC de RT
1
1874

Beatriz RODRÍGUEZ LÓPEZ
Fotos: Fundación Río Tinto

Un paisaje de escombreras de la mina más antigua de Huelva recibe al visitante del Ferrocarril Turístico Minero de Riotinto. Es el Cerro Colorado, un yacimiento de mineral ya explotado hace 3.500 años en la época tartesia, actividad que después continuaron los romanos y que se ha mantenido prácticamente hasta nuestros días. Completan el escenario terrenos con poca vegetación y las ruinas de antiguas instalaciones mineras y de conductos de chimeneas.

La visita comienza en un edificio de tipo colonial, la antigua estación de Riotinto. En el andén, una locomotora y cuatro vagones con asientos de madera invitan a un viaje al pasado en el que se recorrerá la historia de esta cuenca minera y varios kilómetros de vías, gracias a las cuales fue posible el transporte de mineral hasta el puerto de Huelva a finales del siglo XIX. El trayecto, que discurre en paralelo al río Tinto, de característico tono rojizo y óxido por la actividad de esta cuenca minera, lleva al visitante por parajes cada vez más poblados de monte bajo, salpicados de casetas de cambio de vía, apeaderos, túneles, puentes y restos de calzadas romanas.



Interior de los vagones de segunda y primera del Ferrocarril Turístico Minero.

Los orígenes

En 1873 se constituyó en Londres un consorcio de capital extranjero para la explotación de las minas onubenses de Riotinto, The Rio Tinto Company Limited, cuyos terrenos fueron comprados al Reino de España. Para transportar el mineral extraído desde la cuenca minera de Riotinto hasta el puerto de Huelva, desde donde se exportaría, se construyó un trazado ferroviario que hoy, tras su recuperación, tiene un uso turístico.

El trazado, proyectado por George Bairclay Bruce, posiblemente el mejor ingeniero ferroviario de finales del siglo XIX, desarrollaba un sistema de vía estrecha de más de 300 kilómetros, de los cuales 84 correspondían a la vía comercial que unía Riotinto con el puerto de Huelva, y el resto a los ramales que servían de unión entre los talleres, almacenes,

La compañía contó con un parque móvil de 184 locomotoras, 1.300 vagones y 2.000 vagonetas





Convoy turístico tirado por una locomotora diésel en uno de los numerosos ramales de la red de Riotinto.

tajos, poblaciones y poblados mineros. Así se gestó el ferrocarril de vía estrecha más importante del mundo de finales del siglo XIX y del primer tercio del siglo XX.

Los trabajos de construcción, iniciados en cinco puntos diferentes a la vez, concluyeron el 28 de julio de 1875, fecha en la que viajó el primer tren de Huelva a Riotinto, tres meses antes de lo previsto y con un coste –19 millones de pesetas– inferior al estimado.

La plataforma del ferrocarril, ascendente desde la desembocadura del río Tinto hacia su nacimiento con una pendiente media de 1,2 %, discurre en paralelo al cauce fluvial por su margen derecha, lo que da lugar a un trazado serpenteante que salva mediante trincheras las grandes y empinadas sierras del Andévalo oriental.

Fue necesario construir ocho puentes y cinco túneles. A lo largo de la vía general se edificaron 12 estaciones para regular el tráfico de mercancías y en Huelva, donde concluía la vía principal, se construyó el muelle de Riotinto, de 1.165 metros de longitud, que permitía la carga y descarga directamente en los barcos atracados en el puerto de Huelva, y que estuvo en funcionamiento hasta mayo de 1975.

Desde los yacimientos y a lo largo de dos túneles, las locomotoras, primero de vapor y luego eléctricas, llevaban los vagones de 10 toneladas hacia la planta de trituración y concentración, desde donde a su vez el mineral triturado y cernido era enviado directamente a Huelva o a la fundición.

Los ramales del Rio Tinto Railway contribuyeron a comunicar los diferentes pueblos de la cuenca minera de Riotinto. El empleo del ferrocarril para el transporte de trabajadores y viajeros se mantuvo hasta 1968, cuando se sustituyó por servicios de autobuses. Gracias a él fue posible la llegada de productos como el pescado fresco desde la costa y la campiña a la zona minera. Para este fin la compañía llegó a construir furgones frigoríficos.

El importante tráfico ferroviario determinó la existencia de un numeroso y muy variado parque móvil, que llegó a contar con 147 locomotoras de vapor, nueve locomotoras diésel hidráulicas, seis automotores de tipos diversos, 21 locomotoras eléctricas de distintos tipos y una locomotora de aire comprimido. El material remolcado sumaba también 1.300 vagones de muy variadas clases y 2.000 vagonetas de mina. Puesto que el ferrocarril se destinó asimismo al transporte de viajeros,



completaron el parque 36 coches de viajeros segregados generalmente en clases: los de primera, para el personal directivo, y los de tercera, para obreros y viajeros.

El Ferrocarril Minero de Riotinto funcionó mientras la Rio Tinto Company Limited fue propietaria de las minas, e incluso después de 1954, cuando estas pasaron a manos españolas. La pérdida de su funcionalidad se produjo a partir de 1964, con la construcción del Polo Químico de Huelva. Desde entonces, y dado que el mineral ya no se embarcaba hacia Inglaterra, fue más rentable transportarlo en camiones.

Así, el muelle de Riotinto dejó de funcionar en 1975. La línea se cerró definitivamente el 8 de febrero de 1984, cuando el último tren remolcado por la locomotora diésel 911 hizo el recorrido entre la estación de Las Mallas y Riotinto Estación. Terminaba así la historia del Ferrocarril Minero de Riotinto, del que se estima que, en sus casi cien años de vida, transportó cerca de 130 millones de toneladas métricas de pirita.

Ferrocarril turístico

A partir del cierre en 1968 de los ramales para el transporte, parte de la infraestructura ferroviaria comenzó a ser pasto del saqueo y víctima del paso del tiempo, lo que se agravó a partir de 1984 con el cierre total de la línea. Se desmontaron varios tramos línea para reaprovechar los raíles; a los puentes se les extrajo parte de sus elementos metálicos, y muchas traviesas fueron empleadas para la construcción de cercas y vallas de pequeños huertos. El parque móvil estacionado en el antiguo depósito de locomotoras también sufrió el expolio, sobre todo de los elementos de bronce y faroles.

Muelle metálico del puerto de Huelva, destino del ferrocarril minero. Debajo, linterna de señales.



A pesar de estos años de abandono, el primer intento de conservación de elementos patrimoniales ferroviarios se produjo en 1973, con la creación de un museo ferroviario en una de las salas del depósito de locomotoras. La compañía Explosivos Río Tinto S.A. celebraba así el primer centenario de la línea, y exponía piezas del parque móvil y distintos elementos auxiliares ferroviarios, lo que ayudó a su preservación y constituye hoy en día el núcleo de la colección ferroviaria conservada.



Convoy tirado por la locomotora nº 14 clase C tipo 060, de 1875, una de las más antiguas de España en orden de marcha.

Con la creación de la Fundación Río Tinto en 1987 arranca una nueva etapa en la historia del Ferrocarril Minero, que vio cómo la infraestructura ferroviaria y el material móvil fueron sometidos a un programa de conservación y rehabilitación con objeto de alumbrar un ferrocarril turístico. El primer proyecto de este ferrocarril data de 1990, pero se desestimó debido al alto coste y a la variación del trazado que suponía. El segundo proyecto, de 1993, permitió abrir el Ferrocarril Turístico Minero un año después.

El proyecto contempla la recuperación del trazado ferroviario en cuatro fases: Talleres Mina-Zarandas, Zarandas-Los Frailes, Los Frailes-El Manzano y El Manzano-Los Manantiales. El 4 de noviembre de 1994 se puso en servicio el primer tramo entre Talleres Mina y Zarandas, inicialmente con tracción diésel; tres años después se amplió el tramo de vía rehabilitado en 7 kilómetros, hasta la estación de Los Frailes, poniendo en servicio la locomotora "I" nº 51, construida por Dübs & Co. y la locomotora "C" nº 14, de Beyer Peacock & Co. Ltd., las locomotoras de vapor más antiguas de España, que realizan su servicio el primer domingo de cada mes, desde octubre hasta mayo. Las dos últimas fases se acometerán a medio plazo.

Parque móvil

La labor de rehabilitación del patrimonio ferroviario que lleva a cabo la fundación en los últimos años ha permitido recuperar y conservar un parque móvil único y de gran representatividad histórica, tanto por todas sus unidades de tracción vapor, eléctrica o diésel como por el parque de vagones para mercancías y viajeros.

De las 147 locomotoras de vapor que llegó a tener el Rio Tinto Railway actualmente se conservan nueve. De ellas, dos en perfecto orden de marcha en el Ferrocarril Turístico Minero: las números 14 de la clase "C" y 51 de la clase "I". Otras dos fueron rehabilitadas para exposición en el Museo Minero, las números 106 de la clase "K" y 150 de la clase "N", y otra pareja está en proceso de restauración, la nº 146 de clase Garratt y la nº 204 de la clase "200". En proyecto de reparación se encuentran las números 201, 203 y 205 de la clase "200".

De las nueve locomotoras diésel hidráulicas y los seis automotores que llegó a tener el parque móvil del Ferrocarril Minero actualmente se conservan cuatro locomotoras de las primeras y dos de las segundas. De este material, cuatro unidades están en perfecto orden de marcha: las locomotoras números 931, 932,



933, en el Ferrocarril Turístico Minero, y el automotor "Dresina" nº 942 para servicios auxiliares en la vía. De las dos restantes, el automotor tipo Billard nº 941 está en proceso de restauración y la locomotora hidráulica nº 922 en proyecto de ser reparada para exposición.

Locomotora nº 51, construida en 1883 por Dubs, en la estación de Los Frailes.

Debido a la importancia que tuvieron en Riotinto las explotaciones mineras en subsuelo y su conexión por túnel con la zona de procesado, desde principios del siglo XX se electrificaron esas vías subterráneas, pues hasta entonces el servicio de traslado de vagones de mineral se realizaba con locomotoras de vapor. De esta forma se emplearon 21 locomotoras eléctricas en el túnel nº 11. Además de estas locomotoras para un ancho de vía de 1.067 mm, se emplearon otras eléctricas de baterías o acumuladores para un ancho de vía de 610 mm, muy apropiadas para el trabajo en contramina. La Fundación Río Tinto conserva dos de estas piezas. De ellas, la nº 1 fue restaurada para exposición, mientras que la nº 3 está actualmente estacionada en Zarandas en proyecto de reparación.

La fundación solo conserva dos coches de viajeros, uno de primera clase y otro de tercera, de los 41 de los que dispuso el parque móvil remolcado. El bajo índice de conservación se debe a que el tráfico de viajeros cesó en 1968, por lo que gran parte de los coches de viajeros fueron desguazados.

El transporte de pasajeros fue un cometido secundario del Ferrocarril Minero de Riotinto. Cuando el consorcio extranjero de capital principalmente británico adquirió las minas, el Gobierno de España incluyó en el contrato de venta una cláusula específica que obligaba a la compañía a transportar viajeros en un determinado número de trenes. Hasta septiembre del año 1895 el tráfico de pasajeros en el Rio Tinto Railway no estuvo regularizado, lo que provocó diversas protestas.

El tráfico de viajeros por el tendido ferroviario tenía dos sentidos principales. Uno unía la cuenca minera con Huelva y el otro servía para llevar a los trabajadores desde los pueblos y poblados mineros hasta la zona de trabajo y viceversa. Para hacerlo posible se construyeron dos ramales: Zalamea la Real-Riotinto Estación y Nerva-Riotinto Pueblo.

En 1908, la dirección de la compañía reclasificó los vagones de pasajeros, existiendo desde ese momento solo vagones de tercera clase y de primera, puesto que la segunda clase fue rediseñada como primera. A medida que se produjo la mejora en las carreteras, a partir



Detalle de la caldera de la locomotora nº 14.

de los años 30, fue decayendo el tráfico de viajeros. El número de trenes de pasajeros se fue reduciendo hasta que en 1968, debido a su baja rentabilidad, tanto el servicio de trabajadores como de viajeros, fue sustituido por autobuses.

En 1987, los dos vagones de pasajeros conservados pasaron a formar parte de los activos de la Fundación Río Tinto. Pero los trabajos desarrollados para poner en servicio el Ferrocarril Turístico Minero hicieron necesario contar con un parque móvil para el servicio de viajeros, por lo que desde principios de la década de los años 90 se han construido seis vagones de pasajeros de distintos tipos sobre plataformas destinados al servicio turístico.

Rehabilitación

Los sistemas de cambio y cruce que permitían el cambio de vías, así como numerosos elementos de la señalización del ferrocarril y la infraestructura auxiliar, como depósitos de agua o carboneras, también han sido rehabilitados y repuestos en su totalidad por la fundación en el tramo de vía ya restaurado entre Talleres Mina y Los Frailes.

Piezas de museo

La campana de la estación de Naya, una columna de bastón, varios semáforos, una gorra de jefe de estación, faroles de balizamiento, un datador de billetes, una bolsa de recaudación, un telégrafo, una lámpara para carruaje y una pala de carbonero son algunas de las piezas conservadas en el Museo Minero de Riotinto.

Las 12 estaciones

A lo largo de la línea se construyeron una docena de estaciones. Son las siguientes: Riotinto Estación (Km. 0), Naya (Km. 3), Marín (Km. 5), Jaramar (Km. 7), Los Frailes (Km. 11), Berrocal (Km. 16), Las Cañas (Km. 26), Manantiales (Km. 36), Gadea (Km. 46), Las Mallas (Km. 56), San Juan (Km. 70) y Huelva (Km. 83), última estación, junto al embarcadero de mineral.

Túneles y puentes

La vía general, desde la estación de Riotinto hasta la de Huelva discurría por cinco túneles: Chico (40 metros de longitud, ya desaparecido), Manzano (110 metros), Masegoso (120 metros), El Peral (135 metros) y Salomón (140 metros).

Por otro lado, ocho puentes salvan el río y lo atraviesan en sentido diagonal. Desde Huelva a Riotinto Estación son los siguientes: Ribera de la Nicoba (75 metros, de pilares metálicos y 12 vanos iguales); Arroyo Candón (30 metros, tres vanos iguales, con pilares de fábrica cimentados sobre el arroyo, de mampostería y pasarelas peatonales a ambos lados de la vía férrea); Niebla sobre el río Tinto (140 metros, dividido en seis tramos); Ribera de Corumber (22 metros, de mampostería, con pilar central y dos arcos rebajados); de Manantiales sobre el río Tinto (50 metros, reformado en 1931); Salomón sobre el río Tinto (68 metros, en dos tramos, apoyados en los extremos y un macizo central; gran viga cajón de celosía, dentro del cual discurría el ferrocarril; destruido y reconstruido en 1888 y 1932); Manzano sobre el río Tinto (54 metros, en tres vanos, con dos apoyos; vigas laterales de celosía de 1,30 m) y Ribera del Cachán (20 metros dispuestos en dos tramos, con un apoyo central de mampostería; salvado por una viga cajón formada por dos perfiles de alma llena de 1 metro de altura).



Vagoneta para cargar mineral.

Así, en el tramo actualmente en servicio se han rehabilitado dos de las tres casas de palancas de señalización, cuyo cometido era regular el tráfico en puntos concretos donde existía un denso tráfico ferroviario, como Riotinto Estación, Naya o Marín. Concretamente se han restaurado la casa de palancas Norte o Naya y la casa de palancas situada en la estación de Los Frailes, quedando pendiente la casa de palancas Sur o Marín.

En las inmediaciones del Centro de Recepción del Ferrocarril se ha construido una placa giratoria de 18 metros, así como una doble vía de 200 metros de longitud, con acceso desde sus extremos a la vía principal por medio de cambios de agujas activadas manualmente que permite realizar la maniobra de cabeza a cola del ferrocarril.

En la zona adyacente de Los Frailes también se ha construido un tramo de 200 metros para el cambio por un sistema manual de agujas. La señalización visual ha sido repuesta mediante carteles informativos a lo largo de todo el tramo, tanto para los maquinistas como para las personas que circulen por el carril paralelo a la vía o por las inmediaciones de la plataforma ferroviaria. También se han reproducido en las inmediaciones de todas las estaciones en servicio semáforos metálicos de iluminación eléctrica de la misma tipología de los originales.

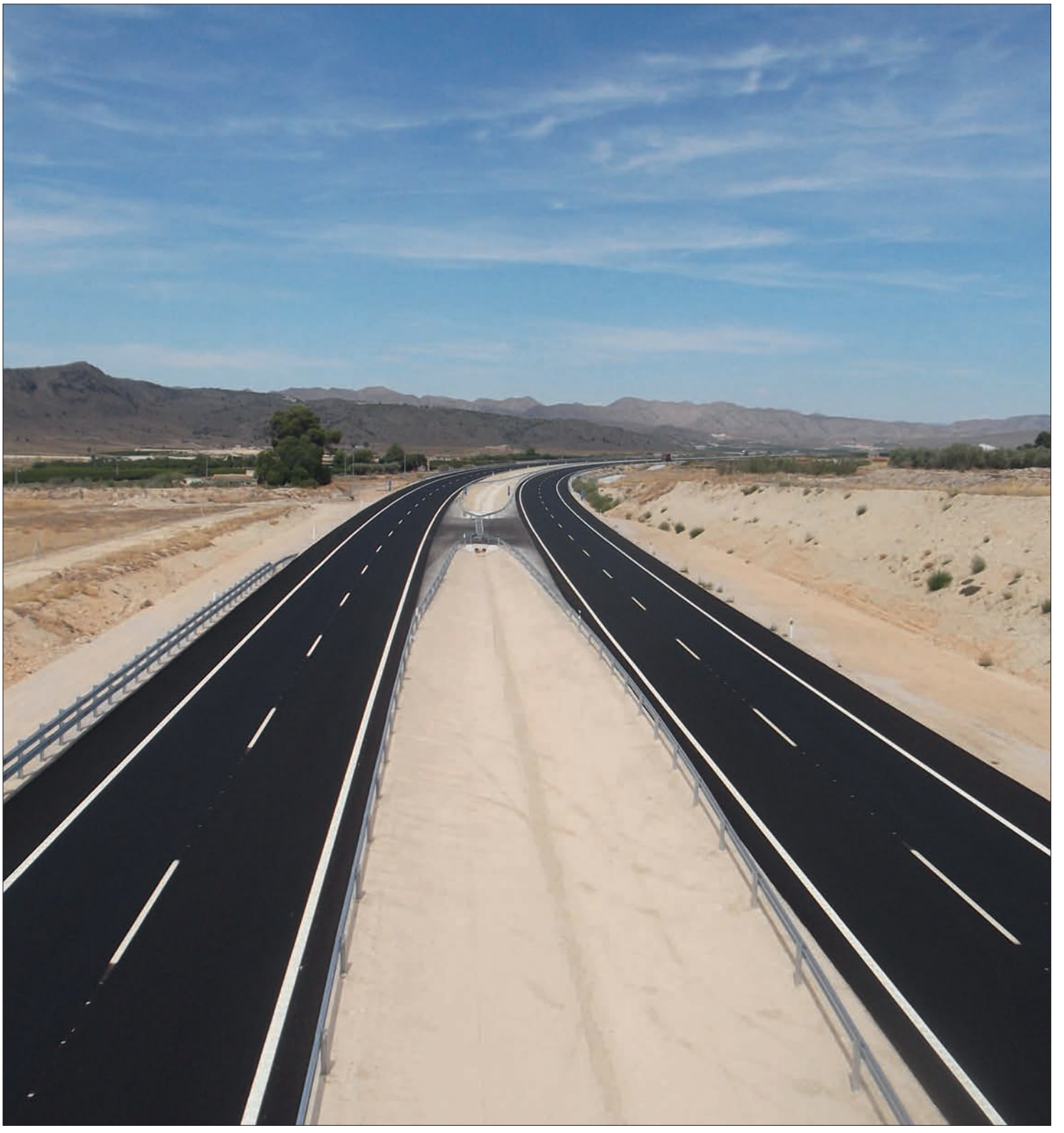
En la estación de Los Frailes se ha habilitado una estructura metálica como paso peatonal sobre la playa de vías para acceder desde el andén a la orilla del río Tinto inspirado en el puente peatonal ya desaparecido de la estación del Valle. Sobre ella se ha colocado un pórtico de señalización reproduciendo los de tipo Stevens utilizados por el Ferrocarril Minero de Riotinto.

Para facilitar el tránsito de las locomotoras de vapor se construyó en el Centro de Recepción del Ferrocarril un depósito de agua con capacidad de tres metros cúbicos y un surtidor montado sobre una plataforma metálica construida con perfiles laminados soldados y fijada al suelo con zapatas de hormigón armado.

En Zarandas se ha repuesto el depósito de agua original, se reparó un surtidor original y se dispuso una carbonera para el servicio ferroviario de vapor. Asimismo, se construyó un depósito de gasoil para las locomotoras diésel. Por último, junto a la estación de Los Frailes se construyó un depósito de agua con el sobrante de la fuente de El Madroño (Sevilla). ■

Revista del Ministerio de
Fomento

Septiembre 2012 ● Nº 620 ● 3 €



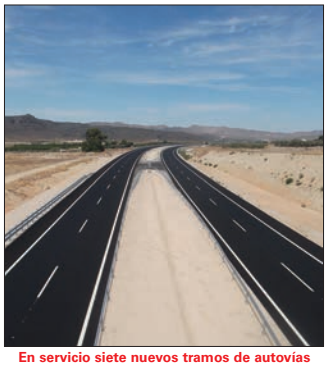
En servicio siete nuevos tramos de autovías

● El puerto Bahía de Algeciras estrena terminal ferroviaria ● Plan de Eficiencia Aeroportuaria ● Ferrocarril, el modo de transporte más rentable

Revista del Ministerio de
Fomento

En este número

SEPTIEMBRE 2012
Nº 620



En servicio siete nuevos tramos de autovías
- El puerto de Algeciras estrena terminal ferroviaria
- Plan de eficiencia aeroportuaria
- Ferrocarril, el modo de transporte más rentable



CARRETERAS

2. Inyección de movilidad. *Este verano se han abierto al tráfico siete nuevos tramos de autovía en siete comunidades autónomas, que totalizan más de 65 nuevos kilómetros de carreteras de gran capacidad.*

PUERTOS

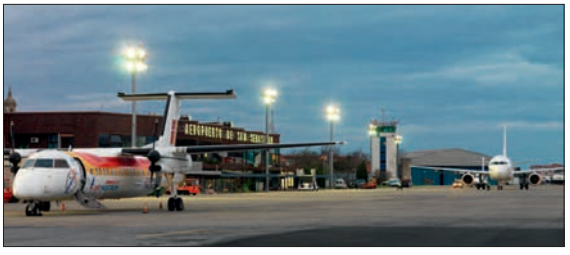
18. Un puente con Europa. *Entra en servicio la nueva terminal ferroviaria y los accesos por carretera del puerto Bahía de Algeciras.*

AEROPUERTOS

24. Dinámicos y adaptados. *El Plan de Eficiencia Aeroportuaria busca reducir a la mitad las pérdidas en 17 aeropuertos y dos helipuertos de la red de Aena.*

28. Crecimiento operativo. *Entra en funcionamiento la segunda pista del aeropuerto de Málaga.*







Y además...

34. Para evitar rodeos. *En servicio el tramo Sabiñánigo-Fiscal de la N-260 en Huesca.*

38. Alta rentabilidad. *El ahorro en el transporte ferroviario de Renfe.*

44. Paseo virtual por lo mejor de la naturaleza. *Nuevos mapas y DVD interactivos de los parques nacionales.*

48. Compromiso verde. *Vitoria-Gasteiz, capital medioambiental europea 2012.*

Director de la Revista: Antonio Recuero

Edición: Javier R. Ventosa. **Maquetación:** J. A. Laiz. **Secretaria de redacción:** Ana Herráiz. **Fotografía:** José Caballero. **Archivo fotográfico:** Vera Nosti. **Portada:** DCE Murcia.
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Colaboran en este número: Jaime Arruz, Pepa Martín, Begoña Olabarrieta y Julia Sola Landero

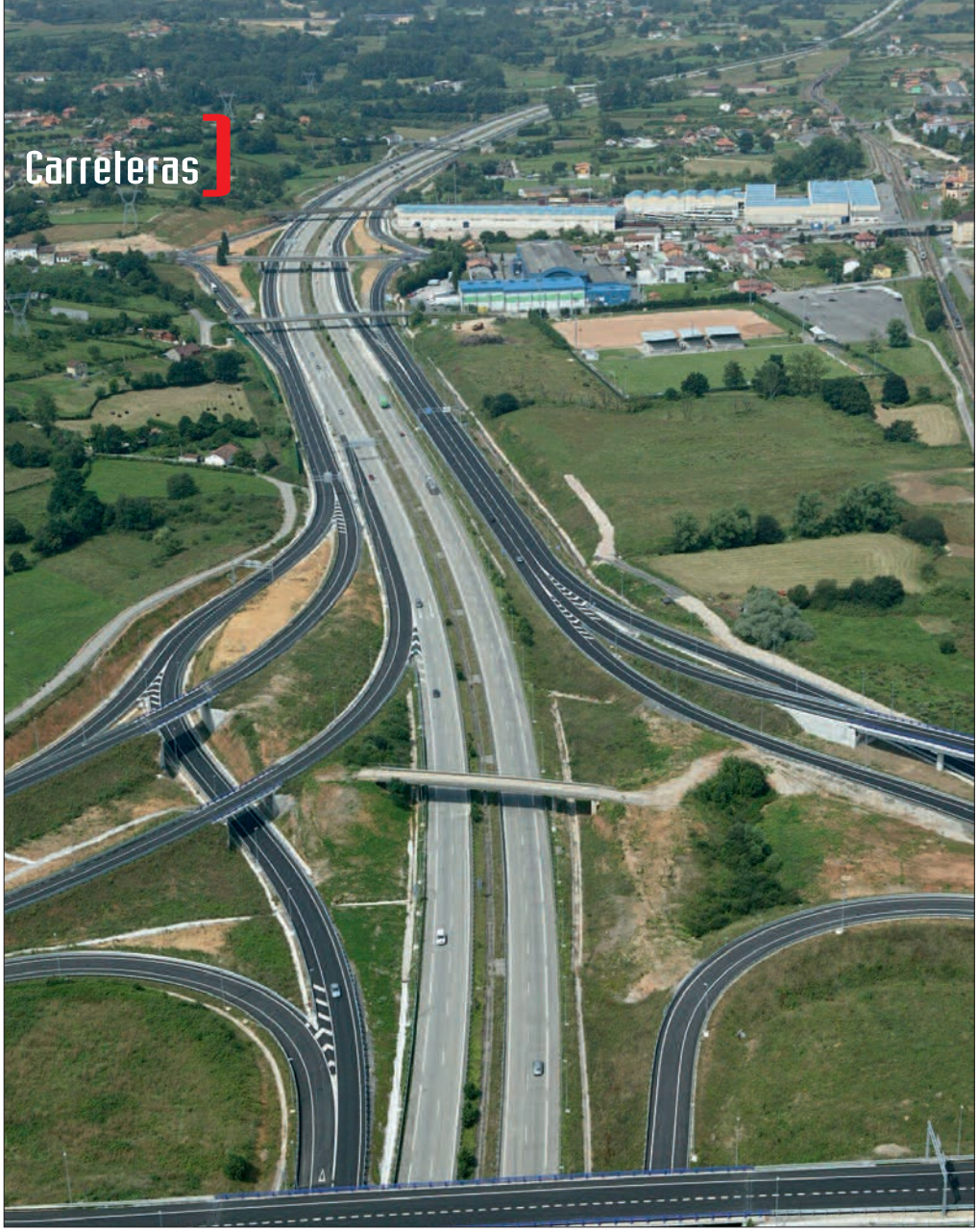
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).* **Vicepresidencia:** Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).* **Vocales:** , María García Capa *(Directora del Gabinete de Prensa),* Pilar Garrido Sánchez *(Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Planificación e Infraestructuras),* Eloísa Contín Trillo-Figueroa *(Jefa del Gabinete del Subsecretario),* Mª José Rallo del Olmo *(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),* Pedro Guillén Marina *(Director del Centro de Publicaciones)* y Antonio Recuero *(Director de la Revista).*
Información de publicaciones del Ministerio de Fomento: 915 976 449 / 78.
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: 161-12-004-1

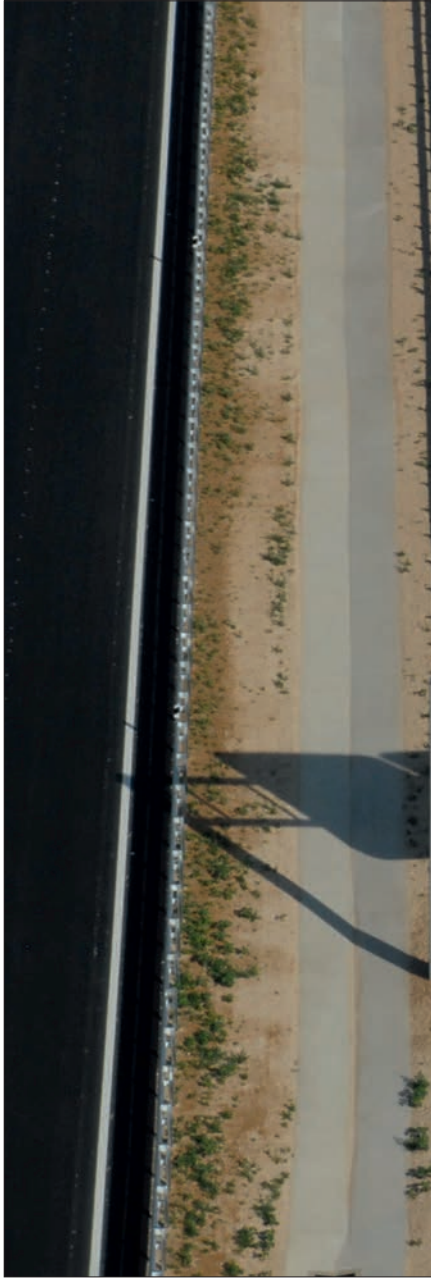
Edita:
Centro de Publicaciones.
Secretaría General Técnica
MINISTERIO DE FOMENTO

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.





DCE Asturias





DCE La Rioja

EN SERVICIO SIETE NUEVOS TRAMOS DE AUTOVÍA Y UN GRAN ENLACE

Inyección de movilidad

JAVIER R. VENTOSA

Coincidiendo con el inicio de las vacaciones estivales, el Ministerio de Fomento ha puesto en servicio un gran enlace y siete tramos de autovía en siete comunidades autónomas (Asturias, Galicia, La Rioja, Cataluña, Castilla-La Mancha, Murcia y Andalucía) que han contribuido a mejorar la vertebración territorial e incrementado la movilidad de los usuarios. Los nuevos tramos, con una inversión superior a 400 M€, constituyen un paso más en el proceso de construcción de las autovías del Cantábrico (A-8), Mediterráneo (A-7), Castilla-La Mancha (A-40), del Camino (A-12), del Altiplano (A-33) y Huesca-Lleida (A-22).

DCE Cataluña





DCE Andalucía Oriental



DCE Galicia



DCE Galicia

Enlace de Mondoñedo, en el final del tramo, del que se han puestro en servicio los ramales en sentido norte.

En servicio el tramo Lourenzá-Mondoñedo de la autovía del Cantábrico

En el verdor de A Mariña

La autovía del Cantábrico (A-8) ha recibido un impulso con la apertura del tramo Lourenzá-Mondoñedo, de 3,5 kilómetros, con lo que ya está en servicio el 82% del trazado (71 de 87 kilómetros) de esta vía de gran capacidad en Galicia. El trazado se inserta en el verde paisaje de A Mariña de Lugo. .

El nuevo tramo, inaugurado el 22 de junio, permite circular por autovía sin interrupción entre Mondoñedo y Ribadeo (31 kilómetros), y desde aquí hasta Villapedre (Asturias), generando una continuidad de casi 63 kilómetros de la A-8 en esta zona, lo que supone una gran mejora funcional, de seguridad vial y de los tiempos de recorrido. Unos 8.000 vehículos utilizan a diario el nuevo tramo, que ha captado los tráficos de largo y medio recorrido de la carretera nacional N-634.

El Ministerio de Fomento ha invertido en esta actuación 48,15 M€. De ellos, 39,3 M€ corresponden al presupuesto de la obra, que ha sido cofinanciada por los fondos comunitarios Feder.

El nuevo tramo, que discurre por los términos de Lourenzá y Mondoñedo, resuelve la conexión de los tramos de A Mariña de Lugo con los dos tramos de la A-8 en ejecución en A Terra Chá, correspondientes a la circunvalación de Mondoñedo y al tramo del puerto de A Xesta.

El radio mínimo del trazado en planta de la autovía es de 800 metros, con una pendiente máxima inferior al 5%, lo que ha permitido adecuarlo al relieve accidentado de la zona, manteniendo condiciones óptimas de seguridad y comodidad. La sección adoptada es la típica de una autovía (dos calzadas de 7 metros, arcenes exteriores de 2,5 metros e interiores de 1,50 metros y mediana de 6 metros), y el firme está formado por una capa de rodadura de 4 cm de aglomerado drenante sobre 21 cm de mezclas bituminosas.



DCE Galicia

Tablero doble del viaducto de Valiño, de 175 metros de longitud.

El trazado, de norte a sur, discurre en paralelo a la N-634. En el origen del tramo se ha construido el semienlace de Lourenzá, que conecta con la N-634 y a través de ella con Lourenzá y con la carretera autonómica LU-153 Masma-Lourenzá. En el final se ha dispuesto el enlace de Mondoñedo, del cual se han puesto en servicio los ramales en sentido norte.

En el trazado se han ejecutado tres viaductos dobles: Va-

Los avances de la A-8

La autovía del Cantábrico (A-8), el eje de gran capacidad que canaliza el tráfico de largo y medio recorrido desde Bilbao (País Vasco) hasta Baamonde (Galicia), vislumbra su final cada vez más cerca. Actualmente se circula ya por la mayor parte de su trazado, que solo queda interrumpido en ocho tramos (94 kilómetros). La mayor parte de estos tramos están en ejecución, entre ellos los dos que restan en Galicia (Mondoñedo-Lindín y Lindín-Careira, en total 14 kilómetros) y los cuatro de Asturias (Unquera-Llanes, Llanes-Pendueles –en julio abrió una calzada de 5 kilómetros entre San Roque y Parres–, Muros de Nalón-Las Dueñas –entrará en servicio este año– y Otur-Villapedre, con 52,1 kilómetros). Respecto a los dos tramos que completarán la A-8 en Cantabria (Solanes-La Encina y La Encina-Torrelavega, 28 kilómetros), Fomento prevé reanudar su ejecución este otoño.



DCE Galicia



DCE Galicia

Viaductos de Lourenzá (arriba) y Cima de Vila (debajo), ambos sobre la carretera N-634.

liño (175 metros, con tableros con tipología de vigas prefabricadas doble T), Lourenzá (cruza la N-634 con dos tableros independientes de 222 metros en sentido Lugo y 266 metros en sentido Oviedo, de hormigón pretensado ejecutado *in situ*) y Cima de Vila (308 metros, sobre la N-634, con dos tableros de hormigón pretensado ejecutado *in situ*). También se han construido cinco pasos superiores.

Para garantizar las adecuadas condiciones de servicio de la autovía y resolver los problemas geotécnicos planteados se adoptaron medidas especiales en varias zonas. Así, se ejecutaron terraplenes a media ladera de hasta 40 metros de altura con tratamiento especial del cimiento, drenaje profundo de la superficie e instrumentación.

En cuanto a los taludes de desmonte, de hasta 40 metros de altura, se aplicaron distintas medidas de sostenimiento (bulones activos, revestimiento con hormigón proyectado y malla de acero), protegiéndose además la calzada con muros de perpiaño en el pie de los taludes más importantes.

Las complejas condiciones geotécnicas afectaron también al diseño y ejecución de las cimentaciones de la estructuras, destacando el viaducto de Valiño, adyacente a una cantera de material calizo, cuyo terreno de cimentación se trató mediante inyecciones y técnicas de consolidación de suelo.

Como medidas ambientales (inversión de 0,8 M€), destacan la revegetación de taludes mediante el extendido de tierra vegetal (86.342 m^2), hidrosiembra (224.699 m^2) e integración paisajística; la plantación de 22.808 árboles; la protección del medio hídrico mediante una balsa de decantación para preservar la calidad de las aguas y la ejecución de dispositivos de escape de fauna en el vallado.





DCE Andalucía Oriental

Vista del principio del soterramiento y del enlace de Guadalmina, en el inicio del tramo acondicionado de la A-7.

Acondicionada la autovía del Mediterráneo en San Pedro de Alcántara

Travesía soterrada

Cruzar la localidad de San Pedro de Alcántara (Málaga) es más rápido, cómodo y seguro desde el pasado 26 de junio tras la entrada en servicio de un nuevo tramo soterrado de la autovía del Mediterráneo (A-7), que completa el acondicionamiento de la travesía por este distrito marbellí. Unos 70.000 vehículos se benefician a diario de esta actuación.

San Pedro de Alcántara es un núcleo turístico por antonomasia y es muy importante que los visitantes se encuentren una buena entrada y salida de la ciudad". La frase de la ministra de Fomento, Ana Pastor, pronunciada el día de la puesta en servicio, sintetiza los objetivos del acondicionamiento de la autovía del Mediterráneo (A-7) a su paso por esta localidad malagueña, que ha eliminado la anterior travesía urbana –con rotondas y semáforos– mediante un nuevo tramo soterrado, aportando mayor fluidez al tráfico, sobre todo en verano.

El Ministerio de Fomento ha invertido 85,9 M€ en esta obra , de los cuales el presupuesto de ejecución ha ascendido a 78,6 M€.

La actuación se inicia al suroeste de San Pedro de Alcántara, en el límite de los términos de Estepona y Marbella, y enlaza con el tramo anterior de la A-7, discurriendo por el trazado de la antigua carretera N-340, hasta finalizar en el enlace de acceso a Puerto Banús. En total, se ha actuado sobre 5,9 kilómetros de carretera con el objetivo de dotarla de las características de una autovía. Para ello se ha construido una mediana central, se han reordenado los accesos por medio de nuevas vías de servicio y se



Protagonista subterráneo

La principal obra del nuevo tramo es un falso túnel de 997 metros de longitud, situado entre las glorietas de El Ingenio y de la carretera de Ronda, que elimina las rotondas y semáforos que ralentizaban la circulación por el distrito marbellí. El subterráneo se ha construido mediante la excavación de 205.869 m^3 de tierra y la construcción de dos muros laterales de pilotes y un muro central, que divide el túnel en dos mitades, cubiertos por una losa de hormigón armado. La sección tipo del túnel la forman dos calzadas de 7 metros, aceras exteriores (2 x 0,75 m.), arcenes exteriores (2 x 2,50 m.), arcenes interiores (2 x 0,50 m.), aceras interiores (2 x 0,75 m.) y un elemento separador entre sentidos de la circulación (0,80 m.). El gálibo mínimo vertical, superior a 6 metros, admite una altura libre de 5 metros y espacio suficiente para los elementos de seguridad (extracción de humos y gases) y señalización. En una glorieta próxima se sitúa un centro de control del túnel. El presupuesto de las instalaciones del subterráneo ha sido de 5,7 M€.



DCE Andalucía Oriental



DCE Andalucía Oriental

Arriba, interior del túnel. Debajo, vista de la travesía soterrada, sobre la que se creará un bulevar.

han eliminado las intersecciones a nivel existentes mediante el tramo soterrado.

El acondicionamiento de la A-7 en esta zona, entre los PK 169,26 y 175,15, se ha llevado a cabo en dos tramos diferentes. Entre la carretera de Ronda y Puerto Banús (2,2 kilómetros) se dotó a la carretera de una mediana central y de vías de servicio. Además, se mejoraron las conexiones existentes tanto para vehículos como para peatones, mediante la reposición de las pasarelas peatonales existentes y la disposición de otras nuevas. Este tramo se encuentra en servicio desde junio de 2009.

El tramo ahora inaugurado (3,7 kilómetros) discurre entre el río Guadalmina, al oeste, y la carretera de Ronda, al este, con características propias de autovía y una velocidad de proyecto de 80 km/h. En este tramo se han construido dos enlaces: el de Guadalmina, con tipología de diamante con pesas, con ramales de entrada y salida sentido Málaga y Cádiz, conexión con la circunvalación sur y con la glorieta de El Ingenio; y el enlace con la carretera A-376 a Ronda, con tipología de diamante con glorieta inferior, donde confluyen los ramales del enlace, las vías de servicio unidireccional procedentes del núcleo urbano, la carretera A-376, la circunvalación sur y la vía de servicio sur.

Entre medias de ambos enlaces se sitúa un túnel de 997 metros de longitud, principal actuación del tramo. El subterráneo es el elemento que discrimina los tráficos (lo utilizan los de largo recorrido entre Algeciras y Málaga, generando una continuidad por autovía hasta ahora inexistente, mientras que los trayectos urbanos se realizan en superficie) y evita la división del núcleo urbano en dos mitades. En la superficie se ha reordenado el tráfico mediante la creación sobre la anterior plataforma del vial norte, con tres rotondas de conexión a la autovía (la existente de El Ingenio y dos nuevas), que se completa con el vial sur.

El nuevo túnel, además, ha dejado libres 90.000 metros cuadrados en superficie para el esparcimiento de los sampedreños. En este nuevo espacio que hasta ahora ocupaba la carretera, el Ayuntamiento tiene previsto crear un gran bulevar, con pistas deportivas, parques, recintos culturales y un mercado de productos exclusivos para turistas.

DCE Asturias



Nuevo enlace entre las autovías AS-1 y A-64 en Pola de Siero

El 'scalextric' de Mudarri

El Ministerio de Fomento ha puesto en servicio el nuevo enlace de la autovía estatal A-64 (Villaviciosa-Oviedo) con la autovía Minera (AS-1). La obra, un complicado nudo de autovías que engloba tres enlaces ya existentes ahora modificados, que beneficia diariamente a 45.000 vehículos, se ha ejecutado al amparo del protocolo de colaboración para la financiación de infraestructuras firmado entre el Ministerio de Fomento y el Principado de Asturias.

Hasta la entrada en servicio del denominado nudo de Mudarri, las autovías AS-1 y A-64 se cruzaban en Pola de Siero sin un enlace directo entre ambas. La conexión debía realizarse directamente a través de carreteras autonómicas y municipales. Por ello, la apertura del enlace, el pasado 29 de junio, supone una notable mejora de las comunicaciones en la zona, al incrementar la funcionalidad de la red de carreteras, al tiempo que se mejora la accesibilidad e integración territorial en la zona central de Asturias. Los 45.000 vehículos que circulan

DCE Asturias





DCE Asturias

Vistas aéreas del enlace de Mudarri, en las que se aprecian calzadas situadas en tres niveles.

a diario por ambas autovías en este punto son los grandes beneficiados de la nueva conexión, convertida ya en el segundo punto con más tráfico del Principado, tan solo por detrás de la Y asturiana (Oviedo-Gijón-Avilés).

El Ministerio de Fomento ha invertido 47,2 M€ en la obra, cantidad que, sumada al importe estimado de las expropiaciones, al coste de redacción del proyecto y al importe de la asistencia técnica para el control y vigilancia de la obra arroja una inversión total de 53,2 M€. Las obras fueron contratadas a través de la Sociedad Estatal de Infraestructuras del Transporte.

Características técnicas

En el nuevo enlace se engloban tres enlaces ya existentes (El Berrón y Pola de Siero en la A-64 y Ferrera en la AS-1), modificados parcial o totalmente, con la nueva conexión entre ambas autovías. El esquema adoptado para la conexión principal entre ambas autovías es un enlace mixto, que permite todos los movimientos posibles entre la A-64 y la AS-1.

El enlace de El Berrón se ha remodelado y el enlace de Pola de Siero se ha desplazado hacia el este con una nueva configuración. Entre el enlace de ambas autovías y el enlace de Ferrera se han diseñado unas vías colectoras paralelas a la autovía AS-1 en el sentido Mieres-Gijón, y se ha adosado un tercer carril a la calzada sentido Gijón-Mieres.



La velocidad de proyecto utilizada en el diseño es de 120 km/h en el tronco de las autovías, de 80 km/h en las vías colectoras y de 60 km/h en los ramales de enlace. Por su parte, la nueva carretera Noreña-Pola de Siero, dividida en dos subtramos a partir de la glorieta de Ferrera perteneciente al enlace del mismo nombre de la AS-1, tiene una velocidad de proyecto de 60 km/h.

En total, se han construido 25,8 kilómetros de vías colectoras y ramales de enlace, además de 2,9 kilómetros de carretera convencional entre Noreña y Pola de Siero.



DCE Castilla-La Mancha

El nuevo tramo de la A-40 discurre por terrenos eminentemente llanos al este de la provincia de Toledo.

En servicio el tramo Villarrubia de Santiago-Santa Cruz de la Zarza de la autovía A-40 en Toledo

Directos de Cuenca a Ocaña

La autovía A-40, cuyo trazado central discurre por las provincias de Toledo y Cuenca, ha ampliado su longitud operativa con la apertura del tramo Villarrubia de Santiago-Santa Cruz de la Zarza, de 12,3 kilómetros. Con esta puesta en servicio, que completa la parte oriental de la A-40, ya se puede circular de forma ininterrumpida durante 126 kilómetros entre Cuenca y Ocaña.

Con el nuevo tramo se completa el trasvase de los tráficos de largo recorrido entre Cuenca y Ocaña desde la carretera N-400 –reducida a una vía de servicio– a la autovía A-40, que aporta mayor seguridad, comodidad y reduce los tiempos de desplazamiento. El cierre de la parte oriental de la A-40 supone también una mayor vertebración territorial y cohesión social en la región, al enlazar por primera vez por autovía Ocaña y Tarancón, y por extensión Cuenca, y al comunicar tres grandes ejes que discurren por Castilla-La Mancha: la autovía del Este (A-3) en Tarancón y la autovía del Sur (A-4) y la autopista radial R-4 en Ocaña.

En la inauguración del tramo, el pasado 29 de junio, la ministra de Fomento, Ana Pastor, destacó el carácter vertebrador de la A-40 en la zona centro de la Península, ya que permitirá comunicar "el sur de Castilla y León y el norte y el este de Castilla-La Mancha sin pasar por la capital de España, uniendo ciudades como Ávila, Toledo, Cuenca y Teruel". Actualmente se está desarrollando la parte central de la A-40, entre Maqueda y Cuenca, con 162 kilómetros en servicio, 22,2 en ejecución (el tramo Torrijos-Toledo, que entrará en servicio en otoño) y otros 40 en fase de estudio, quedando la prolongación hacia Ávila y Teruel para más adelante.

En el tramo Villarrubia de Santiago-Santa Cruz de la Zarza, el Ministerio de Fomento ha invertido 32,4 M€, de los que 27,8 M€ corresponden a la obra. El proyecto ha sido cofinanciado por el fondo comunitario Feder.

Características técnicas

El nuevo tramo tiene su origen en el enlace de Santa Cruz de la Zarza, al oeste de esta localidad, y discurre a lo largo de 12.256 metros en paralelo a la carretera N-400, a la que salva en dos ocasiones, al igual que a la vía del ferrocarril, hasta alcanzar su final en el enlace este de Villarrubia de Santiago, donde co-

Innovación en seguridad vial

El nuevo tramo de la A-40 introduce como novedad en la red de carreteras española una nueva disposición de la bionda o barrera de seguridad metálica, que se ha situado cerca del centro de la mediana en vez de en su parte exterior, la más pegada a la plataforma, lo que aportará más protección a los automovilistas. Con la bionda más separada del carril rápido de la autovía se reduce la posibilidad de un accidente por distracción al dar más tiempo para corregir la trayectoria, se limita el *efecto túnel* (producido por la proximidad de la barrera al carril rápido) y, en caso de impacto con la barrera, hay más posibilidades de que el automóvil quede detenido en la mediana que de ser repelido de nuevo al carril rápido, evitando así el riesgo de sufrir un siniestro por alcance. Esta nueva disposición de la bionda solo es aplicable en terrenos llanos y con una anchura de mediana determinada, como ocurre en este tramo.



DCE Castilla-La Mancha

necta con el tramo contiguo de la A-40.

Las pendientes longitudinales del tramo no superan en ningún caso el 2% y, al presentar radios en planta amplios –el radio mínimo es de 2.500 metros–, se garantiza que se cumple siempre la velocidad de proyecto (120 km/h). Respecto a la sección, el tronco consta de dos calzadas con dos carriles de 3,50 metros de anchura, arcenes exteriores de 2,50 metros e interiores de 1,00 metro, con bermas de 1,00 metro. La mediana tiene 10 metros de ancho.

A lo largo del trazado se han dispuesto tres enlaces. El primero (PK 7-384) da acceso a Santa Cruz de la Zarza por el oeste, conectando además la A-40 con la N-400 (en sentido Villarrubia de Santiago). El segundo (PK 10+132) se localiza en la circunvalación de Santa Cruz de la Zarza y conecta la A-40 con la carretera TO-3107-V y con el centro del municipio. Y el tercero (PK 11+339) da acceso a Villarrubia de Santiago por el este, conectando también la A-40 con la N-400 (en sentido Tarancón).

En dos ocasiones se cruza el trazado con las vías del tren. En el PK 4+000 se ha construido un falso túnel para que la línea de alta velocidad Madrid-Valencia cruce por debajo de la autovía. Y en el PK 8+830 la autovía discurre sobre la línea Aranjuez-Cuenca-Utiel mediante una pérgola de vigas prefabricadas de 134 metros de longitud.



DCE Castilla-La Mancha

Vista de uno de los tres enlaces de que consta el nuevo tramo.

Asimismo, a lo largo del trazado se han construido cinco pasos superiores, tres pasos inferiores y 36 obras de drenaje.

Como medidas ambientales, que han requerido un estudio previo de ordenación ecológica y paisajística, se han realizado plantaciones por toda la obra y se trasplantaron los olivos que interferían con el trazado. En el diseño de las glorietas se ha tenido en cuenta el entorno urbano en el que se sitúan las mismas.

AUTOVÍA A-40 (ÁVILA-TERUEL)

Tramo	Longitud (km)	Estado actual
Ávila-Maqueda	90,0	Estudio informativo en redacción
Maqueda (N-IV)-Torrijos (E)	16,2	En servicio
Torrijos-Toledo	22,2	En ejecución
Circunvalación Norte de Toledo	17,9	En servicio
Conexión AP-41 – Conexión N-400	7,1	Estudio informativo aprobado
N-400 – Ocaña (R-4)	33,0	Redacción de proyecto
Ocaña (R-4)-Autovía A-4	3,9	En servicio
Autovía A-4 – Noblejas	9,6	En servicio
Noblejas-Villarrubia de Santiago	10,0	En servicio
Villarrubia de Santiago-Santa Cruz de la Zarza	12,2	En servicio
Santa Cruz de la Zarza (E)-Autovía A-3	13,3	En servicio
Tarancón-Alcázar del Rey	22,5	En servicio
Alcázar del Rey-Horcajada de la Torre	16,8	En servicio
Horcajada de la Torre-Abia de la Obispalía	16,0	En servicio
Abia de la Obispalía-Cuenca	22,4	En servicio
Cuenca-Teruel	150,0	Estudio informativo



DCE La Rioja

Vista general del tramo en las cercanías de la variante de Santo Domingo de la Calzada.

Nuevo tramo Hervías-Santo Domingo de la autovía del Camino de Santiago (A-12) en La Rioja

Kilómetros de historia

La autovía del Camino de Santiago (A-12), resultado del desdoblamiento de la carretera N-120, quema sus últimas etapas en La Rioja. Actualmente ya se puede circular por el 75% del trazado entre Logroño y el límite provincial con Burgos, restando 15 kilómetros para su conclusión. A ello ha contribuido la reciente apertura del tramo entre Hervías y Santo Domingo de la Calzada, que ha añadido 6,5 nuevos kilómetros a esta infraestructura.

El nuevo tramo, abierto al tráfico a finales de junio, es la parte más occidental de la A-12 antes de su entrada en la provincia de Burgos. Por su longitud, 10,6 kilómetros, es el segundo más largo de la autovía en La Rioja, aunque su puesta en servicio no ha sido completa. Concretamente, se han inaugurado 6,4 kilómetros entre Hervías y el final de la variante de Santo Domingo de la Calzada (enlace con la carretera LR-201), mediante una duplicación con ligeras modificaciones del trazado de la N-120. Los 4,2 kilómetros restantes hasta Grañón se han acondicionado, dejando la plataforma preparada para la futura duplicación contemplada en el proyecto del tramo contiguo Santo Domingo de la Calzada-Villamayor del Río. Con esta apertura se gana en seguridad, comodidad y rapidez en los desplazamientos.

El presupuesto destinado por el Ministerio de Fomento a la obra de este tramo asciende a 30,09 M€, a los que se suman el coste de redacción del proyecto, el importe de las expropiaciones, la asistencia técnica para el control y vigilancia de la obra, la vigilancia ambiental y los trabajos de conservación del patrimonio, lo que arroja una inversión total de 36,9 M€.

Características técnicas

El quinto tramo en servicio de la A-12 en La Rioja discurre por los términos de Bañares, Santo Domingo de la Calzada y Grañón. Desde su origen (conexión con el tramo Hormilla-Hervías, en ejecución) hasta el primer enlace, la sección de autovía consta de tres carriles por calzada, el exterior con características de trenzado debido a la proximidad de este enlace con el más cercano de Hervías que se incluye en las obras del tramo anterior. El primer enlace, que conecta con la N-120a de acceso a Santo Domingo de la Calzada, es un antiguo enlace que se ha remodelado.

A partir de este enlace, donde se inicia la variante de Santo Domingo de la Calzada, la sección vuelve a ser de dos carriles por calzada. En esta zona se ha suprimido el enlace incompleto con la carretera LR-203 a Bañares, manteniendo el paso inferior de la misma bajo la A-12 y conec-

tándola con el segundo enlace, dada su proximidad al mismo, mediante un vial de doble sentido. Posteriormente se sitúa el segundo enlace del tramo, en la intersección con la carretera autonómica LR-111. Para posibilitar el paso de la A-12 sobre esta carretera se han construido dos estructuras de vigas prefabricadas de 133 metros de longitud.

La autovía salva a continuación el cauce del río Oja, para lo cual se ha aprovechado el anterior puente para una de las calzadas y se ha construido uno nuevo para el paso de la calzada contigua, con una longitud total de estructura de 161,5 metros.

Superada la variante de Santo Domingo de la Calzada se realiza la transición de la autovía a la carretera convencional. A partir de este punto y hasta el final del tramo se mantiene una única calzada, dejando la plataforma y las estructuras preparadas para la futura duplicación. Se incluye la construcción de un puente singular sobre el arroyo Majuelos, que alberga dos tableros iguales, uno por calzada, a una cota superior a la del puente existente. La nueva estructura permite el mantenimiento del puente actual a nivel inferior con gálibo suficiente para el paso del Camino de Santiago.



DCE La Rioja



DCE La Rioja

Arriba, viaducto sobre el arroyo Majuelos. Debajo, tramo acondicionado preparado para la futura duplicación.

Actuaciones ambientales

La puesta en práctica de las medidas de prevención, corrección e integración ambiental previstas en el proyecto ha requerido una inversión aproximada de 2 M€. Entre ellas destaca la duplicación de la carretera por el norte con objeto de conservar el rodal de encinas existente, evitando su afección y restaurando el terreno colindante al encinar; el aprovechamiento de gran volumen de demolición de aglomerado obtenido para restaurar los caminos contemplados en el proyecto; la instalación de 22 dispositivos de escape de fauna en ambas márgenes y 15 portillos basculantes para micromamíferos en el cerramiento de la autovía, y la adecuación de las obras de drenaje al paso de fauna. Asimismo, se ha mantenido la permeabilidad territorial, prestando especial atención al Camino de Santiago, las vías pecuarias y las vías verdes.

En el campo de la prospección arqueológica se han efectuado una serie de hallazgos, entre los que destaca el yacimiento de Los Cascajos, un poblado ganadero de carácter seminómada enmarcado culturalmente en la transición entre el Cobre Tardío/Final y la Edad de Bronce (1200-1000 a.C.).

AUTOVÍA A-12 (LOGROÑO-BURGOS)

Tramo	Longitud (km)	Estado actual
Conexión A-12/LO-20	6,4	En ejecución
Logroño-Navarrete (LO-20)	8,0	En servicio
Variante de Navarrete	5,5	En servicio
Navarrete-Nájera (E)	9,5	En servicio
Nájera (E)-Hormilla	5,7	En servicio
Hormilla-Hervías	11,0	En ejecución
Hervías-Grañón (*)	10,5	En servicio
Santo Domingo de la Calzada-Villamayor del Río	16,0	Redacción de proyecto
Villamayor del Río-Villafranca Montes de Oca	14,8	Redacción de proyecto
Villafranca Montes de Oca-Ibeas de Juarros	23,5	Redacción de proyecto
Ibeas de Juarros-Burgos (BU-30)	8,6	Redacción de proyecto

** 4,2 km acondicionados para futura duplicación*



DCE Cataluña

Enlace de Almacelles Sur, de tipología de diamante con pesas, con el núcleo urbano en segundo plano. Debajo, uno de los puentes del tramo.

En servicio el tramo Variante de Almacelles-Límite Provincial de la autovía Lleida-Huesca (A-22)

Penúltimo impulso

La autovía Lleida-Huesca (A-22) ha registrado un hito casi definitivo en su construcción con la apertura de su décimo y penúltimo tramo, Variante de Almacelles (Este)-Límite provincial con Huesca, de 9,7 kilómetros de longitud. Su puesta en servicio permite circular ininterrumpidamente por 94 de los 107 kilómetros de la autovía (88% del trazado), desde Lleida hasta Siétamo, cerca de Huesca, quedando por construir un único tramo (Huesca-Siétamo, en fase de proyecto).

El nuevo tramo, inaugurado por la ministra de Fomento el pasado 6 de julio, constituye un espaldarazo para la joven A-22 (su primer tramo abrió en 2008), que, junto con las autovías Mudéjar (A-23) y Jaca-Pamplona (A-21), será la parte central (Lleida-Pamplona, 260 kilómetros, con tramos abiertos y otros en ejecución) de un gran corredor que conectará las fachadas atlántica y mediterránea de la Península. A una escala menor, el tramo Variante de Almacelles (E)-Límite provincial con Huesca, que supone la conclusión de la A-22 en la provincia de Lleida, aporta a los usuarios importantes beneficios en términos de seguridad, comodidad y ahorros de tiempo.

El Ministerio de Fomento ha invertido 58,1 M€ en esta actuación, de los que 56,6 M€ corresponden al presupuesto de obra y el resto a la redacción del proyecto, las expropiaciones y la asistencia técnica para el control y vigilancia de la obra.

El nuevo tramo es el tercero y último de la A-22 en la provincia de Lleida, comunicando a su término con el primer tramo en territorio aragonés. Discurre en sentido noroeste de forma paralela a la carretera N-240, salvo en su parte final, en que se separa por el oeste del núcleo urbano de Al-



DCE Cataluña



DCE Cataluña

Señalización vertical y vista de un paso bajo la autovía.



DCE Cataluña

macelles. Los principales hitos de su trazado son dos enlaces y nueve intersecciones con caminos, carreteras y líneas de ferrocarril. Aunque su longitud es de 9,7 kilómetros, en julio se pusieron en servicio 8,1 kilómetros entre el enlace de Raimat y el límite provincial, ya que el resto estaba abierto desde 2011. Su radio mínimo de curvatura (1.900 metros) y su pendiente máxima (2,95%) permiten alcanzar velocidades de 120 km/h en esta infraestructura con sección típica de autovía.

En los primeros dos kilómetros a partir del enlace de Raimat se han construido sendos viaductos para cruzar sucesivamente sobre el canal de Valmanya y la línea férrea Zaragoza-Barcelona, así como un paso superior para dar continuidad al camino de la Boga de Raimat. Es a partir de aquí donde el trazado se separa de la N-240 para rodear Almacelles por el sur, donde se sitúa el enlace de Almacelles Este, conformado por un paso superior con doble glorieta, que conectará con la futura carretera de acceso al aeropuerto de Lleida y con la N-240. Posteriormente supera los embalses de Sucs y cruza mediante un paso superior el Camino Vell de Sucs.

En esta zona finaliza la llanura que alberga la primera parte del tramo y el trazado desciende para salvar un desnivel de unos 40 metros, a partir del cual el terreno es descendente hasta el final del tramo. Aquí se cruzan sucesivamente la carretera de Almacelles a Sucs (paso inferior), a partir de la cual el trazado bordea Almacelles por el oeste, y tres caminos agrícolas (un paso superior y dos pasos inferiores). En el PK 17+150 se sitúa el segundo enlace, Almacelles Oeste, que conecta con la N-240 (variante) y con el acceso noroeste a Almacelles (antigua N-240, travesía), mediante un paso superior con doble glorieta y un tramo de conexión de unos 800 metros.

En la última parte del tramo se cruzan dos caminos agrícolas, repuestos mediante sendos pasos inferiores, la acequia de El Gramar y, finalmente, el barranco de La Clamor, que se resuelve con un viaducto sin afectar a la vegetación de ribera. El tramo finaliza en el límite provincial con Huesca, al noroeste del núcleo de Almacelles.

En total, se ha invertido más de 1 M€ en las medidas de integración ambiental. Entre ellas destacan la revegetación de taludes de terraplén y desmonte mediante tierra vegetal, hidrosiembra y plantaciones, la disposición de pantallas fonoabsorbentes en zonas próximas a edificaciones y la colocación de valla de cerramiento a lo largo de toda la autovía para impedir el paso de fauna terrestre a la calzada. ■

AUTOVÍA A-22 (LLEIDA-HUESCA)

Tramo	Longitud (km)	Estado
Huesca-Siétamo	12,0	Redacción proyecto
Siétamo-Velillas	5,2	En servicio
Velillas-Ponzano	16,4	En servicio
Ponzano-El Pueyo	11,6	En servicio
Variante de Barbastro	10,6	En servicio
Variante de Monzón	12,0	En servicio
Variante de Binéfar	13,8	En servicio
Variante de Binéfar-LP Lleida	6,9	En servicio
Variante de Almacelles (E)	9,9	En servicio
Variante Almacelles-La Cerdera	4,2	En servicio
La Cerdera-Conexión A-2	5,2	En servicio



DCE Murcia

Los nuevos tramos incluyen medidas como la supresión de la barrera metálica en partes del recorrido para incrementar la seguridad vial.

En servicio los dos primeros tramos de la autovía del Altiplano en Murcia

Arranca la A-33

El Ministerio de Fomento ha abierto al tráfico dos de los cinco tramos de la autovía del Altiplano (A-33), llamada a constituir un nuevo eje de comunicación interior, y por tanto de integración territorial, entre Valencia y Alicante y Murcia. La inversión conjunta en ambos tramos ha sido de 122,52 M€.

Los tramos Blanca-Abarán y Abarán-Jumilla, inaugurados el pasado 2 de agosto por la ministra de Fomento, conforman los primeros 30,7 kilómetros de la futura autovía A-33, que discurrirá entre Blanca (Murcia) y Font de la Figuera (Valencia) a lo largo de 90,2 kilómetros, mayoritariamente por la comarca del Altiplano murciano (77,3 km) y en su parte final por las provincias de Albacete y Valencia.

La A-33 tiene por objeto comunicar Murcia y Valencia por el interior como alternativa de gran capacidad al itinerario de la autopista AP-7, acortando el recorrido en 46 kilómetros respecto al itinerario costero y descargando de tráfico a esta sobrecargada infraestructura. Cuando esté concluida tendrá un impacto muy positivo en las comunicaciones entre el centro peninsular y el Levante, al conectar tres grandes corredores: las autovías A-30 (Albacete-Murcia-Cartagena), A-31 (Albacete-Alicante) y A-35 (Almansa-Xátiva).



DCE Murcia

Los nuevos tramos de la A-33 han comenzado ya a separar el tráfico de tránsito local, que queda reservado para la carretera N-344, del de largo recorrido, suprimiendo travesías por los núcleos de población existentes. Los conductores que circulan por el nuevo recorrido entre Murcia y Jumilla ahorran combustible y unos 10 minutos de viaje, además de ganar en seguridad vial y comodidad. Se estima que más de 8.000 vehículos que antes utilizaban a diario la N-344 circulan ahora por la nueva autovía.

Una autovía "clemente"

La A-33 se inscribe en el modelo de carreteras "clementes" o *forgiving roads*, que incluyen distintas medidas para minimizar los daños causados por accidentes. Estas medidas en materia de seguridad vial se centran básicamente en evitar los siniestros por salidas de la vía, sustituyendo en algunos tramos la barrera metálica tipo bionda por el movimiento de tierras necesario para establecer una inclinación suave del terreno, estableciendo así una zona se seguridad para recuperar el control del vehículo. En estas zonas de seguridad algunos carteles de señalización han sustituido los postes metálicos por postes fusibles de rotura controlada, que no es necesario proteger con barrera. En la mediana también se han implantado pantallas antideslumbrantes. Y en los enlaces se han construido zonas de frenado en el interior de los mismos, a las que se puede acceder gracias a la eliminación de la barrera, y se ha reforzado la señalización para prevenir que los conductores se incorporen a la autovía en contradirección. Otras medidas de seguridad incluyen la implantación de marcas viales con resalto o el empleo de árido fino porfídico en la rodadura para mejorar la adherencia del neumático a la carretera.



DCE Murcia



DCE Murcia

Los nuevos tramos incluyen la ejecución de 27 estructuras y seis enlaces.

Los nuevos tramos

El primer tramo, Enlace A-30 (Blanca)-Enlace A-10 (Abarán), discurre a lo largo de 12,4 kilómetros al oeste de la carretera N-344, en su mayor parte en paralelo a la misma. Construido con sección típica de autovía, se inicia en el enlace con la A-30, de tipo confluencia-bifurcación, que permite cambiar de autovía mediante ramales directos en vez de bucles, y finaliza a la altura del cruce de la carretera autonómica RM-A-10. En el recorrido se han dispuesto enlaces con las carreteras N-344 y RM-A-20. Como principales estructuras destacan un viaducto de 150 metros de longitud sobre la A-30 y una pérgola sobre la N-344. También se han construido 11 estructuras para salvar, entre otros, la carretera MU-401, la línea férrea y cuatro barrancos.

El segundo tramo, Enlace A-10 (Abarán)-Enlace N-334 a Jumilla, se desarrolla en una longitud mayor, 18,3 kilómetros, y discurre por completo en paralelo a la N-344, junto a la sierra de Sopalmo. En este recorrido se han construido tres enlaces de tipología diamante con pesas: con las carreteras RM-A-10 y N-344, uno intermedio con la N-344 y otro con la C-3213 y la N-344. En total, se han ejecutado 14 estructuras, entre ellas los viaductos sobre la rambla de la Raja (100 metros de longitud) y la N-344 (75 metros).

En la construcción de ambos tramos se han invertido 7,5 M€ en medidas para salvaguardar los espacios protegidos de las sierras del Carche y la Pila, así como en otras actuaciones, como instalación de pasos de fauna, hidrosiembra de taludes, plantaciones de árboles y arbustos o adecuación de pantallas acústicas, entre otros. ■

AUTOVÍA A-33 (BLANCA-FONT DE LA FIGUERA)

Tramo	Longitud (km)	Estado
Enlace A-30 (Blanca)-Abarán	12,4	En servicio
Abarán-Enlace N-344 a Jumilla	18,3	En servicio
Enlace Jumilla-Enlace Yecla	22,7	Proyecto terminado
Enlace C-3223 a Yecla-Enlace A-31	23,4	Proyecto terminado
Enlace A-31-Enlace A-35	13,4	En ejecución



Begoña Olabarrieta Fotos: Autoridad Portuaria

El muelle Isla Verde Exterior del puerto Bahía de Algeciras, el de mayor volumen de mercancías de España y kilómetro 0 del Eje Mediterráneo de la Red Transeuropea de Transportes, ya dispone de una nueva terminal ferroviaria y accesos viarios que hacen de esta entrada y salida por mar una de las más atractivas y competitivas para compañías de todo el mundo.

La ministra de Fomento, Ana Pastor, inauguró el pasado 26 de julio la nueva terminal ferroviaria y los accesos de Isla Verde Exterior en el puerto Bahía de Algeciras, actuaciones en las que el

NUEVA TERMINAL FERROVIARIA Y ACCESOS DEL PUERTO BAHÍA DE ALGECIRAS

Un puente con Europa



La nueva terminal ferroviaria da respuesta a las necesidades del tráfico de mercancías y contenedores.

Departamento ha invertido un total de 18 M€. Una superficie de 52.270 metros cuadrados que da respuesta a las necesidades de empresas nacionales e internacionales, que ven en las instalaciones algecireñas un puente con Europa para el tráfico de mercancías y contenedores.

Un movimiento que en 2011 supuso 82,8 millones de toneladas de mercancías que pasaron por este puerto gaditano y que, conforme a todas las previsiones, aumentará en los próximos años, haciendo aún más necesaria la mejora de las instalaciones para ser competitivas.

La conexión por vía férrea con el interior de la Península y posteriormente con Europa es una de las grandes apuestas del puerto, que facilitará el movimiento entre el sur y el norte. A los 3.898 metros de vía férrea de que dispone el puerto se ha sumado ahora la nueva terminal de Isla Verde Exterior, con una playa de vías de 750 metros de







El puerto incrementa su potencialidad con la nueva terminal ferroviaria, inaugurada por la ministra de Fomento en julio pasado.

longitud por 35 de anchura. Está previsto implantar un nuevo carril con ancho internacional, "fundamental para el futuro de nuestro sistema de transportes y nuestros puertos", dijo la ministra de Fomento durante la presentación de la nueva infraestructura.

Esta terminal permite la llegada de trenes de mercancías con la longitud necesaria para garantizar la competitividad de los servicios de exportación e importación que salgan y entren a través del Eje 3, Corredor del Mediterráneo, que se inicia allí, uno de los 10 que componen la Red Transeuropea de Transportes. Además, con la previsión de que el volumen aumente en los próximos años, se ha hecho una reserva de terreno de otros 10.925 metros

Tráfico creciente por mar

Alrededor del 90% del comercio internacional se mueve por vía marítima, de ahí la importancia de los puertos, auténticos nodos logísticos que contribuyen al desarrollo económico no solo nacional, sino también territorial. En lo que va de año, los tráficos en los puertos españoles están creciendo al 7,8%, muy por encima del 3,6% previsto en los Presupuestos del Estado, suponiendo un volumen interanual que supera los 468 millones de toneladas. Estos datos hablan de la competitividad de España en este sector, con un importante aumento de los tráficos en tránsito marítimo, del orden del 23%, llegando casi a un 40% en el caso del puerto Bahía de Algeciras.



cuadrados para una futura ampliación.

A la nueva instalación ferroviaria se une el conjunto de viales de acceso, de casi dos kilómetros y medio, con un sistema de doble calzada en cada sentido, y la entrada a la terminal de contenedores, a la que se han añadido tres nuevos carriles, necesarios para la circulación de vehículos pesados.

Compañías internacionales

Además de la mejora en el movimiento de mercancías, esta estación intermodal de entrada y salida a los mercados español y europeo desde to-

Un puerto estratégico

Entre enero y junio de este año el puerto Bahía de Algeciras ha aumentado un 27% en tráfico de contenedores y un 17% en tráfico total, y una quinta parte de las mercancías que se manipulan en los puertos españoles pasa por sus instalaciones, muy diversificadas. Por zonas, al norte de la bahía gaditana se encuentra el segundo polo industrial de España, que genera un importante tráfico de graneles líquidos, mientras que al sur se asienta el tráfico de contenedores y la terminal de pasajeros y camiones. Es precisamente en este último caso, el del tráfico ro-ro (camiones) con la vecina Marruecos, donde el puerto de Algeciras ofrece un servicio, la línea Algeciras-Tánger Med, preferida por las empresas exportadoras por ser la más eficaz para mover sus mercancías entre ambos lados del Estrecho.

Más de 224.000 camiones con mercancías de importación y exportación entre Marruecos y la UE la usan cada año, aprovechándose además de la agilidad en el funcionamiento del Puesto de Inspección Fronteriza (PIF), el único de España autorizado por la UE para inspeccionar todos los tipos de productos. Para las navieras, la ubicación del puerto de Algeciras, en el estrecho pero al abrigo de la bahía y de aguas profundas, permite en sus rutas *zero deviation*, con ahorro de tiempo y costes: es el caso de las compañías que escalan en alguna de las dos terminales de contenedores: APM Terminals (la de mayor actividad del país) y TTIA (la primera semiautomática del Mediterráneo).



das partes del mundo contribuirá a aumentar los tráficos de importación y exportación.

En la actualidad, el puerto Bahía de Algeciras es el segundo en volumen de España, con 3,6 millones de TEUs (unidad de medida de capacidad del transporte marítimo en contenedores). De esta cantidad, un 95% corresponde a operaciones de tránsito que atraen a compañías navieras de países como Japón, China, Corea del Sur, Tailandia o Emiratos Árabes. Una proyección internacional que supone un reto para los próximos años, ya que las instalaciones portuarias algecireñas deben enfrentar la fuerte competencia de las infraestructuras de tránsito de contenedores creadas en otros países.

Para conseguirlo cuenta ya con factores tan relevantes como la presencia de terminales de importantes grupos navieros, una probada experiencia y la consolidación de su posición de puerto *hub* del estrecho de Gibraltar, capaz de aglutinar una gran cantidad de contenedores para su posterior distribución, además de ser lugar de transbordo y atraque de servicios de largo recorrido.

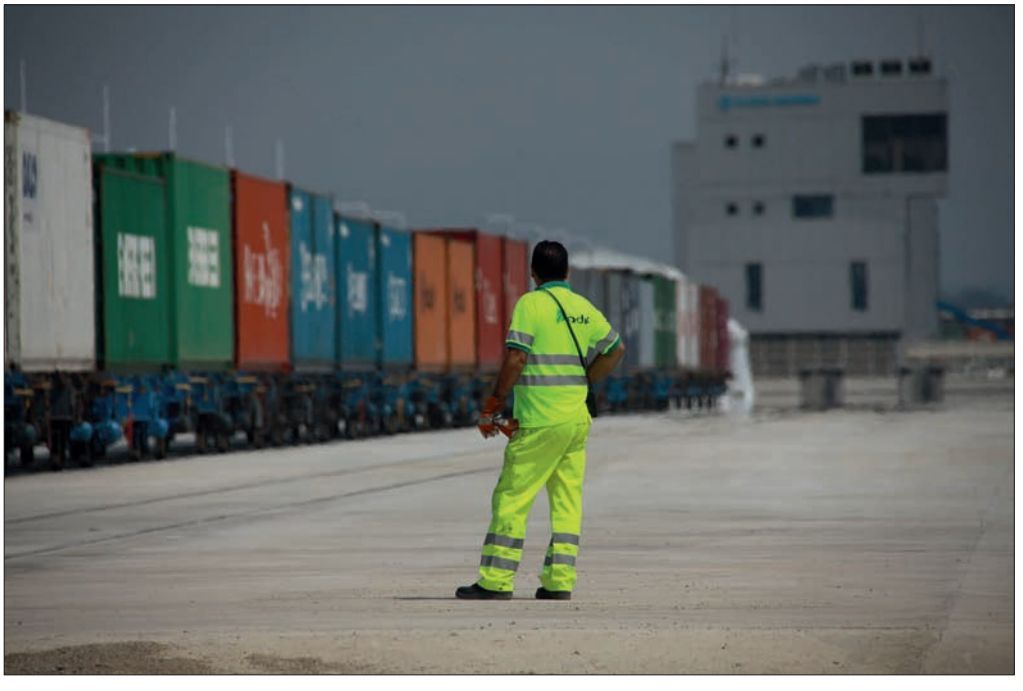
Con la nueva infraestructura de Isla Verde Exterior se contribuye, además, a mejorar la red viaria y ferroviaria, apostando por la progresiva adaptación de la red de mercancías a los estándares europeos en longitud de trenes, gálibos y ancho de vía, con el objetivo de hacer de los puertos españoles, y en este caso del de Bahía de Algeciras, un puente hacia Europa. ■

Inversiones para el futuro

La Autoridad Portuaria de Bahía de Algeciras tiene previsto un plan de inversiones para el periodo 2012-2015 que asciende a a 155 M€, que se distribuyen en 48,5 M€ en 2012, 49,6 M€ en 2013, 36,2 M€ en 2014 y 19,6 M€ en 2015.

En un futuro inmediato, las nuevas actuaciones previstas son:

- Reordenación, remodelación y renovación de infraestructuras e instalaciones en el muelle Galera, destinado al tráfico de pasajeros.
- Conclusión de las infraestructuras y habilitación del desarrollo de Isla Verde Exterior.



Revista del Ministerio de

Fomento







TRENES HISTÓRICOS Y TURÍSTICOS EN ESPAÑA

Monográfico julio-agosto 2012









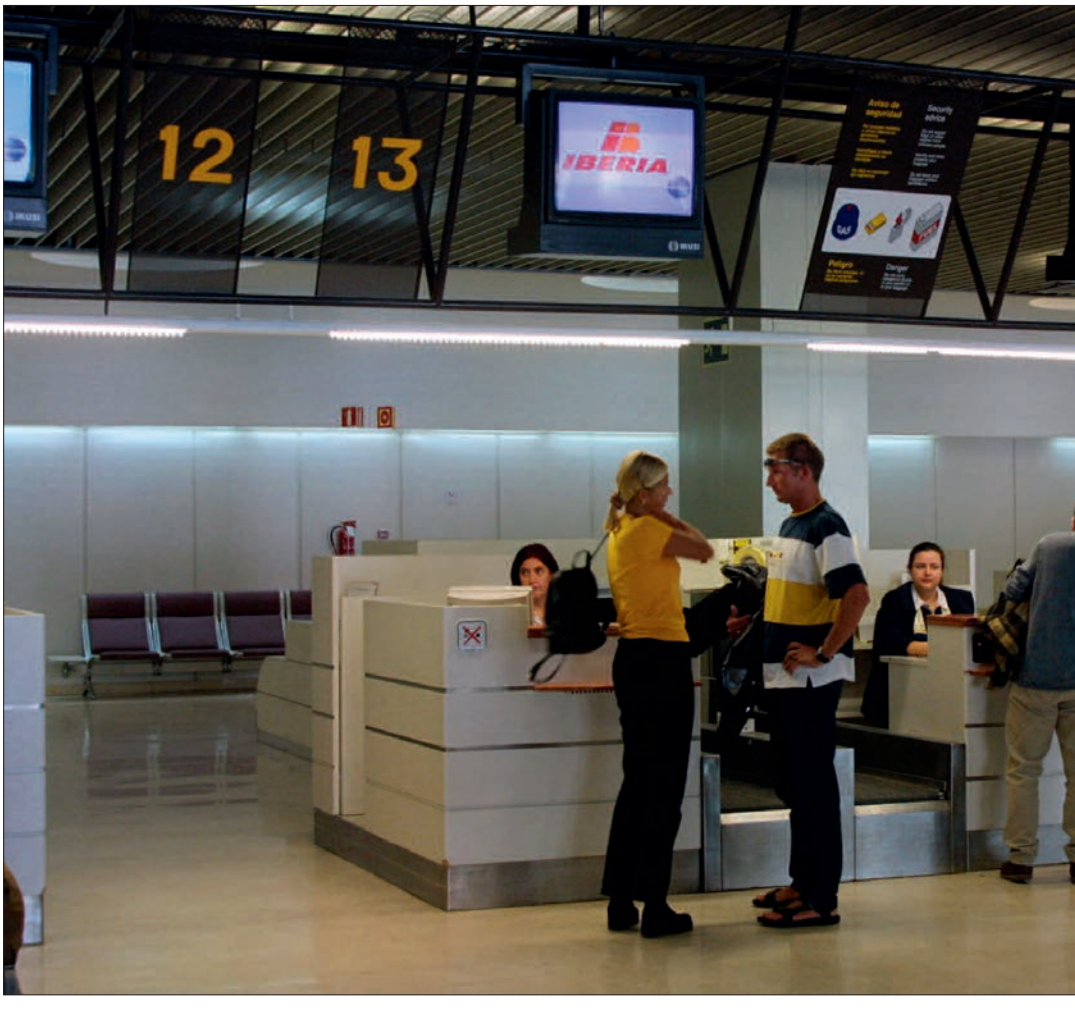


GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

RESERVE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 6478 / 6449
Por fax: 91 597 61 86 (24 horas).
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

EL PLAN DE EFICIENCIA AEROPORTUARIA BUSCA REDUCIR A LA MITAD LAS PÉRDIDAS EN 17 AEROPUERTOS Y 2 HELIPUERTOS DE LA RED DE AENA



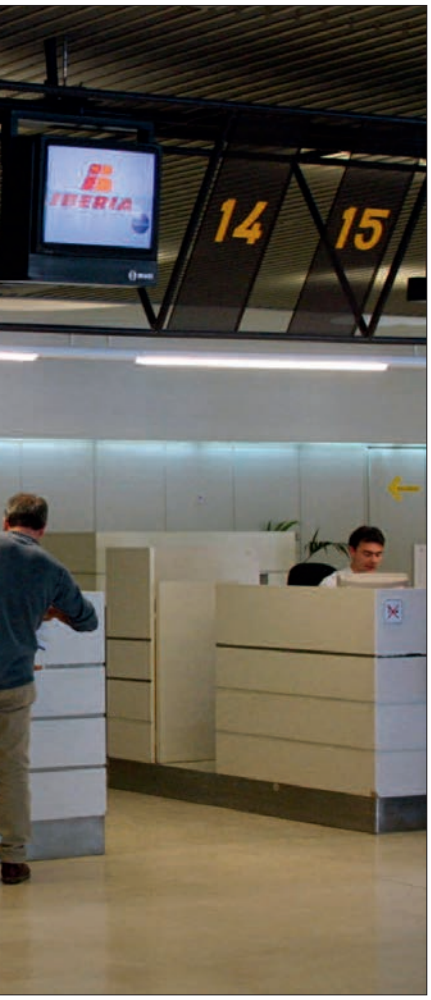
Dinámicos y adaptados

R. F. Fotos: AG Aena

Aena ha puesto en marcha un plan para reducir, al final de 2013, a la mitad las pérdidas en un total de 17 aeropuertos y dos helipuertos de su red. Se trata de un plan dinámico y adaptado a cada aeropuerto, que busca adecuar la oferta de rutas y servicios a la demanda real que pueda surgir en cada momento.











El Plan busca mejorar los balances económicos de aeropuertos hasta ahora deficitarios. Derecha, aeropuertos de Badajoz y Valladolid. Debajo, aeropuerto de Vitoria y helipuerto de Ceuta.



Aena ha puesto en marcha el Plan de Eficiencia Aeroportuaria destinado a armonizar la oferta de servicios de 17 aeropuertos y dos helipuertos de su red , adecuándola a las demandas reales surgidas puntualmente. El Plan pretende mejorar los balances económicos, hasta ahora deficitarios, de esas instalaciones, que registran menos de 500.000 usuarios al año.

La relación de aeropuertos incluidos en el Plan de Aena es la siguiente: Valladolid, Melilla, San Sebastián, Pamplona, León, Badajoz, Salamanca, Burgos, Vitoria, Madrid-Torrejón, Logroño-Agoncillo, Albacete, Huesca-Pirineos, Córdoba, Madrid-Cuatro Vientos, Sabadell y Son Bonet (Palma de Mallorca). El Plan se hará también extensivo a los helipuertos de Ceuta y Algeciras.

Ejes del Plan

El Plan se desarrollará en torno a cuatro líneas de acción claramente definidas. En primer lugar, mediante el ajuste de horarios a la demanda puntual de vuelos. Para ello se definirán dos franjas bien contrastadas en función de la operatividad requerida por el tráfico habitual de cada aeropuerto. Estas franjas horarias responderán a las características de los avio-



Caballero

nes y se dividen en dos tipos: horario de aeropuerto y horario de aeródromo.

Habrá así una primera franja, que será el horario en que el aeropuerto está operativo para la aviación comercial de pasajeros, especialmente en el caso de los aviones de más capacidad y cuyas maniobras precisan de la activación de determinados protocolos de seguridad, como la presencia del Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios (SSEI) de categoría 4 o superior, de acuerdo a las características de las aeronaves.

Por su parte, en la segunda franja, la del horario de aeródromo, operarían los otros tipos de aviones (aviación deportiva, trabajos aéreos como fotografía y extinción de plagas, prácticas de vuelo, etc.). En conjunto, el Plan prevé una importante reducción de los horarios semanales de las 19 instalaciones afectadas, para pasar de las 2.002 horas actuales a las 725 horas por semana (ver detalle en recuadro adjunto).

Los nuevos horarios operativos entrarán en vigor una vez se cumplan los requisitos

REDUCCIÓN DE HORARIOS

Aeropuerto	Nº total horas actuales	Nº horas previstas aeropuerto	Nº total horas previstas aeródromo
Valladolid	108,5	78,8	89,3
Melilla	88,6	88,6	88,6
San Sebastián	98,0	98,0	98,0
Pamplona	121,3	108,5	119,0
León	119,0	51,0	71,0
Badajoz	94,5	43,5	94,5
Ceuta (helipuerto)	82,3	74,5	–
Salamanca	168,0	11,5	45,5
Burgos	91,0	12,0	21,0
Vitoria	168,0	60,0	60,0
Algeciras (helipuerto)	80,5	71,3	–
Madrid-Torrejón*	126,0	0,0	–
Logroño-Agoncillo	101,5	13,0	28,0
Córdoba**	91,0	0,0	42,0
Albacete	112,0	12,0	38,5
Huesca-Pirineos	78,8	2,0	35,0
Madrid-Cuatro Vientos**	84,0	0,0	84,0
Sabadell**	91,0	0,0	84,0
Son Bonet**	98,0	0,0	56,0
Total	2.001,9	724,6	1.054,4

**Está previsto que deje de operar tráfico civil a finales de 2012, pasando las operaciones de aviación ejecutiva al aeropuerto de Madrid-Barajas. **Aeropuertos de aviación general.*

El Plan define franjas horarias de operatividad en función del tipo de avión, que requerirán la presencia del servicio de extinción de incendios.





La ministra de Fomento, Ana Pastor, junto a altos cargos del Departamento, durante la presentación del Plan.

legales de su publicación en el servicio AIP (servicio de publicación de información aeronáutica) y se ajusten a la planificación de las distintas compañías que operan en esos aeropuertos. El Plan garantiza asimismo que los aeropuertos estén operativos ante cualquier situación de emergencia y para el traslado de órganos para trasplantes, al igual que ya lo están hoy.

El segundo grupo de medidas está orientado a adecuar la asignación de servicios específicos como mantenimiento, limpieza o seguridad a las cargas reales de trabajo, sin pérdida de los niveles de calidad y conforme a los tránsitos circunstanciales de pasajeros.

La tercera línea de actuación, en concordancia con las anteriores, busca dotar de más flexibilidad, polivalencia y movilidad al personal implicado en la prestación de los distintos servicios. Para ello, Aena ha comenzado el proceso de negociación de todas aquellas medidas que afectan a las plantillas con las organizaciones sindicales y representantes de los trabajadores que puedan verse afectados.

Una cuarta línea de actuación busca incrementar la eficiencia en la gestión aeroportuaria mediante economías de escala dirigidas a incrementar la reducción del gasto corriente a través de la compra conjunta de materiales y la contratación de servicios comunes. Con todo ello, los 17 aeropuertos y dos helipuertos implicados podrán asumir de manera más eficiente sus procesos de mantenimiento, administración, seguridad o gestión ambiental.

Traje a la medida

El Plan de Eficiencia Aeroportuaria busca garantizar en todo momento el normal funcionamiento de los aeropuertos de la red, soslayando posibles cierres y manteniendo las oportunidades de crecimiento y desarrollo en el sector del transporte aéreo para las comunidades autónomas. Por ello, y en palabras de la ministra de Fomento, Ana Pastor, el Plan supone un verdadero "traje a la medida para cada aeropuerto, para lo que se ha buscado conformar la oferta de servicios a la demanda real caso por caso".

Con el conjunto de medidas contempladas en el Plan de Eficiencia Aeroportuaria se confía en alcanzar a finales de 2013 un Ebitda consolidado (beneficio antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones) de –33 M€, es decir prácticamente la mitad de los –66 M€ del Ebitda correspondiente al ejercicio del pasado año. ■





EN SERVICIO EL TRAMO SABIÑÁNIGO-FISCAL DE LA CARRETERA N-260 EN HUESCA

Para evitar rodeos





Vista de la nueva carretera desde el emboquille norte del túnel de Berroy.

JAVIER R. VENTOSA
FOTOS: DCE ARAGÓN

La obra pública se define, sobre todo, por su utilidad social. Esta máxima la cumple sobradamente el nuevo tramo de la carretera N-260 entre Sabiñánigo y Fiscal (Huesca), una vía convencional puesta en servicio por el Ministerio de Fomento que evita a los usuarios un largo rodeo por zonas de montaña y les ahorra casi una hora de viaje.

Las comunicaciones por carretera entre las comarcas pirenaicas de Sobrarbe y Alto Gállego, y por extensión las de Ribagorza y la Jacetania, todas al norte de la provincia de Huesca, han sufrido este verano una verdadera revolución con la puesta en servicio del nuevo tramo Sabiñánigo-Fiscal, que forma parte del Eje Pirenaico N-260 entre la frontera francesa (Portbou) y Sabiñánigo. La nueva vía convencional traza una línea recta entre ambas localidades oscenses a través de la sierra de Canciás y sustituye al anterior trayecto por el puerto de Cotefablo, reduciendo el trazado desde 56,1 a 23,3 kilómetros y el tiempo de desplazamiento desde 70 a algo más de 15 minutos, con un ahorro, por tanto, de 55 minutos.

"Se trata de una infraestructura impresionante, una de las más importantes y deseadas en esta zona, que se diseñó hace más de 50 años", afirmó la ministra de Fomento, Ana Pastor, en la inauguración del tramo, el pasado 6 de julio. A su lado, los alcaldes de los pueblos por donde discurre el nuevo trazado hablaban de "día histórico". Y

COMPARATIVA DE TRAZADOS ANTIGUO Y NUEVO SABIÑÁNIGO-FISCAL





Emboquilles sur y norte del túnel de Petralba, que incluye una galería de evacuación paralela.

es que la nueva carretera viene a saldar una vieja deuda con los habitantes de estas comarcas pirenaicas, obligados durante décadas a dar un gran rodeo para circular entre Sabiñánigo y Fiscal y que ahora, tras nueve años de trabajos y una inversión total de 144,8 M€ (138,7 M€ en la obra), disfrutan por fin de una moderna infraestructura viaria que mejora radicalmente las comunicaciones entre ambas localidades oscenses, y por



extensión del Eje Pirenaico, y que permitirá, entre otras cosas, aumentar las posibilidades de intercambio comercial y de desarrollo turístico en estos bellos parajes del Alto Aragón.

Los usuarios de la flamante carretera disponen desde este verano de una vía más cómoda, más segura y más transitable en los meses de invierno, porque, entre otras cosas, fija su cota más alta unos 200 metros por debajo del trazado de la carretera N-260 que discurre por el puerto de Cotefablo (1.423 metros). Se trata, en definitiva, de una infraestructura viaria que, al mejorar de forma importante la movilidad de los tráficos de largo recorrido y los locales, posee una gran utilidad social.

Características generales

La nueva vía se desarrolla íntegramente en la provincia de Huesca, atravesando los términos municipales de Sabiñánigo, Yebra de Basa y Fiscal, conectando los valles del Gállego y del Ara de forma directa sin necesidad de atravesar el puerto de Cotefablo. El trazado corresponde al de una carretera convencional en su mayor parte de nuevo trazado que permite una velocidad de 90 km/h, con radio máximo en planta de 5.000 m, mínimo de 200 m y la mayoría entre 300 y 500 m, variando la rasante de las pendientes entre el 0,34% y el 8%.

La sección tipo consta de dos carriles (uno para cada sentido) de 3,5 metros de anchura, dos arcenes de 1,0 metros y dos bermas de 0,5 metros. En los tramos de elevada pendiente se ha dispuesto un carril adicional para vehículos lentos, en un total de 14 kilómetros (cerca del 60% del trazado). En cuanto al firme, está formado por 20 centímetros de mezcla bituminosa en caliente sobre 25 centímetros de zahorra artificial que apoyan sobre una explanada tipo E1 de suelo adecuado.



El viaducto de Berroy (260 metros) es una de las estructuras más destacadas de este tramo que discurre por imponentes paisajes pirenaicos.

El nuevo trazado tiene su origen en la glorieta de enlace de esta carretera con la futura autovía A-23 (en construcción) y en sus primeros 4,5 kilómetros discurre coincidente con el de la antigua carretera autonómica a Yebra de Basa, mientras que el resto es de nueva traza, finalizando en las proximidades de Fiscal. El tramo, que discurre en sentido oeste-este, da acceso a las poblaciones cercanas a lo largo de su recorrido, para lo cual se han dispuesto siete intersecciones a nivel correspondientes a los núcleos de Osán, Yebra de Basa, San Julián de Basa, Fanlillo, Lardiés y Fiscal, así como con la actual carretera N-260.

Viaductos y túneles

Como elementos singulares, el nuevo tramo consta de seis viaductos, cuatro estructuras, cuatro pasos inferiores para cruce de caminos y dos túneles, además de 84 obras de drenaje transversal para el paso de las aguas de los cauces interceptados por la carretera. En la primera parte del trazado se sitúan puentes sobre los barrancos de Osán, Gabardué y Santa Orosia (15 metros de longitud cada uno), así como otros tres viaductos: Sobás (91 metros de longitud y 13,5 de anchura, con tres vanos de 30 metros), Fanlillo (170 metros de longitud y 13,5 de anchura, con cinco vanos de 34 metros, construido mediante una estructura lanzavigas) y Arbisa (estructura mixta de 260 metros de longitud y 13,5 metros de ancho, con tres vanos de 60 metros y uno de 80 metros; el cajón metálico se construyó mediante el procedimiento de empuje).

En la segunda parte se han dispuesto dos viaductos (Fenés, de 120 metros; y Berroy, de 260 metros de longitud y 14,1 de anchura, con seis vanos de 40 metros y uno de 20, montado mediante estructura lanzavigas) y un puente (sobre el río Ara, de 81 metros de longitud y 10 de anchura). También se ha ejecutado una estructura de 192 metros, en seis vanos, apoyada mediante pilotes que garantiza la estabilidad de una ladera.



Viaducto de Fanlillo, de 170 metros de longitud.

Con todo, los elementos más singulares son los túneles de Berroy (169 metros de longitud y 14 de anchura, con tres carriles de 3,50 metros, arcenes de 1 metros y aceras de 0,75 metros) y Petralba (2.625 metros de longitud), siendo este último la actuación más destacada de la obra. Su sección tipo consta de tres carriles, dos de subida, de 3,25 metros, y uno de bajada, de 3,5 metros, con mediana de 30 centímetros, dos arcenes de 30 centímetros y dos aceras de 0,60 metros, para una anchu-



Estructura construida en el pk 18+500 para garantizar la estabilidad de un terraplén.



Interior del túnel de Petralba, que reúne importantes medidas de seguridad.

ra total de 12,10 metros. El gálibo es de 5,50 metros.

Por motivos de seguridad, se ha construido una galería de evacuación paralela de 4,5x4,5 m^2, interconectada con el túnel mediante nueve galerías de escape en las que se han dispuesto refugios con postes SOS, megafonía y cámaras de TV. El túnel también dispone de nichos de seguridad y de incendios, así como un sistema de extinción de incendios. En la boca de Fiscal se ha previsto un centro de control secundario, ya que el puesto principal estará en el centro de control de Monrepós, en la autovía Mudéjar (A-23).

Integración ambiental

La inserción del nuevo tramo de carretera en una zona pirenaica de alta sensibilidad medioambiental ha obligado a adoptar importantes medidas preventivas y correctoras, previstas en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), que han requerido una inversión de 10,8 M€, casi el 8% del presupuesto de obra.

Uno de los grandes condicionantes ha sido la presencia de quebrantahuesos en el entorno de la boquilla de los túneles, por lo que, en cumplimiento de la DIA, las obras en esta zona se han limitado al periodo comprendido entre el 1 de diciembre y el 1 de junio. En 2007 se constató que una pareja de quebrantahuesos anidó en el entorno del emboquille del túnel de Pe-

N-260, un eje en desarrollo

Sabiñánigo-Fiscal es el tramo más occidental del denominado Eje Pirenaico, la carretera N-260 (Sabiñánigo-Port Bou) a la que el Ministerio de Fomento destina desde hace años importantes inversiones para acondicionarla y mejorar su capacidad y su seguridad. El objetivo de estas obras es vertebrar el norte de las provincias de Huesca, Lleida y Girona mediante una moderna carretera que canalice tanto los tráficos locales como los de largo recorrido en la vertiente sur de los Pirineos.

La N-260 presenta un trazado muy variado en el que se alternan tramos sinuosos de montaña, de calzadas estrechas y sin carriles para vehículos lentos, con otros de mayor plataforma y orográficamente menos exigentes. Las actuaciones a lo largo de este eje son también variadas en las tres provincias, con tramos desdoblados convertidos en autovía (Olot-Figueres, en Lleida), tramos de nuevo trazado (Sabiñánigo-Fiscal), ampliaciones y adecuación de la plataforma existente y hasta travesías urbanas. En los últimos años también se han llevado a cabo destacadas actuaciones de mantenimiento en esta carretera, entre ellas la rehabilitación estructural del firme o las obras de mejora de defensas en varios tramos.

En la provincia de Huesca, la N-260 discurre a lo largo de unos 130 kilómetros entre Sabiñánigo y el límite provincial con Lleida. En este recorrido se ha completado, además de la flamante carretera Sabiñánigo-Fiscal, el acondicionamiento de varios tramos, entre ellos los denominados Túneles de Balupor-Aínsa, Aínsa-Campo y Congosto del Ventamillo-Castejón de Sos, así como la travesía de Aínsa. Actualmente prosiguen su tramitación los tramos Fiscal-Túneles de Balupor, Campo-Congosto del Ventamillo y Castejón de Sos-Límite provincial con Lleida (N-230).



La nueva carretera mejora de forma radical las comunicaciones entre Sabiñánigo y Fiscal, localidades ahora unidas en 15 minutos.

tralba y tuvo éxito en la reproducción.

También por motivos medioambientales se han realizado una serie de obras complementarias consistentes en diversas actuaciones en los taludes creados entre el túnel de Petralba y la población de Fiscal, debido a sus importantes dimensiones y a que son altamente visibles, tanto desde la propia carretera como desde el entorno, buscando la integración paisajística de las nuevas superficies generadas y procurando, además de la restauración de la cubierta vegetal, el control de la erosión y la recuperación de la vegetación natural original.

Las diferentes técnicas y soluciones aplicadas se agrupan en tres tipologías: actuaciones a pie de talud (creación de muros de escollera y muros jardinera que mejoran la estética y crean un relleno de sustrato para realizar plantaciones complejas –arbóreas, arbustivas y trepadoras– que, cuando hayan crecido, actúen como pantallas visuales); protección y tratamiento de taludes (hidrosiembras, redes orgánicas, mallas tridimensionales, geoceldas o proyección de sustrato orgánico, medidas que favorecen la integración de los taludes y crean un sustrato que permita desarrollar una cubierta vegetal sobre los mismos), y plantaciones en zonas concretas (relleno de los muros, cabeceras de los desmontes y embocaduras de los túneles, así como plantaciones de especies arbóreas en zonas próximas a núcleos habitados para que actúen como pantallas acústicas).

Paralelamente, se han dispuesto pantallas acústicas vegetales en las zonas muy próximas a núcleos urbanos y se ha colocado una valla de cerramiento a lo largo del trazado en aquellas zonas en que puede acceder la fauna terrestre a la vía.■



Emboquille del túnel de Berroy.

Magnitudes de obra

Longitud del tramo	23.285 m
Excavación	2.201.214 m³
Terraplén	1.624.818 m³
Explanada E-1	174.066 m³
Escollera	54.890 m³
Mezclas bituminosas en caliente	140.000 t
Tablero de puente y viaductos	16.465 m²
Tratamiento ambiental de taludes	56.831 m²



ENTRA EN FUNCIONAMIENTO LA SEGUNDA PISTA DEL AEROPUERTO DE MÁLAGA

Crecimiento operativo

PEPA MARTÍN
FOTOS: AG AENA

El aeropuerto de Málaga-Costa del Sol se renueva. El Ministerio de Fomento ha invertido 642 M€ en varias actuaciones previstas en el Plan Málaga, entre las que destaca la entrada en servicio de su segunda pista, abierta en junio pasado.



Vista del aeropuerto, con sus dos pistas. La segunda se sitúa entre el área terminal y el río Guadalhorce.

El cuarto aeropuerto de España por volumen de pasajeros y uno de los referentes en el Mediterráneo estrena su segunda pista, una infraestructura inaugurada el 26 de junio por la ministra de Fomento, Ana Pastor, que permitirá aumentar su capacidad de movimientos y que mejorará su funcionamiento, muy especialmente en los meses de mayor tráfico, que son los del verano.

El Ministerio de Fomento ha invertido 642 M€ en el aeropuerto malagueño, de los cuales 474 M€ se han destinado a la construcción de la segunda pista –ubicada entre el área terminal y el río Guadalhorce–, la ampliación del campo de vuelos, el acondicionamiento de la primera pista y el balizamiento. El resto corresponde a la nueva plataforma de estacionamiento de aeronaves y a las instalaciones de navegación aérea.

Entre las mejoras del que es sin duda uno de los aeropuertos turísticos por excelencia de nuestro país, también caben destacar las actuaciones relacionadas con la navegación aérea, entre ellas el suministro de instalaciones de ayuda con equipos de medición de distancia que facilitan las operaciones a las aeronaves, haciéndolas más precisas, junto a la ampliación del equipamiento para la torre de control y la construcción de un nuevo centro de comunicaciones radioeléctricas.

Aspectos técnicos

La nueva pista de vuelo tiene una longitud de 2.750 metros entre umbrales, más 340 metros adicionales en la cabecera y 30 para la carrera de despegue de las aeronaves más pesadas. Sumado todo ello a la primera pista, se traduce en un aumento de la capacidad máxima del aeropuerto mala-





Con las nuevas infraestructuras y equipamientos, el aeropuerto puede realizar 65 movimientos a la hora.

El aeropuerto, en cifras

La importancia del aeropuerto malagueño es más que evidente si analizamos sus cifras de 2011: por sus instalaciones entraron cerca de 13 millones de pasajeros, un 6,3 por ciento más que en 2010, la mayor parte extranjeros, y fue la puerta de salida a 126 destinos nacionales e internacionales.

A ello se añade que con su renovación este verano pueden operar allí hasta 57 compañías aéreas. Además, Málaga ha pasado a ser el quinto aeropuerto español con más de una pista, junto a Palma de Mallorca y Gran Canaria (cada una con dos), y tras El Prat (tres) y Barajas (cuatro).

El tráfico más importante del aeropuerto es el de la Unión Europea, ocupando el Reino Unido el primer lugar en volumen de pasajeros. Los aeropuertos británicos con mayor número de operaciones con Málaga son Londres/Gatwick, Manchester y Londres/Stansted. El resto de destinos europeos por orden de importancia son Dublín, París/Charles de Gaulle, Amsterdam/Schipol, Bruselas y Copenhague.

En cuanto al tráfico peninsular, los aeropuertos con más movimientos desde o hacia Málaga son los de Madrid Barajas, Barcelona-El Prat y Palma de Mallorca.

gueño, que pasa de los 37 movimientos a la hora que había anteriormente hasta 65. Dispone también de una calle de rodadura paralela a la pista en toda la longitud y de tres calles de salida rápida y otras asociadas.

La nueva pista está equipada con un sistema de alumbrado aeronáutico, conocido como sistema de balizamiento, dotado con 3.000 balizas distribuidas en los distintos sistemas de ayuda visual para la aproximación a la pista y la rodadura en superficie, y conectadas con unos 500 kilómetros de cable primario.

Este sistema de alumbrado se controla desde distintos emplazamientos del aeropuerto, ya sean las centrales eléctricas o la torre de control, a través de un sistema de mando y presentación de balizamiento (SMPB), preparado para el control de las dos pistas del aeropuerto malagueño.

A través del Plan Málaga se ha ejecutado una red de distribución de media tensión para la alimentación eléctrica de las nuevas instalaciones. Esta red dispone de tres anillos nuevos y se ha ampliado uno de los existentes, además de nueve centros de transformación cuya gestión está integrada en el actual sistema de control eléctrico del aeropuerto. Para canalizar las instalaciones se han construido 9.500 metros de galerías de servicio rodeando perimetralmente la pista.

Campo de vuelos

La segunda pista forma parte de las obras de ampliación del nuevo campo de vuelos del aeropuerto, que ocupa una superficie de 1.980.000 metros cuadrados, de los cuales 860.000 corresponden a la zona aeronáutica pavimentada, además de la segunda pista, las calles asociadas a ella y la nueva plataforma de estacionamiento de aeronaves.

Dispone de la instalación de ayuda para la navegación



(DVOR) y ayuda a la navegación para la medición de distancias (DME), que permite aterrizajes de precisión. También de un nuevo equipamiento ILS/DME para mejorar las operaciones en condiciones meteorológicas adversas de baja visibilidad, y se ha ampliado el equipamiento del Sistema Automatizado del Control de Tráfico Aéreo (SACTA) para aumentar la visibilidad en algunas zonas de la plataforma desde la torre de control.

En cuanto a la nueva plataforma de estacionamiento de aeronaves, de aproximadamente 150.000 metros cuadrados, tiene capacidad para 27 aviones, con lo que el número máximo de posiciones existentes en el aeropuerto se eleva a 131. Está equipada con 11 torres de iluminación y un sistema de abastecimiento de combustible en cada puesto.

Certificación

La nueva pista entró en servicio el pasado mes de junio, después de comprobar y verificar el correcto funcionamiento tanto de la infraestructura como de los los sistemas, servicios y procedimientos asociados, y tras recibir, el pasado 30 de abril, la certificación reglamentaria de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA).



Sistema de alumbrado de la pista y torre de control vista desde la terminal.

Esta certificación acredita que el aeropuerto cumple con la normativa internacional que recomienda el Organismo de Aviación Civil Internacional (OACI), y que se ajusta al Real Decreto 862/2009 por el que se aprueban las normas técnicas de diseño y operación de aeródromos de uso público.

También ha sido necesario de forma previa que el departamento de Espacio Aéreo diseñara unas maniobras de salidas y llegadas verificadas, también por la Comisión Interministerial de Defensa y Fomento (CIDEFO). ■

Obras asociadas

La obra civil de ampliación del campo de vuelos del aeropuerto ha implicado la ejecución de las siguientes actuaciones previas para llevarla a cabo:

- Modificación del encauzamiento del río Guadalhorce en una longitud de 1,5 kilómetros.
- Protección de los márgenes del arroyo Ciriano-Bienquerido y construcción de un puesto sobre su cauce de 85 metros de longitud por 14,80 de anchura.
- Ejecución de tres falsos túneles para evitar que la circulación de vehículos de servicio interfiera con el tráfico de aeronaves. El primero, de 475 metros bajo la nueva pista, otro de 129 metros bajo la calle *link* norte, y un tercero de 439 metros bajo la calle *link* sur.
- Construcción de casi 10 kilómetros de red de galerías completamente equipadas y con dimensiones interiores de 2,25 metros de ancho por 2,50 metros de alto.
- Movimiento de 8 millones de metros cúbicos de tierras.
- Soterramiento de la línea de Cercanías Málaga-Fuengirola, ejecutando un nuevo trazado de 4,1 kilómetros de longitud –2 kilómetros ejecutados mediante tuneladora y el resto mediante muros pantalla– equipado con todas las instalaciones necesarias.
- Construcción de dos estaciones de ferrocarril, Guadalhorce y Aeropuerto, y una subestación eléctrica para suministrar energía a la línea de Cercanías y a un tramo del AVE.
- Edificio para el Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios del aeropuerto.





El estudio confirma al ferrocarril como el medio de transporte más sostenible.





EL TRANSPORTE FERROVIARIO A CARGO DE RENFE SUPUSO UN AHORRO DE 2,9 MILLONES DE TONELADAS DE CO_2 Y DE 1.490 M€

Alta rentabilidad

JAIME ARRUZ

El tren se continúa confirmando como el modo de transporte más rentable. Así lo vuelve a poner de manifiesto el informe *Costes externos del transporte en Europa*, encargado por la Dirección General de Transporte y Movilidad de la Comisión Europea. En nuestro país ese ahorro sumó en 2011 unos 1.490 M€ si se consideran sus menores índices de siniestralidad, impacto ambiental, ruido o congestión del tráfico respecto a otros modos de transporte como el avión, camiones o automóviles.



El tren es el modo de transporte que genera menor relación de costes externos por unidad de carga transportada, según el estudio.

El estudio *Costes externos del transporte en Europa*, realizado por la consultora Ce Delft, continúa en la línea de otros ya efectuados con anterioridad y destinados a evaluar comparativamente el impacto económico real de los distintos modos de transporte. En esta caso introduce algunas nuevas variables y componentes metodológicos a fin de comprobar los efectos de las últimas políticas de la Comisión de Transportes y Sostenibilidad de la UE, como el paquete de medidas para un transporte más ecológico, el Libro Blanco del Transporte o la revisión de la directiva sobre la euroviñeta.

Costes a examen

El estudio ha analizado diversos costes externos generados por los distintos modos de transporte y se ha extendido a 27 países europeos, casi todos de la UE a excepción de Malta y Chipre, sustituidos por Noruega y Suiza. Los costes examinados fueron aquellos no asumidos por el mercado directamente a través de precios, pero sí por los ciudadanos a través de impuestos. Así, se examinó el impacto económico causado por el uso del avión, el camión, el autobús o el automóvil en relación a su contribución a la contaminación ambiental y acústica, construcción y mantenimiento de infraestructuras, índices de siniestralidad, consumo energético, destrucción de biodiversidad y congestión del tráfico, entre otros.

Como conclusión general del estudio, la suma de todos esos costes externos se situó en torno a los 500.000 M€ en 2008, lo que viene a suponer alrededor del 4% del Producto Interior Bruto de los 27 países examinados. Cerca del 77% de esos costes cabe atribuirlo al transporte de personas y el 23% restante al transporte de mercancías. Y a la cabeza de los costes se situó el derivado de los retrasos por congestión del tráfico por carretera, evaluado en más de 146.000 M€, más del 1% del PIB de los 27 países.

En el estudio se pone una vez más de manifiesto que el



Los más de 2.000 trenes de Cercanías que circulan a diario en España son una importante aportación a la hora de hacer el sistema de transporte más sostenible.



transporte por carretera es el modo que más contribuye en la generación de esos costes externos o indirectos, suponiendo el 93% del total, frente al 5% del avión , el 1,7% del ferrocarril y el 0,3% del transporte fluvial (no se ha considerado el transporte marítimo). Ese mayor impacto económico del transporte por carretera sigue teniendo su explicación en que el vehículo privado absorbe la mayor parte de los desplazamientos (cerca del 72%) en la Unión Europea y con una muy baja eficiencia, pues en la mayoría de ellos es ocupado por una sola persona y en desplazamientos cortos (casa/trabajo) en horas de saturación de tráfico que incrementan inútilmente el consumo energético y la relación coste/km.

Sin tren

Uno de los aspectos más interesantes del estudio es que proporciona una metodología adaptable a distintos escenarios y datos estadísticos, con la que se puede calcular el impacto económico en el caso hipotético de que uno de los modos de transporte desapareciera y su aportación al traslado de pasajeros y mercancías fuera asumida por los restantes.

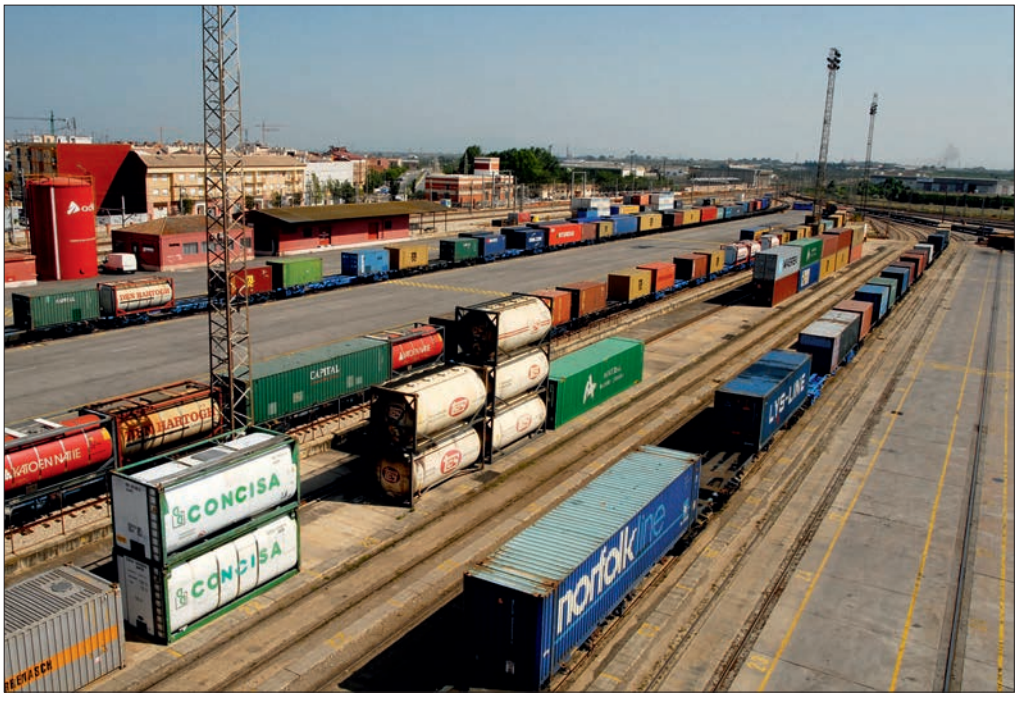


Los trenes de Renfe transportaron en 2011 más de 17 millones de toneladas de mercancías.

Renfe, en colaboración con el Departamento de Economía de la Universidad de Leeds, ha llevado a cabo ese supuesto, lo que le ha permitido calcular su contribución a la sostenibilidad durante el pasado año y ratificar al tren como el medio de transporte capaz de generar una menor relación de costes externos por unidad de carga transportada. Así, en el supuesto de sustitución de los trenes de Renfe, que en 2011 transportó 465 millones de viajeros y 17 millones de toneladas de mercancías, habrían sido necesarios 304,2 millones de desplazamientos en automóvil, otros 5,3 millones en autobuses y 3,7 millones en el caso de que el transporte ferroviario fuera suplido por el modo carretera; mientras que si se hubiera recurrido al modo aéreo habría sido necesario poner en vuelo unos 80.200 aviones.

En conjunto, esa contribución de Renfe a la sostenibilidad supuso un ahorro global de 1.490 M€ en términos eco-





El estudio pone de manifiesto la importante contribución de las distintas unidades de Renfe a la sostenibilidad del sistema de transporte en España.

nómicos, evitándose el consumo energético de más de 930.000 toneladas equivalentes de petróleo y la emisión de 2,9 millones de toneladas de CO_2. Todos estos datos confirman al transporte ferroviario como el modo de transporte más sostenible, con unos costes externos que se situaron en torno a los 400 M€ en el caso de Renfe, frente a las estimaciones de 1.900 M€ si en su lugar se hubiera utilizado el coche o el avión.

Renfe ha calculado asimismo cuál es la aportación de sus distintas unidades de negocio a ese ahorro, que está encabezado por los servicios de Alta Velocidad-Larga Distancia (551 M€), seguido de Cercanías (479 M€), Mercancías (322 M€) y Media Distancia (138 M€). De acuerdo con los criterios contemplados en el estudio, el capítulo que en mayor medida tiene más impacto en el ahorro de costes externos viene de la mano de la menor tasa de accidentes del modo ferroviario, que supone una media de 654 M€, al que sigue 600 M€ en concepto del ahorro generado por evitar los efectos del cambio climático y 146 M€ en congestión urbana. En menor medida les siguen otros capítulos como contaminación acústica, deterioro urbano, impactos en el paisaje y la biodiversidad, etc.



El estudio pone de manifiesto la importante contribución de Renfe a la sostenibilidad del sistema de transporte, especialmente en el caso de los entornos urbanos y mercancías. En el primero, los más de 2.000 trenes de Cercanías puestos cada día en circulación por la operadora ferroviaria en las distintas ciudades españolas supusieron un ahorro en costes externos de 479 M€, evitando la emisión de 765.000 toneladas de CO_2 y el consumo de 230.000 toneladas equivalentes de petróleo. Por su parte, los trenes de mercancías de Renfe, generaron un ahorro de 322 M€ durante 2011, el coste que habría supuesto transportar su carga en 3,7 millones de camiones. Esos trenes evitaron también la emisión de 495.000 toneladas de CO_2 y el consumo de más de 153.000 toneladas equivalentes de petróleo en el año 2011. ■

MUSEO DEL FERROCARRIL



www.museodelferrocarril.org

MUSEO DEL FERROCARRIL
Fundación de los Ferrocarriles Españoles

Paseo de las Delicias, 61
28045 Madrid





DESARROLLADOS NUEVOS MAPAS Y DVD INTERACTIVOS DE LOS PARQUES NACIONALES

Paseo virtual por lo mejor de la naturaleza

R. F.

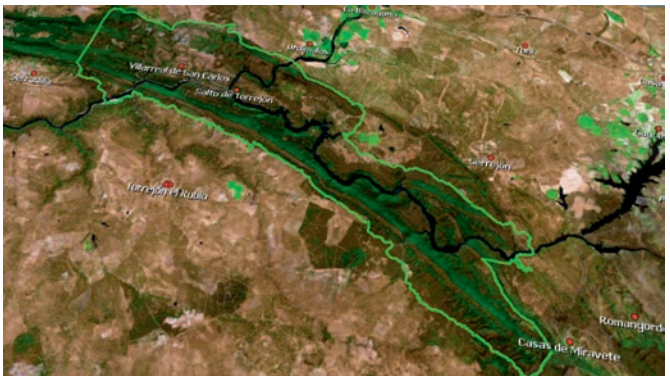
Los ministerios de Fomento y de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente han sumado sus esfuerzos para acercar al público todo tipo de información sobre los grandes santuarios de la naturaleza en España, los 14 parques nacionales que integran la actual Red. El trabajo conjunto de ambos organismos,



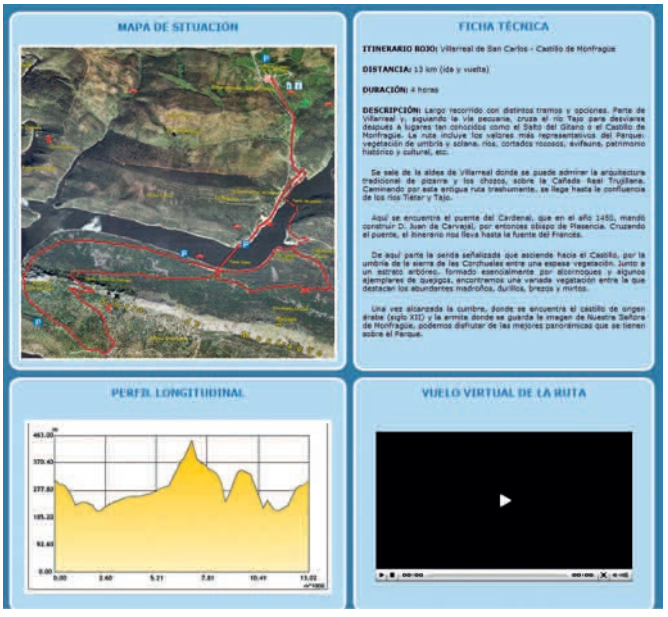


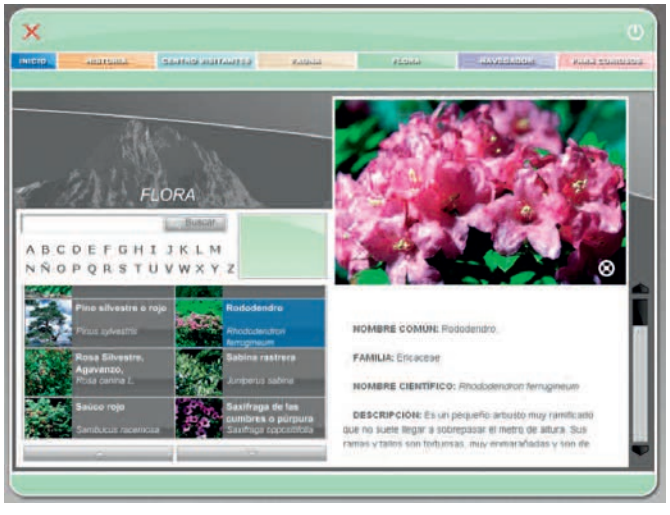
junto a la colaboración de otras entidades como Radio Televisión Española, el Grupo Enebro, Biodiversidad Virtual o la Sociedad Española de Ornitología (SEO), ha permitido desarrollar una nueva serie cartográfica a escala 1:25.000 de cada uno de los 14 parques nacionales y la edición de DVD interactivos que contienen imágenes en 3D y todo tipo de datos de gran interés y valor pedagógico.













El Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), adscrito al Ministerio de Fomento a través del Instituto Geográfico Nacional (IGN), ha desarrollado, en colaboración con el Organismo Autónomo Parques Nacionales del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, un proyecto que contempla la edición completa de la cartografía a escala 1:25.000 de los 14 parques nacionales junto a una serie de DVD interactivos que permiten al usuario acercarse a las maravillas de estos santuarios naturales desde el ordenador.

Mapas y DVD

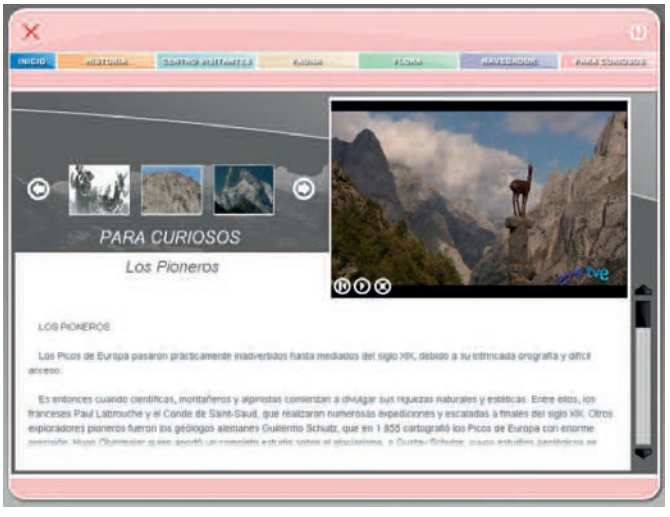
Hasta el momento ya se han editado los DVD y la cartografía temática correspondiente a cuatro parques nacionales: Monfragüe, en Extremadura, además de los de Picos de Europa, Ordesa y Monte Perdido (Aragón) y Aigüestortes i Estany de Sant Maurici (Cataluña). Asimismo se encuentra disponible la cartografía de los 10 restantes, correspondientes a Islas Canarias (Garajonay, Teide, Timanfaya y Caldera de Taburiente), Castilla-La Mancha (Tablas de Daimiel, Cabañeros), Andalucía (Doñana, Sierra Nevada) y parques nacionales marítimo-terrestres (Archipiélago de Cabrera, Islas Atlánticas de Galicia), estando en preparación los DVD (más información en www.cnig.es).

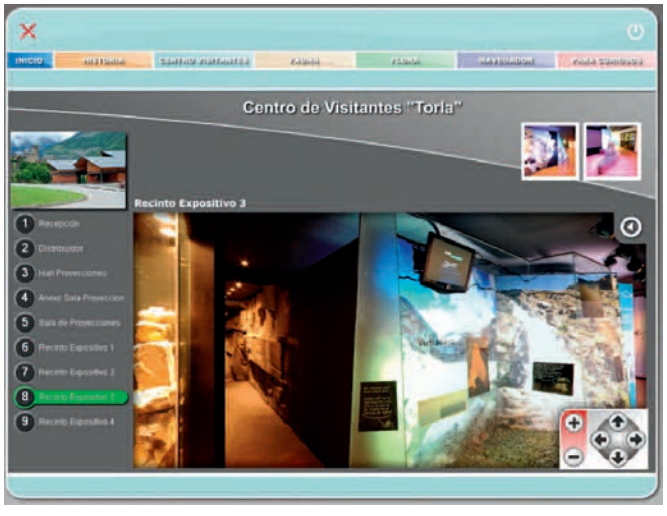
Los DVD ya editados son interactivos y contienen todo tipo de información acerca de los cuatro parques antes citados. Permiten al usuario efectuar una completa visita virtual al parque nacional elegido, des-













plazándose visualmente desde el centro de visitantes a los rincones que acogen algunas de las singularidades más destacadas del mismo: cascadas, lagos, dunas y formaciones geológicas de interés, etc.

Los DVD incluyen asimismo fichas detalladas sobre las características de la flora y fauna representativa, con fotografías e imágenes en vídeo. El navegador cartográfico permite igualmente seguir las rutas o itinerarios marcados, con vistas panorámicas, incluso en tres dimensiones si se dispone de la tecnología adecuada en el ordenador, de los parajes más sobresalientes. Esto es posible gracias al visor cartográfico incorporado en cada uno de los DVD, apto para 2D, 2,5D o 3D, que ofrece la posibilidad de manejar multitud de tipos de capas, vuelos virtuales, el realce del relieve y el cálculo de pendientes o la iluminación del terreno, entre otras muchas posibilidades más. Todo ello se ha concebido para que el futuro visitante del parque pueda programar fácilmente desde casa tanto su futura visita al parque escogido como si desea adquirir un mayor conocimiento o dar un uso pedagógico a los contenidos.

En el proyecto, además del CNIG y el Organismo Autónomo Parques Nacionales, han colaborado el Centro Nacional de Educación Medioambiental, también adscrito al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; Radio Televisión Española, que ha cedido imágenes de la serie "Nuestros parques nacionales. Red de vida"; la empresa Biodiversidad Virtual y el Grupo Enebro, que también ha cedido fotografías de fauna de su banco de imágenes. ■



VITORIA-GASTEIZ, CAPITAL MEDIOAMBIENTAL EUROPEA 2012

Compromiso verde

JULIA SOLA LANDERO
FOTOS: AYUNTAMIENTO DE VITORIA-GASTEIZ

El compromiso de Vitoria-Gasteiz con el medio ambiente celebra este año sus frutos con el European Green Capital Award 2012, un reconocimiento otorgado por la Comisión Europea para promover y recompensar las buenas prácticas urbanas en materia medioambiental.



El premio European Green Capital reconoce los méritos de Vitoria-Gasteiz en sostenibilidad, ecología, bienestar y calidad de los servicios urbanos.

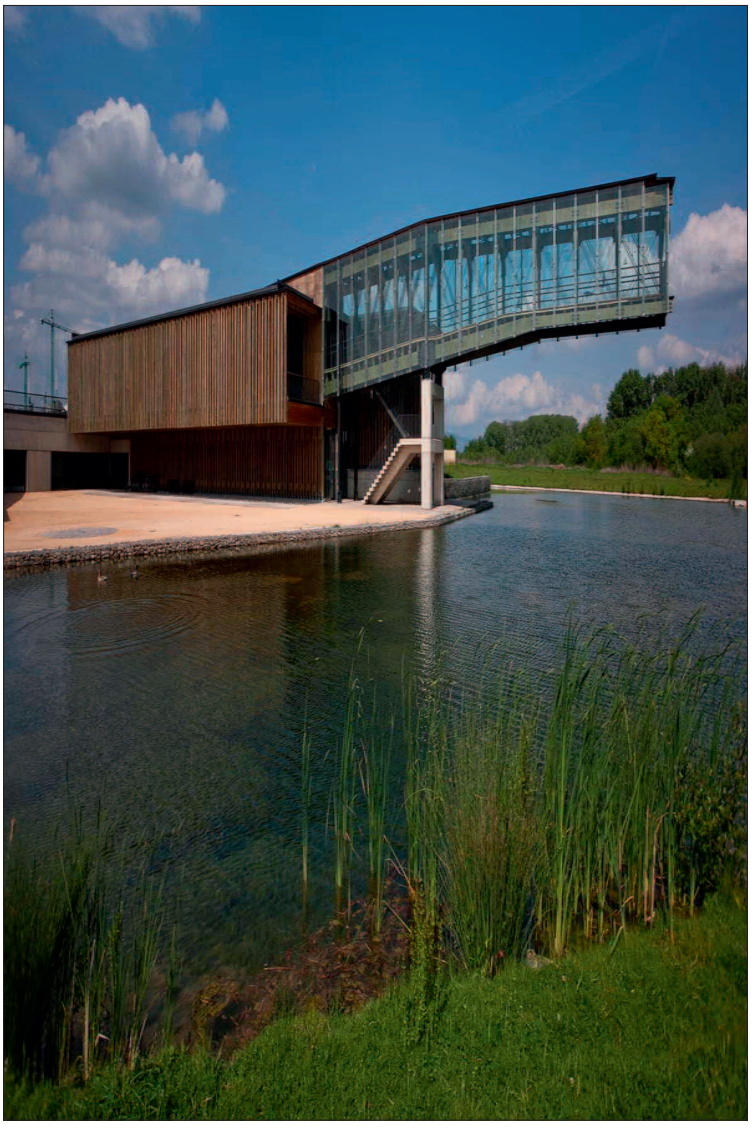


El título es el máximo reconocimiento a más de 30 años de propuestas e iniciativas respetuosas con el medio ambiente y a la vocación de la capital alavesa y vasca por impulsar políticas de desarrollo sostenible. Vitoria-Gasteiz se ha empeñado en la tarea colectiva de ser un referente en calidad ambiental y que su *revolución verde* sea el principal sello de identidad de la ciudad.

Europa tiene muy presente que el 80% de la población mundial vive en ciudades y considera fundamental que las urbes sean agentes activos en la defensa del medio ambiente. Por eso creó en 2008 el premio Green Capital, que mide los parámetros de sostenibilidad, ecología, bienestar y calidad de los servicios urbanos.







La movilidad ecológica y la sostenibilidad ambiental son señas de identidad de Vitoria-Gasteiz. A la izquierda, el casco viejo.



Ganar el premio a la ciudad más comprometida con el medio ambiente no ha sido fácil: otras 17 ciudades han sido candidatas al galardón para los años 2012 y 2013, entre las cuales Nantes ganó para 2013, quedando finalistas Barcelona, Malmö (Suecia), Núremberg (Alemania) y Reikiavik (Islandia).

Estrategia integral

Vitoria-Gasteiz –donde según reza su eslogan, el verde es capital–, se ha convertido en una de las ciudades europeas con mayor superficie de espacios verdes por persona –unos 42 metros cuadrados por habitante–. O dicho de otra manera: más de mil hectáreas –casi el 40% de la superficie urbana– de zonas verdes donde poder pasear, andar en bicicleta o a caballo, u observar aves y ciervos.

Este enorme territorio verde ha sido la base sobre la que se ha desarrollado toda una batería de intervenciones que apuestan por una estrategia global de reciclaje urbano y eficiencia energética, por la arquitectura bioclimática, por perfeccionar las normativas dirigidas a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación acústica, por un modelo de movilidad sostenible, y por la mejora de la calidad paisajística del espacio libre.

Durante su reinado verde, a la Green Capital le corresponde compartir sus prácticas y servir de modelo e inspiración para otras ciudades europeas en la tarea de contribuir a la defensa del medio ambiente. Exposiciones que muestran el modelo de ciudad que se está construyendo y que se prevé construir en Vitoria, puertas abiertas a instalaciones con interés medioambiental, o el Pacto Verde –firmado ya por más de 600 empresas–, que persigue implicar a los empresarios en planes de eficiencia en su gestión para mejorar la sostenibilidad de sus negocios, son algunos de los actos y actividades que conmemoran este año grande, y que pasan por implicar a la ciudadanía, por fomentar y activar la reflexión, la investigación y la innovación sobre la ciudad verde del futuro.

Espacios verdes

El anillo verde que comenzó a construirse en 1993 y que rodea la ciudad se ha convertido en una seña de identidad de la Green Capital. Desde Zadorra, al norte, hasta Mon-



La bicicleta es desde hace años la auténtica protagonista de la movilidad ecológica de la capital alavesa.

tes de Vitoria, al sur, este proyecto nacido para recualificar una periferia de la ciudad donde abundaban graveras y vertederos ha conseguido la declaración del parque de Salburúa como Humedal de Importancia Internacional, además de Lugar de Interés Comunitario dentro de la Red Natura 2000.

Este anillo cuenta con una extensión de más de 600 hectáreas y seis parques que envuelven la ciudad y que permanecen unidos mediante más de 90 kilómetros de vías acondicionadas para peatones o ciclistas. Los parques que lo conforman son: Armentia (161 ha), ubicado entre el núcleo urbano y los Montes de Vitoria; Olarizu (60 ha), cuya estética se asemeja más a un parque urbano; Salburúa (206 ha), que contiene lagunas como las de Arcaute y Betoño; Zabalgana (58 ha), con praderas, un bosque natural de quejigo, lagunas, cerros y senderos; Zadorra (132 ha), y



El interior de Vitoria-Gasteiz también tiene sus espacios verdes.

Errekaleor en proceso de acondicionamiento, con 28 hectáreas que unirán los parques del sur con los del este.

Desde 1974 hasta que Vitoria presentó su candidatura al Green Capital en 2010, el espacio urbano destinado a zonas verdes se ha duplicado hasta alcanzar las 478 hectáreas. Asimismo, en las calles han echado raíces alrededor de 130.000 árboles de 150 especies distintas que dotan a la ciudad de una tupida envolvente verde.

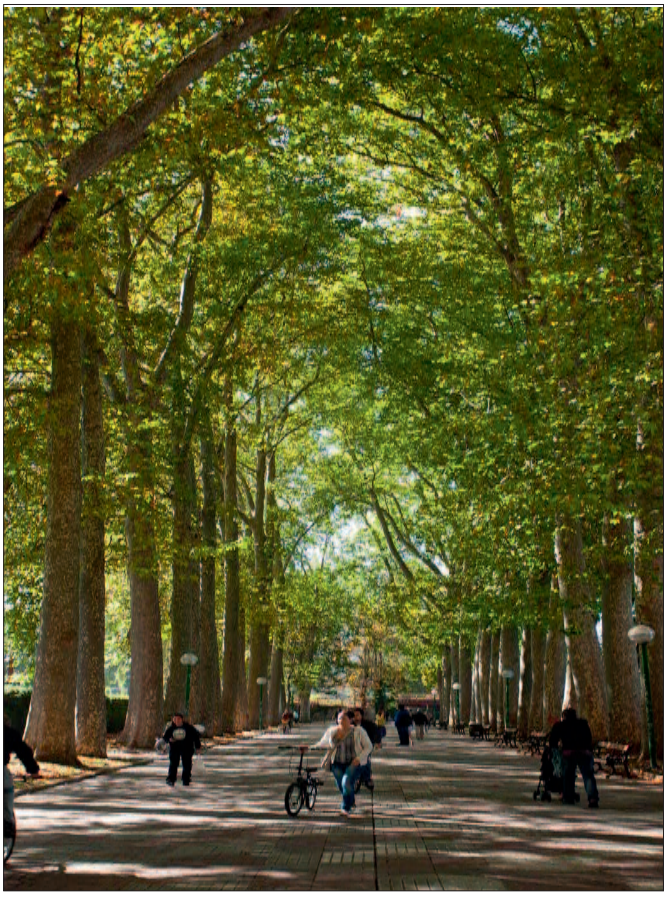
Además de esta política de creación de masa verde, la capital alavesa ha adoptado medidas en los últimos años para incrementar su espacio urbano y la calidad de las zonas verdes existentes. Para eso se creó la Oficina de Paisaje Urbano, cuyo cometido es implantar criterios de sostenibilidad en los nuevos espacios públicos, entendiendo estos como enclaves estructurantes donde se ejerce la convivencia y se escenifica la cohesión.



El Ayuntamiento ha puesto en marcha diversas medidas destinadas a reducir en un 20% las emisiones de CO_2 antes del año 2020.

Ejemplos de esta iniciativa son el Jardín Secreto del Agua como parque sostenible, la apertura de las huertas de Urarte y Olarizu, que disponen de espacios para plantaciones ecológicas, árboles frutales o invernaderos y que cuentan con 210 parcelas de terreno para el cultivo ecológico cuyo uso se cede a los ciudadanos cada año, o la creación de un programa de jardines comunitarios gestionados por los miembros de las comunidades.

A las intervenciones sobre el espacio público se suman los proyectos encaminados a seguir fomentando la sostenibilidad y la lucha contra el cambio climático, como son los de reducir el espacio público que ocupan los coches y destinarlo a usos peatonales y medioambientales; la creación del arboreto de Olarizu, un futuro jardín botánico que tendrá muestras de vegetación y arbustos de otras regiones europeas; el Plan de Adecuación Hidráulica y Restauración Ambiental del río Zadorra; el Plan General de Ordenación Urbana, que incluye varios itinerarios ecológicos destinados al turismo y el deporte, y, por último, varios planes de información, evaluación de hábitats y concienciación de la ciudadanía.



Más de 150.000 árboles pueblan las calles de la ciudad.

Cambio climático

El Ayuntamiento de Vitoria también impulsa la protección del medio ambiente a través de medidas sobre transporte, suministro energético, agua, residuos y usos del suelo para reducir las emisiones de CO_2. En este sentido, mediante el Pacto de los Alcaldes, la ciudad se comprometió en 2009 a reducir sus emisiones al menos en un 20% antes de 2020, cifra que supera el objetivo marcado por la UE.

La ciudad ha impulsado la producción de energía eléctrica renovable obtenida del biogás que desprende la gestión







Vitoria-Gasteiz (arriba, plaza de la Virgen Blanca) está rodeada de un anillo verde integrado por parques y bosques.

European Green Capital Award

Un total de 15 ciudades y la Asociación de Ciudades de Estonia decidieron crear en mayo de 2006 el European Green Capital Award, una iniciativa con la que Europa se compromete con la protección del medio ambiente promovida desde las urbes. Con el premio se busca estímulo, inspiración, iniciativas, creatividad y la instauración de la cultura ecológica allí donde se concentran los mayores núcleos de población y desde donde emanan los modelos de prácticas a seguir.

Cualquier ciudad europea con más de 200.000 habitantes y que sea un referente en políticas medioambientales puede optar al galardón. En 2009, a la elección de las capitales verdes europeas para 2010 y 2011 se presentaron 35 ciudades, resultando ganadoras Estocolmo y Hamburgo, respectivamente. Las ciudades finalistas fueron Ámsterdam, Bristol, Copenhague, Friburgo de Brisgovia, Münster y Oslo.

A la convocatoria de 2012 y 2013 se presentaron 17 ciudades, una menos que en la votación de la capital verde para 2014, en la que Copenhague se llevó el galardón en un acto celebrado en Vitoria-Gazteiz, que cederá el testigo el próximo año a la ciudad de Nantes.

de residuos, la producción de energía solar fotovoltaica y solar térmica instaladas en los edificios públicos y privados, la producción de energía geotérmica para la climatización de espacios públicos, y tres parques eólicos que recogen la energía que el viento deja a su paso.

A largo plazo, Vitoria lucha por conseguir en 2050 la reducción del 50% de las emisiones de gases de efecto invernadero con respecto a 1990. Para ello, las próximas actuaciones que pretende llevar a cabo pasan por la instalación de colectores solares térmicos, paneles solares fotovoltaicos y la sustitución de



combustibles que provienen del petróleo por biocombustibles.

La ciudad ha desarrollado también el novedoso concepto de eco-barrio, que contará con edificios ecológicos con espacios para el almacenamiento solar térmico, el aprovechamiento geotérmico y la gestión de energía inteligente. Por otra parte, la Green Capital 2012 también tiene en su agenda un nuevo Plan de Gestión de Residuos.

Movilidad ecológica

La red de transporte público, clave en cualquier política medioambiental que se precie, también se ha potenciado para fomentar su uso frente al automóvil. Entre las medidas adoptadas figura la apertura de dos líneas de tranvía y el aumento de la frecuencia de los autobuses, además de potenciar la creación de carriles bus y la utilización de biocombustible. Actualmente, el 95,8% de la población vive a menos de 300 metros de una parada de transporte público.

La bicicleta es ahora la protagonista más ecológica de la ciudad. Su uso ha aumentado un 1,9% en cinco años gracias a los casi 200 kilómetros de vías e itinerarios ciclistas y peatonales con los que cuenta la ciudad, a los que se le sumarán otros 60 kilómetros de vías ciclables previstos en el Plan Director de Movilidad Ciclista.

Para atender al incremento del número de ciclistas, existen cerca de 450 aparcamientos de bicicletas con una capacidad conjunta de 5.000 plazas. Para reforzar su uso existe una flota de 350 bicis repartidas en 17 puntos de la ciudad que dan servicio de préstamo de manera gratuita.

Todas estas acciones que han llevado a Vitoria-Gasteiz a ganar su reinado verde han conseguido mejorar la calidad del aire. Para ello también se controlan las emisiones de las industrias que más contaminan y se ha puesto en marcha uno de los proyecto más ambiciosos de la ciudad: el de introducir el uso de vehículos eléctricos y puntos de recarga por la ciudad.

Pero hay más: también se han implantado medidas con respecto a la contaminación acústica, mediante el aislamiento en espacios de carga y descarga y la creación patrullas de policía que controlan el ruido de las motos, entre otras medidas; la producción y gestión de residuos, promoviendo la reparación y reutilización de los que ocupan más espacios, la creación de puntos limpios para el reciclaje, el cumplimiento de la Directiva de la UE sobre vehículos al final de su vida útil y sobre las pilas, y la optimización del vertedero entre otras; el control del consumo de agua mediante la mejora y renovación de las infraestructuras; el tratamiento de aguas residuales, haciendo controles de seguridad de los vertidos; medidas de gestión medioambiental en el uso de los materiales utilizados en oficinas, mobiliario, vehículos municipales o comercio justo, entre otros; y por último, un programa de divulgación mediante canales 2.0, conferencias, seminarios, campañas y programas que persiguen que los ciudadanos sean parte activa de este proyecto integral, entendiendo que la participación ciudadana es clave en el éxito de las políticas medioambientales. O lo que es lo mismo: Vitoria-Gasteiz quiere ser verde por fuera y por dentro. ■

Proyecto
Vías de Empleo Verde

La Fundación de los Ferrocarriles Españoles desarrolla en alianza con la Fundación Biodiversidad a través del Programa empleaverde el Proyecto "Vías de Empleo Verde", cofinanciado por el Fondo Social Europeo y con la colaboración de las Diputaciones de Cádiz, Jaén y Toledo. Las actividades desarrolladas en el marco de este proyecto pretenden la mejora del empleo y la sostenibilidad de las actividades generadas en torno a las Vías Verdes españolas.

En el proyecto Vías de Empleo verde está prevista la realización de 28 acciones distintas, más de la mitad de índole formativa. Las acciones que se van a realizar son:

- Organización de 15 acciones formativas presenciales
- Dos Jornadas técnicas para el intercambio de experiencias entre los destinatarios, trabajadores y profesionales.
- Campañas de Sensibilización en materia de empleo y medio ambiente mediante material divulgativo en papel y on line
- La página web www.viasdeempleoverde.com, donde quedará recogida toda la información del proyecto, donde se emitirá periódicamente un boletín electrónico y se accederá a una RED para el intercambio de experiencias y el fomento de trasferencias de buenas prácticas en materia de formación ambiental y fomento del empleo.
- Asesorías presenciales y a distancia para profesionales y trabajadores en la creación de nuevas estructuras de trabajo relacionadas con las Vías Verdes.

Para más información escribenos a empleaverde@ffe.es o puedes consultar toda la información en la Web:

www.viasdeempleoverde.com

PROGRAMA emplea verde 2007-2013

UNIÓN EUROPEA
FONDO SOCIAL EUROPEO
El FSE invierte en tu futuro

Fundación Biodiversidad

Fundación de los Ferrocarriles Españoles

Colabora:

Diputación de Toledo · Diputación de Cádiz · Diputación de Jaén

Acción Gratuita cofinanciada por el FSE

Revista del Ministerio de
Fomento

Octubre 2012 ● Nº 621 ● 3 €



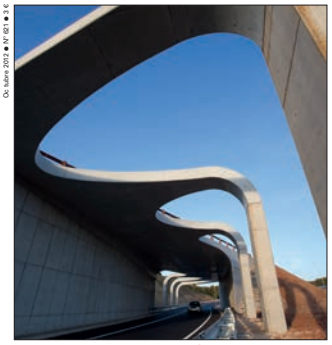
Presupuestos 2013 del Grupo Fomento

● PITVI, infraestructuras para el futuro ● Nuevo puerto exterior de A Coruña ● Santander estrena autovía de circunvalación

Revista del Ministerio de Fomento

En este número

OCTUBRE 2012
Nº 621



Presupuestos 2013 del Grupo Fomento

● PITVI, infraestructuras para el futuro ● Nuevo puerto exterior de Punta Langosteira ● Santander estrena autovía de circunvalación



PRESUPUESTOS

2. Ganar rentabilidad. *Los Presupuestos del Grupo Fomento destinarán a inversión 10.161 M€ en el ejercicio 2013.*

PITVI 2012-2024

10. Una nueva planificación. *El Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI) marca la hoja de ruta de estas políticas hasta el año 2024.*

PUERTOS

24. Langosteira echa a andar. *El puerto exterior de A Coruña estrena operatividad tras siete años de obras.*

CARRETERAS

38. Circunvalación estratégica. *En servicio la totalidad de la ronda Bahía de Santander (S-30).*







Y además...

46. Más memoria, mejor gestión. *La torre de control del aeropuerto de Málaga, pionera en la implantación de la ficha electrónica de progresión de vuelo.*

50. Pura energía. *II edición de la competición Solar Decathlon Europe.*

56. La conquista de la frontera. *El ferrocarril Madrid-Irún inició hace 150 años su andadura en Miranda de Ebro.*

Director de la Revista: Antonio Recuero

Edición: Javier R. Ventosa. **Maquetación:** J. A. Laiz. **Secretaria de redacción:** Ana Herráiz. **Fotografía:** José Caballero. **Archivo fotográfico:** Vera Nosti. **Portada:** FCC.
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Colaboran en este número: Jaime Arruz y Julia Sola Landero.

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

Información de publicaciones del Ministerio de Fomento: 915 976 449 / 78.
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: 161-12-004-1

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

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.



LOS PRESUPUESTOS DEL GRUPO FOMENTO DESTINARÁN A INVERSIÓN 10.161 M€ EN 2013

Ganar rentabilidad

R. F.

El presupuesto consolidado del Grupo Fomento para 2013 ascenderá a 18.405 M€ y destinará a inversiones 10.161 M€. Por sectores, el ferrocarril dispondrá de 4.705 M€, que suponen el 47% del total; seguido de carreteras, que suma 2.963 M€ (30%); aeropuertos y seguridad aérea, que totalizan 847 M€ (8%); puertos y seguridad marítima 839 M€ (8%), y vivienda, 758 M€ (7%) .

Las asignaciones presupuestarias del Ministerio de Fomento y las diferentes entidades a él adscritas permitirán destinar a inversiones en los diferentes modos de transporte un total de 10.161 M€ en 2013, a los que se sumarán otros 837,62 M€ correspondientes al capítulo de subvenciones al transporte, lo que supone casi el 60% de su partida global. Mantener el objetivo prioritario de la reducción del déficit del Estado sin renunciar a despejar el camino de la recuperación económica y contribuir a la creación de empleo son las grandes líneas directrices que han inspirado su elaboración, según puso de relieve la ministra de Fomento, Ana Pas-







tor, durante el acto de presentación de los mismos celebrado el pasado 1 de octubre. Ana Pastor también indicó que los presupuestos de 2013 "han sido pensados para poner en marcha las reformas estructurales a iniciar en ese año y que afectarán principalmente al transporte ferroviario y aéreo, priorizando aquellas inversiones que sean más necesarias y productivas y que aseguren el retorno de beneficios tanto desde el punto de vista económico como social, favoreciendo la cohesión del territorio".

A esa inversión en infraestructuras con cargo a los Presupuestos Generales del Estado se sumará también la procedente del sector privado, estimada en 1.779 M€ para el



La ampliación de la red de alta velocidad constituye la principal partida inversora en el transporte ferroviario para el próximo ejercicio.

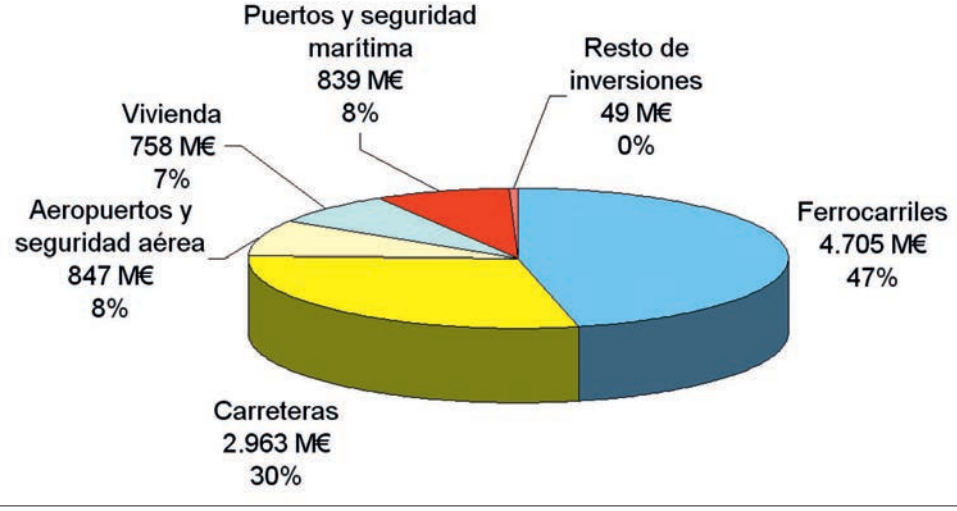
próximo año, con un crecimiento próximo al 36%, y que estará encabezada fundamentalmente por las empresas concesionarias de autopistas y terminales portuarias.

Ferrocarril

En cuanto a sectores, el ferrocarril registra un año más la principal partida inversora, 4.705 M€, lo que supone cerca del 47% del total del Grupo Fomento. La ampliación de la red de alta velocidad será la principal destinataria de ese montante, hasta representar casi el 71% del total y alcanzar los 3.302 M€ de inversiones previstas para 2013. De ellos, el Corredor Noroeste tendrá una asignación presupuestaria de 1.079,21 M€, que se distribuirá del siguiente modo: 884,79 M€ para el tramo Olmedo-Lubián-Ourense-Vigo; otros 195,68 M€ se destinarán a actuaciones en el Eje Atlántico (incluido A Coruña-Ferrol y Vigo-Frontera portuguesa), y algo más de 1 M€ a proyectos en el tramo Ourense-Lugo-A Coruña. El Corredor Mediterráneo, por su parte, contará con 1.019 M€, de los que 748,67 M€ se destinarán a impulsar actuaciones de alta velocidad en los tramos Tarragona-Frontera francesa (155 M€), Corredor Mediterráneo en Levante (220,25 M€), Corredor Mediterráneo en Tarragona (105 M€), Murcia Almería (100,2 M€), Bobadilla-Granada (155,0 M€), Antequera-Algeciras (13,03 M€, incluido el tramo Almoraima-Algeciras), y otros 0,19 M€ a estudios con destino al tramo Murcia-Cartagena.

Por lo que respecta al Corredor Norte, se desarrollarán inversiones por un importe de 676,46 M€. La Y vasca, destinada a impulsar la unión Vitoria-Bilbao-San Sebastián, dispondrá de 190 M€ y la conexión Valladolid-Venta de Baños-Burgos-Vitoria contará con 141,03 M€, mientras que el ramal central, la conexión Venta de Baños-Palencia-León-Asturias, recibirá una asignación de 165,2 M€, sin incluir la variante de Pajares, a la que se destinan otros

INVERSIÓN POR ÁREAS



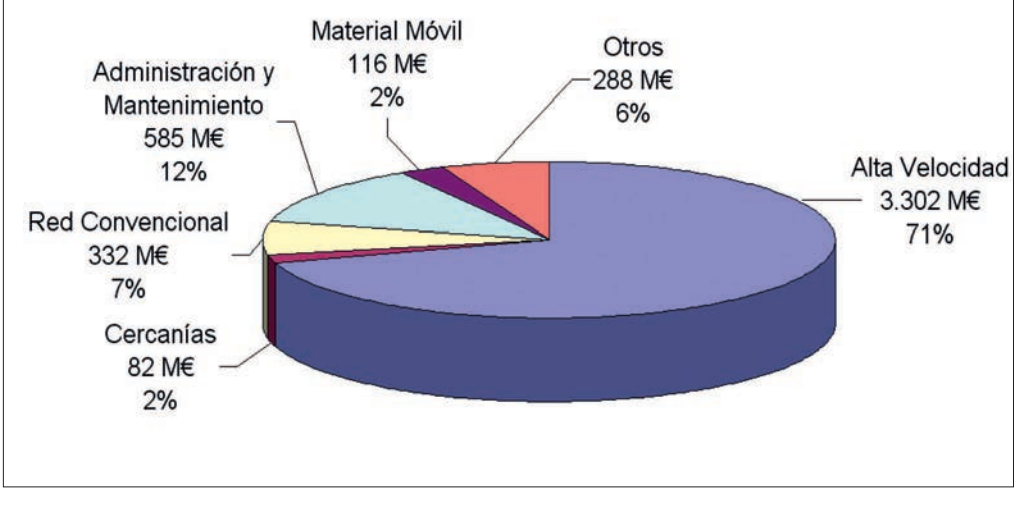


El presupuesto estatal contempla diversas actuaciones para potenciar el transporte de mercancías por ferrocarril.



La ministra de Fomento, junto al secretario de Estado de Infraestructuras y el subsecretario del Departamento, durante la presentación de los Presupuestos.

INVERSIÓN EN FERROCARRILES



180 M€. Se reservan también 0,23 M€ para la realización de diversos estudios para la conexión Madrid-Segovia-Ávila-Salamanca.

Asimismo, se contemplan otra serie de inversiones para impulsar actuaciones en otros corredores. De entre ellos sobresalen la línea de alta velocidad Madrid-Extremadura-Frontera portuguesa, a la que se asignan 175,99 M€; el Corredor del Sur, en el que se desarrollarán actuaciones por un importe global próximo a 90 M€, de los que 83,74 M€ se destinan a la conexión Sevilla-Cádiz, 5,42 M€ a la Madrid-Jaén y 0,12 M€ a proyectos para la Sevilla-Huelva. La línea de alta velocidad Madrid-Levante dispondrá de otros 60 M€ y la conexión en ancho UIC Atocha-Chamartín y la cuadruplicación de vía entre Atocha y Torrejón de Velasco contarán con 45 M€ y 44,09 M€, respectivamente. También se destinan 5,25 M€ a impulsar diversos proyectos para el corredor navarro de alta velocidad entre Zaragoza y Pamplona y 1,35 M€ para estudios de la línea de alta velocidad Zaragoza-Castejón-Logroño-Miranda de Ebro.

Otras inversiones destacadas en el sector del transporte ferroviario son las destinadas a administración y mantenimiento, que dispondrán de una asignación de 585 M€; los programas de mejoras en la red convencional, a los que se dedicarán 332 M€, y la adquisición y mejora del material móvil, que contarán con 116 M€. Por su parte, a la mejora de la red de Cercanías se destinarán 82 M€. En cuanto a las inversiones previstas en la red ferroviaria convencional, entre las más destacadas cabe mencionar las siguientes: renovación de la línea entre Moraima y Algeci-



La inversión en carreteras para 2013 prevé la continuidad de obras o nuevas actuaciones en tramos de una veintena de autovías de la red estatal.

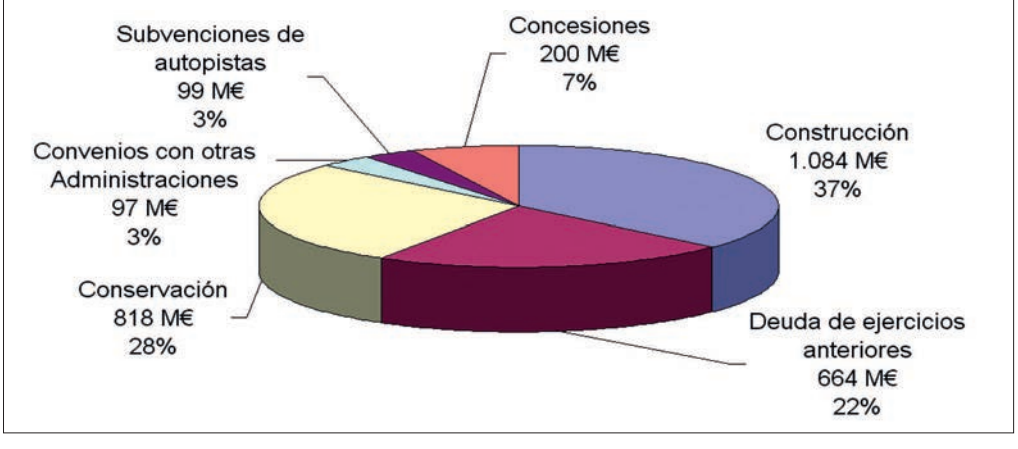
ras (incluido el apartadero de San Roque), con 13 M€; renovación de la línea Torrelavega-Santander (5 M€); electrificación Medina-Fuentes de Oñoro (20 M€); renovación de la catenaria Torrelavega-Bárcena (6 M€); estudios para la reapertura del túnel de Canfranc (0,1 M€), y para actuaciones de supresión de pasos a nivel (20,67 M€). Por lo que concierne al transporte de mercancías por ferrocarril, se desarrollarán actuaciones orientadas especialmente a la mejora y creación de nuevos accesos portuarios, entre otros en los de puertos de Barcelona (60 M€), Ferrol y A Coruña (0,3 M€).

Carreteras

Las inversiones previstas para el año 2013 en carreteras ascenderán a 2.963 M€, lo que representa el 30% del total del Departamento. Esta suma se distribuye del siguiente modo: el 37% irá destinado a actuaciones de nueva construcción (1.084 M€); a conservación se asignan otros 818 M€ (28%); al pago de la deuda de ejercicios anteriores se reserva un total de 664 M€ (22%); a concesiones se destinan 200 M€ (7%), y a las subvenciones de autopista y el desarrollo de convenios con otras administraciones se dedicarán otros 99 M€ y 97 M€, respectivamente.

Respecto a las vías de gran capacidad en las que se proseguirá o acometerá la construcción de nuevos tramos, cabe citar, entre otras, las siguientes: A-2 (Noreste), A-7 (Mediterráneo), A-8 (Cantábrico), A-11 (Duero), A-12 (Camino de Santiago), A-14 (Lleida-Sopeira), A-15 (Navarra-Soria), A-21 (Pamplona-Jaca), A-23 (Sagunto-Zaragoza-Jaca), A-27 (Tarragona-Montblanc), A-32 (Linares-Albacete), A-33 (Cieza-Font de la Figuera), A-38 (Valencia-Alicante), A-40 (Teruel -Ávila), A-49 (V Centenario), A-54 (Santiago-Lugo), A-60 (Valladolid-León), A-62 (Castilla) y A-66 (de la Plata). Se contempla también avanzar en estudios y proyectos de nuevos tramos en las siguientes autovías: A-22 (Lleida-Huesca), A-24 (Daroca-Calatayud), A-26 (Besalú-Figueres-Llança), Tarancón-Guadalajara, A-43 (Extremadura-Comunidad Valenciana), A-57 (Pontevedra-Vigo), A-59 (Vilaboa-Vigo), A 65 (Palencia-Conexión A-6), A-72 (Monforte-Chantada), A-76

INVERSIÓN EN CARRETERAS





Las carreteras supondrán el 30% del esfuerzo inversor de Fomento en el ejercicio 2013.

(Ponferrada-Ourense), A-81 (Badajoz-Córdoba-Granada), A-82 (San Cibrao-Barreiros), A-83 (Huelva-Zafra), Alcolea del Pinar-Monreal del Campo, León-La Robla, Conexión A-2 y A-1 y tercer carril en la Y asturiana.

El programa de actuaciones metropolitanas prevé avanzar y completar la mejora de los accesos en las siguientes ciudades: A Coruña, Albacete, Algeciras, Alicante, Almería, Barcelona, Cádiz, Castellón, Elche, Gandía, Gijón, Girona, Granada, Guadalajara, Huelva, Huesca, León, Lugo, Madrid, Málaga, Marbella, Murcia, Pontevedra, Santiago de Compostela, Segovia, Sevilla, Valencia, Valladolid, Vigo y Zaragoza (información más detallada en recuadro inferior).

Carreteras: actuaciones metropolitanas

- A Coruña: autovía de acceso AC-14, acceso al puerto exterior y ampliación de capacidad AC-11 avenida de Alfonso Molina.
- Albacete: circunvalación Sur.
- Algeciras: accesos al puerto.
- Alicante: acceso al aeropuerto.
- Almería: acceso al puerto
- Barcelona: ronda orbital B-40; plataforma reservada para el transporte público Molins de Rei-avenida Diagonal; acceso al puerto de Barcelona.
- Cádiz: nuevo acceso, puente sobre la Bahía; enlace de Tres Caminos.
- Castellón: duplicación de la variante.
- Elche: circunvalación Sur.
- Gandía: duplicación de variante.
- Gijón: acceso al puerto de El Musel.
- Girona: puente sobre el río Ter.
- Granada: Circunvalación exterior A-44; autovía de acceso GR-43
- Guadalajara: variantes de la N-320 y de la A-2.
- Huelva: duplicación de la N-442, puente sobre el río Tinto y acceso al puerto.
- Huesca: variante Sur y acceso al aeropuerto.
- León: acceso Sur y pasos inferiores de la ronda Este.
- Lugo: desdoblamiento de la ronda Norte.
- Madrid: plataformas reservadas para el transporte público; remodelación de enlaces en la M-40; mejora de la capacidad y funcionalidad de la M-40.
- Málaga: tercer carril de la ronda Este; accesos Sur y Norte al aeropuerto; plataforma reservada para el transporte público y tercer carril en la A-7.
- Marbella: acondicionamiento de la travesía de San Pedro de Alcántara.
- Murcia: ampliación capacidad de las autovías A-7, MU-30 y A-30; arcos Norte y Noroeste de Murcia; autovía de conexión de la A-7 con la autovía del Reguerón (Zeneta-Santomera) y enlace A-7/A-30 en el entorno de Murcia.
- Pontevedra: circunvalación (inicio obras de un tramo) y remodelación nudo de O Pino.
- Santiago de Compostela: paso inferior de Conxo; acceso al polígono de Tambre.
- Segovia: conversión en autovía de la SG-20.
- Sevilla: circunvalación SE-40; tercer carril A-4 entre SE-40 y aeropuerto; remodelación del enlace de la Pañoleta y accesos a Camas.
- Valencia: ampliación de capacidad y mejora de la V-21, V-30 y V-31.
- Valladolid: ronda Sur y ronda Oeste.
- Vigo: acceso al aeropuerto desde la AP-9; autovía A-52, tramo Vigo-Porriño.
- Zaragoza: ampliación de capacidad y mejora de enlaces en la ronda Norte.



La optimización de las instalaciones y la continuidad de las obras en marcha serán las prioridades de inversión en transporte aéreo y marítimo.

Aeropuertos y puertos

La optimización de las instalaciones e infraestructuras, la eficiencia energética y la sostenibilidad ambiental, junto a la mejora de la seguridad y la calidad del servicio, serán los objetivos prioritarios de las inversiones de Fomento en la red aeroportuaria, que en conjunto ascenderán a 847 M€. En cuanto a nuevas infraestructuras y mejora de instalaciones, se prevé la conclusión de la nueva pista de vuelos del aeropuerto de A Coruña, la ampliación de los edificios terminales de Vigo y Gran Canaria, así como la ampliación y remodelación de las áreas comerciales de Madrid-Barajas, Barcelona-El Prat y Málaga-Costa del Sol.

En cuanto a los programas de mejora de la seguridad operacional y de servicio, se proseguirá en los desarrollos del Sistema Automatizado de Control de Tránsito Aéreo (SACTA), proceso de certificación de aeropuertos y en los de gestión y control del tráfico aéreo (ATC).



APBA

Los planes y programas de subvenciones y ayudas acaparan las inversiones en vivienda y transporte.





Puertos y seguridad marítima dispondrán de 839 M€ para el ejercicio 2013. El grueso de esa cantidad se destinará a dar continuidad a todas aquellas obras que hoy se encuentran en fase de ejecución, como las que se desarrollan, entre otros puertos de interés general, en la dársena de Punta Langosteira del puerto exterior de A Coruña; la ampliación del puerto de Algeciras en Isla Verde; la nueva terminal de contenedores del puerto de Cádiz; las de mejora de los accesos viarios y ferroviarios en la ampliación del puerto de Barcelona; el inicio de la prolongación del dique de Punta Sollana del puerto de Bilbao; la prolongación del dique de La Esfinge del puerto de Las Palmas; la mejora del acceso marítimo fluvial al puerto de Sevilla; las obras de abrigo en el puerto de Granadilla (Tenerife); el muelle y la terminal de cruceros en la ampliación norte del puerto de Valencia, o la ampliación de los muelles comerciales del puerto de Vigo. También se contempla dar un nuevo impulso al desarrollo de las autopistas del mar Gijón-Nantes y Vigo-Saint Nazaire.

Transporte y vivienda

En materia de transporte, el grueso de las inversiones del presupuesto estatal irá destinado a los programas de subvenciones y ayudas, tanto al transporte de pasajeros como de mercancías. Para el primero de ellos se contemplan inversiones por 812,58 M€, de los que 480 M€ corresponderán a compensaciones por las obligaciones de servicio público del sector ferroviario, 318,4 M€ a las bonificaciones para pasajeros no residentes en la Península y para familias numerosas (270 M€ para transporte aéreo y 48,4 M€ para transporte marítimo) y otros 14,17 M€ a las compensaciones por servicio público (marítimo y aéreo). El transporte extrapeninsular de mercancías recibirá subvenciones por valor de 18,04 M€.

Finalmente, en materia de Vivienda, las inversiones alcanzarán los 758 M€. De ellos, 521 M€ tendrán como objetivo favorecer el acceso a la vivienda a las familias más necesitadas mediante los planes de subvenciones, subsidiaciones de préstamos y ayudas directas a la compra concertados con las comunidades autónomas. Por su parte, el nuevo Plan Estatal de Ayuda al Alquiler impulsará actuaciones por un importe cercano a los 210 M€. Asimismo, la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo destinará 23 M€ a la rehabilitación del patrimonio arquitectónico y otros 19,6M€ a transferencias de capital con destino a los programas del 1,5% Cultural. ■



EL PLAN DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA (PITVI) MARCA LA HOJA DE RUTA DE ESTAS POLÍTICAS HASTA 2024

Una nueva planifica



Vera Nosti

ción





R.F.

El Ministerio de Fomento ha presentado la propuesta inicial del Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI) 2012-2024, el nuevo instrumento de planificación a medio y largo plazo de estas políticas en España. El Plan, principal aportación del Ministerio de Fomento para superar la actual coyuntura económica, tiene como principios básicos una planificación adecuada a las necesidades reales de la sociedad, la optimización del patrimonio existente, la liberalización de la gestión de las infraestructuras y servicios de transporte o la potenciación de la participación del sector privado, siempre buscando criterios de eficiencia, calidad y rigor.



La red de gran capacidad suma hoy unos 16.000 km.

El Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI), cuyas líneas generales presentó la ministra de Fomento al Parlamento el pasado 26 de septiembre, es el instrumento que establecerá la hoja de ruta de la nueva política en estas materias en los próximos 12 años. La conveniencia de una nueva planificación estratégica en estas materias responde tanto a la evolución de las condiciones macroeconómicas de la economía española como a la inclusión de las materias de vivienda dentro de las competencias del Ministerio de Fomento. De esta planificación, por tanto, derivarán nuevos objetivos y se asegurará que la toma de decisiones en la política de transporte y vivienda se ponga al servicio de los mismos.

La nueva planificación se centra en dar una respuesta eficaz a las necesidades reales de movilidad y de acceso a la vivienda de la sociedad española, de forma que tanto el usuario como el cliente se sitúan en el centro de las iniciativas, las cuales deberán proporcionar calidad y seguridad desde la eficiencia. Por otro lado, el PITVI articula objetivos y actuaciones a medio y largo plazo, complementando de esta forma iniciativas que en el corto y medio plazo han de contribuir a la reactivación económica (como la liberalización de mercados) con estrategias conducentes al refuerzo de la competitividad y sostenibilidad económica, social y ambiental en el largo plazo.

El PITVI se articula en dos grandes planes: Infraestructuras y Transporte, y Vivienda. Su contenido se desarrolla a continuación.

PLAN DE INFRAESTRUCTURAS Y TRANSPORTE

Diagnóstico

El Plan formula en primer lugar un diagnóstico exhaustivo del sistema de transporte en España, que presenta luces y sombras. De acuerdo al documento, las inversiones en infraestructuras se han basado en los últimos años en el endeudamiento y su planificación no ha sido acorde con las necesidades reales de movilidad de la población. Además, los niveles de servicio presentan grandes desequilibrios, conviviendo territorios con carencias ferroviarias o viarias con otros con exceso de capacidad. Así, por ejemplo, el 68% de la red ferroviaria tiene un grado bajo de ocupación, el 60% de la red de alta capacidad de carreteras tiene una IMD (Intensidad Media Diaria) menor de 20.000 vehículos/día y 16 aeropuertos acogen menos de 100.000 pasajeros al año.

En el sistema de transporte,





La nueva planificación apuesta por elevar la participación del sector privado en el desarrollo y financiación de infraestructuras.

desde 2007 ha caído el tráfico interior de viajeros y de mercancías en todos los modos debido a la crisis. Desde el punto de vista del reparto modal, el sistema de transporte se caracteriza por una fuerte preponderancia de la carretera, tanto para pasajeros (90,4% del tráfico interior interurbano) como para mercancías (85,3%). El ferrocarril tiene una participación reducida (5,24% en viajeros y menos del 3% en mercancías), con un crecimiento en 2011 en viajeros (590 millones de personas) y en mercancías (21 millones de toneladas). El transporte aéreo supuso el 4% del tráfico interior (76 millones de viajeros en 2011), mientras que el transporte urbano (coche privado, Cercanías, metro y autobús) se sitúa en torno al 50% del total nacional en términos de viajeros por kilómetro.



Santiago Sánchez Velasco/Grupo Tren Zamora.

Renfe-Operadora será potenciada mediante la creación de cuatro sociedades mercantiles.

Desde un punto de vista sectorial del sistema de transporte, se constata que la planificación y la construcción de infraestructuras han tendido hacia una visión unimodal, lo que ha impedido aprovechar la complementariedad de los modos de transporte. No obstante, se identifica un importante potencial de mejora intermodal para el transporte de viajeros relacionado con las líneas de alta velocidad (conexión de alta velocidad con el tren convencional y con los grandes aeropuertos). En el transporte de mercancías es donde se han identificado mayores posibilidades de desarrollo de transporte intermodal (ferrocarril y transporte marítimo sobre todo).

En un análisis pormenorizado de las redes de infraestructuras, el Plan constata, en el ámbito de las **carreteras**, que la red de gran capacidad, de 15.965 kilómetros de extensión (11.249 de la red de carreteras estatal) garantiza la cobertura de todo el territorio, aunque de forma desigual, estando su utilización en muchos casos por debajo de la capacidad ofrecida, mientras que muchos tramos han perdido la funcionalidad como soporte de la movilidad de largo recorrido. En este campo,



La intermodalidad en el transporte de mercancías y personas es una de las apuestas del Plan, que optimizará los nodos de conexión.

se destaca también la escasa dimensión media de las empresas españolas de transporte por carretera (105.000, con una reducción de 20.000 respecto a 2007).

En **ferrocarril**, España es el país europeo con la menor cuota de transporte de mercancías (3% frente al 17% de media de la UE), aunque en viajeros de alta velocidad, con una red de 2.120 kilómetros, existe una oferta de servicios de muy alta calidad. No obstante, persiste aún el hándicap de la falta de interoperabilidad con las redes europeas debido a las diferencias de ancho de vía, lo que tratará de subsanar el PITVI. En Cercanías, en la última década el número de viajeros se ha estabilizado en más de 400 millones al año, jugando un papel muy notable en los ámbitos urbanos metropolitanos.

En **transporte aéreo**, las infraestructuras existentes (47 aeropuertos y dos helipuertos) tienen una capacidad muy superior a la utilizada actualmente, lo que exige adoptar medidas para optimizar su gestión. En la red de Aena conviven grandes aeropuertos con una capacidad necesaria (Madrid y Barcelona) con otros que, pese a tener buenas infraestructuras, tienen tráficos comerciales muy débiles. Además, su función de accesibilidad en el territorio peninsular ha quedado limitada por el desarrollo de las redes de transporte terrestre. Según el Plan, para garantizar la sostenibilidad del sistema aeroportuario se requieren actua-



Las inversiones del Plan estarán al servicio de la reactivación de la economía española.



El PITVI aspira a elevar la calidad y la eficiencia de los modos de transporte al servicio del destinatario último, el usuario.

ciones encaminadas a optimizar su eficiencia mediante la entrada de capital privado y la adopción de criterios de gestión más rigurosos.

En **transporte marítimo**, el sistema portuario español ha registrado un intenso ritmo inversor cuyo resultado es la elevada capacidad y calidad de sus infraestructuras. Racionalizar la inversión pública plantea ahora la necesidad de prestar mayor atención a la optimización de la gestión de los activos existentes y a la consolidación y captación de inversión privada. Por otra parte, la dotación de medios materiales del Sistema Nacional de Salvamento Marítimo es tecnológicamente avanzada.

Como compendio del diagnóstico de los sistemas de infraestructuras y de transporte, el PITVI formula seis conclusiones: primera, la oferta media de infraestructuras de transporte es suficiente para atender la demanda a medio plazo, pero adolece de problemas de planificación y de desequilibrios territoriales; segunda, los programas ejecutados han tenido un sesgo unimodal, lo que ha impedido aprovechar las capacidades y sinergias del conjunto del sistema; tercera, las necesidades de inversión deben ser reorientadas al reequilibrio de los modos y cadenas de transporte, potenciando alternativas al uso exclusivo de la carretera y hacia la optimización funcional en su conjunto; cuarta, para evitar la descapitalización del patrimonio de infraestructuras es necesaria su puesta en valor y garantizar su conservación y mantenimiento; quinta, desde un punto de vista regulatorio, aunque se han dado pasos en la liberalización, los resultados han sido desiguales y limitados, por lo que es necesario profundizar y consolidarlos; y sexta, la actual situación económica ha supuesto una caída de la demanda, lo que explica una de las razones de la dificultad económico-financiera de algunos gestores de infraestructuras de transporte. Por ello, además de las actuaciones inversoras, es necesario considerar una nueva regulación y una nueva política normativa de transportes y de financiación de infraestructuras, buscando efectos de estimulación del mercado y de la actividad económica.

> El PITVI pretende garantizar la movilidad mediante la prestación de las Obligaciones de Servicio Público (OSP)

Objetivos estratégicos de la planificación

El Plan plantea la consecución de cinco grandes objetivos estratégicos:

- **Mejorar la eficiencia y competitividad del sistema de transporte**. Se trata de optimizar las capacidades de la red de infraestructuras de transporte existente, no siempre utilizadas, y su mantenimiento eficaz. A través de la normativa se favorecerá el funcionamiento de los mecanismos de mercado, creando un entorno favorable para el buen funcionamiento de las empresas, aumentando así las posibilidades de crecimiento económico y de creación de empleo.

- **Promover el desarrollo equilibrado como herramienta para superar la crisis**. La política de infraestructuras y transporte es un instrumento poderoso para contribuir a superar la crisis. Invertir en este campo provoca efectos ma-





La nueva planificación contempla la realización de infraestructuras en una quincena de puertos españoles.

croeconómicos y a corto plazo beneficiosos sobre el crecimiento económico y el empleo, además de beneficiar a las empresas en términos de competitividad y en su proceso de internacionalización.

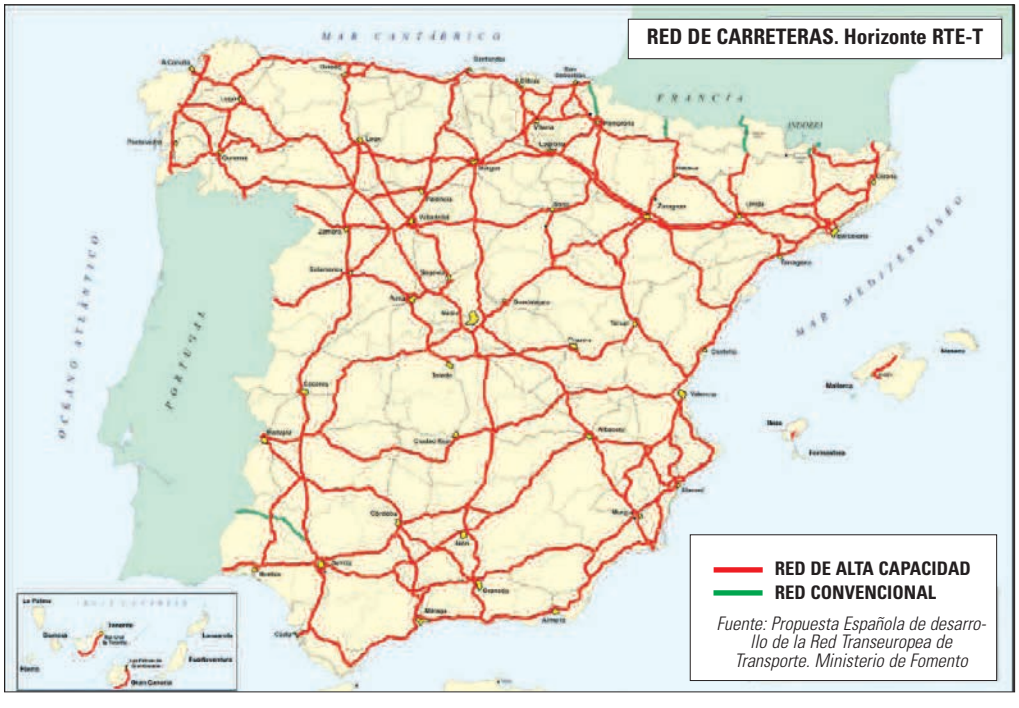
● **Promover la movilidad sostenible.** El fin último es compatibilizar el crecimiento económico y la mejora social con el respeto al medio ambiente. Para ello el Plan integrará todos los instrumentos regulatorios en materia de lucha contra el cambio climático y para la limitación de los efectos nocivos de las infraestructuras, de las emisiones contaminantes y de la generación de ruido.

● **Reforzar la cohesión territorial y social de España.** El objetivo es mejorar la accesibilidad al transporte y a las infraestructuras de transporte tanto desde el punto de vista territorial como social, de forma que no haya ciudadanos de primera y de segunda. Todos deben tener acceso a un transporte digno, que llegue a todas partes y a unas infraestructuras que conecten mejor y acerquen más a las personas. La planificación de la red de infraestructuras estará coordinada con la Red Transeuropea de Transporte para los años 2030 y 2050.

● **Favorecer la intermodalidad.** El Plan aspira a garantizar el derecho a la movilidad de todas las personas mediante la combinación de los modos de transporte que sean más adecuados en cada momento.

Alternativas y principios programáticos

Para responder a estos grandes objetivos estratégicos, el PITVI 2012-2024 identifica y compara dos grandes alternativas estratégicas de



Fuente: Propuesta Española de desarrollo de la Red Transeuropea de Transporte. Ministerio de Fomento



Incrementar los niveles de seguridad es una de las líneas de actuación contempladas para el transporte aéreo.

actuación para orientar la política de infraestructuras en España: la continuista (primacía de la inversión para crear infraestructuras dirigidas al mallado de las redes actuales) y la nueva planificación (revisión de la política de transportes, valorando la evolución de la demanda efectiva y la disponibilidad de recursos, ajustando las prioridades). El PITVI estima que esta segunda alternativa estratégica responde de forma más adecuada a la nueva situación y necesidades de la sociedad, por lo que se identifica como el marco estratégico de planificación del Plan. En esta alternativa las actuaciones a corto plazo estarán presididas por tres principios: liberalización de la gestión de infraestructuras y servicios del transporte; potenciar la participación del sector privado en el transporte; y adecuar el sistema de provisión de infraestructuras y prestación de servicios a la demanda real.

Tanto los objetivos estratégicos del PITVI como el desarrollo de la estrategia de planificación postulada en el mismo se articulan en 11 principios programáticos:

- La planificación de infraestructuras se concibe como un instrumento de la política económica, orientada a contribuir al desarrollo económico y social de España y a superar la coyuntura adversa actual.

- Se postula un enfoque integrado que abarca el conjunto del sistema de transporte, desde la planificación de infraestructuras hasta los servicios de transporte, de forma que se cubran los niveles de regulación y control, gestión y servicios, y actuaciones inversoras.

- Se plantea un marco de planificación con un grado de detalle modulado en función del horizonte temporal (medio plazo, largo plazo), que permitirán su concreción en función del escenario socioeconómico.

- Se utiliza la planificación como instrumento para reforzar la competitividad de las empresas españolas que participan en el sistema de transporte.

- Profundizar en la liberalización y apertura al mercado de la gestión de infraestructuras y servicios de transporte, abriendo a la competencia los sectores del transporte con objeto de optimizar el uso de infraestructuras y de mejorar la competitividad, pero potenciando a los operadores públicos.

- Potenciar una creciente participación del sector privado en la financiación y el desarrollo del sistema de transporte, facilitando su participación en las inversiones para movilizar recursos financieros adicionales y nuevas capacidades de gestión.

- Crear las condiciones para que los operadores de infraestructuras y servicios de transporte optimicen su actividad utilizando las capacidades y patrimonio ya disponibles.

- Revisar y reforzar la evaluación de proyectos e inversiones incorporando análisis coste-beneficio, para posibilitar una optimización de la toma de decisiones en relación con la asignación de recursos.

- Optimizar la estructura de los recursos y fuentes de financiación para el desarrollo del Plan, analizando las fuentes disponibles y las posibles alternativas.

- Desarrollar las redes de transporte españolas considerando su inclusión y funcionalidad dentro de Redes Transeuropeas.

- Promover un enfoque en el que la planificación y la política de infraestructuras y transportes se ponen al servicio de la prestación de unos servicios de calidad.



El Plan propone la ejecución de nuevas actuaciones en medio centenar de autovías interurbanas.

Programas de actuación

El Plan de Infraestructuras y Transportes del PITVI se estructura en tres grandes programas de actuación, de carácter transversal: Programa de Regulación, Control y Supervisión, Programa de Gestión y Prestación de Servicios, y Programa de Actuación Inversora. Estos programas se orientan a la optimización de las infraestructuras existentes y a la realización de una planificación adecuada a las necesidades reales, dando prioridad al mantenimiento frente a la inversión en nueva infraestructura.

Programa de Regulación, Control y Supervisión

Este programa desarrolla la función reguladora, que permite poner en marcha las políticas establecidas de cada modo de transporte. Recoge las líneas estratégicas de supervisión y control que garantizan la validez y la correcta aplicación del mismo, y refuerzan los derechos de los usuarios. Además de proporcionar seguridad jurídica, un marco regulatorio del transporte explorará todas las oportunidades para la promoción y el desarrollo de las actividades económicas que permitan el buen funcionamiento de todas las infraestructuras y de todo el transporte. Como actuaciones destacadas, el Plan recoge las siguientes:

- Aprobación de la Ley de Financiación del Transporte, con el propósito de racionalizar las ayudas y subvenciones del Estado para promover el transporte público y especialmente las derivadas de las Obligaciones de Servicio Público (OSP).
- Actualizar la regulación del transporte terrestre por carretera, fundamentalmente mediante la modificación de la Ley de Ordenación de Transporte Terrestre (LOTT).
- Definición de un nuevo modelo de la Red de Carreteras del Estado mediante la revisión de la Ley de Carreteras y su reglamento, contemplando en su caso las transferencias de carreteras a las comunidades autónomas o a las entidades locales. Modificación del régimen de concesión de las autopistas.
- Reordenación del sector ferroviario y liberalización del transporte de viajeros, lo que significará reforzar a Renfe como operador público para mantener su actividad en el nuevo contexto de competencia. Integración de Feve en Adif y Renfe (aprobado por el Real Decreto 22/2012). Fortalecer a Renfe-Operadora mediante la creación de cuatro nuevas sociedades mercantiles: viajeros, mercancías y logística, fabricación y mantenimiento, y activos. Establecer un nuevo sistema de cánones para Adif adaptado al nuevo escenario.
- Intensificar la seguridad aérea (operacional y física), mediante un nuevo enfoque preventivo en la cultura española de supervisión de seguridad, para la vigilancia de riesgos y el refuerzo en la seguridad aérea. Aprobación de un programa de seguridad operacional (PESO). Refuerzo del Plan de Inspecciones de Seguridad Aérea. Actualización de la Ley de Seguridad Aérea. Aprobación de un real decreto de asistencia a víctimas de accidentes de aviación civil. Mejora de las capacidades de la Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil (CIAIAC).
- Nueva Ley General de Navegación. Potenciación de la competencia y competitividad de los puertos.
- Refuerzo de la presencia de España en los organismos internacionales del sector del transporte.
- Creación de la Agencia Estatal de Seguridad del Transporte Terrestre.
- Apoyo en el ámbito urbano al desarrollo de los modos no motorizados de transporte.

Programa de Gestión y Prestación de Servicios

Este programa promueve la mejora de la calidad y la eficiencia de los modelos de gestión de los transportes, apoyándose en la sostenibilidad económica en la gestión de la red de transporte. Sus principales actuaciones son:

- Racionalización de la oferta de servicios ferroviarios y análisis de las líneas actuales, para optimizar los recursos. Será esencial la definición de



Los programas de actuación darán prioridad al mantenimiento frente a la inversión en nueva infraestructura.

la cartera de servicios públicos que garantiza el Estado.

- Definición de un nuevo modelo de gestión de los servicios ferroviarios de transporte de mercancía que potencie este tipo de transporte.

- Establecimiento de nuevas condiciones para las concesiones de los servicios de transporte de viajeros por carretera del Estado: fijación de un canon y reducción del plazo máximo de las concesiones.

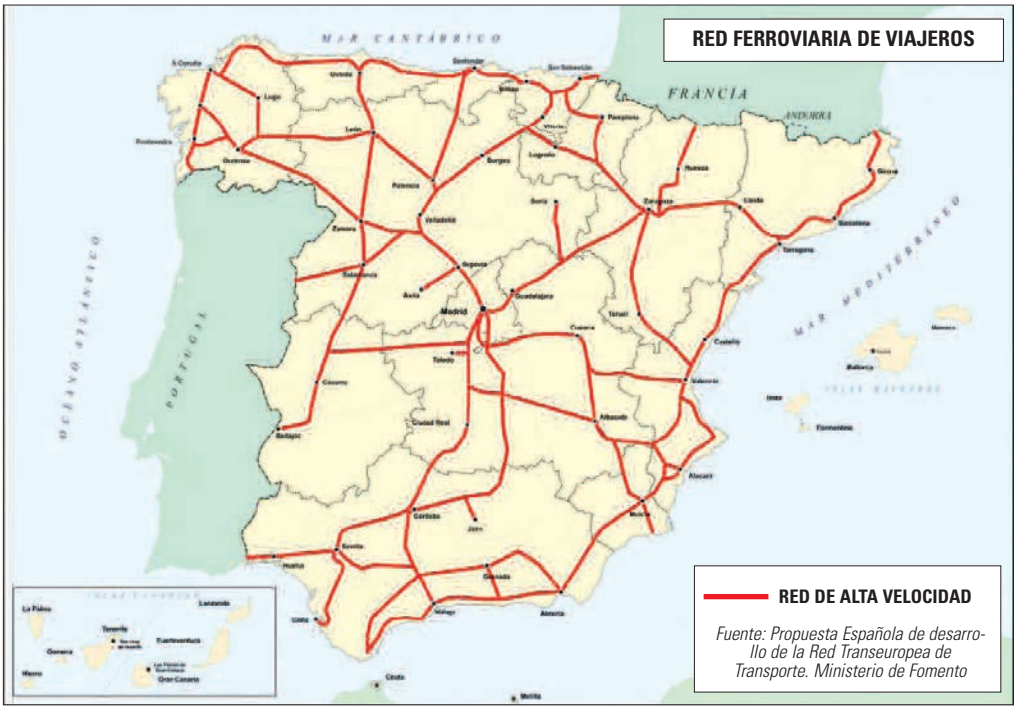
- Nuevo modelo de gestión aeroportuaria y de navegación aérea. Entrada de capital privado en Aena Aeropuertos.

- Plena implantación del modelo de gestión portuaria, promoviendo el mejor aprovechamiento de sus capacidades. Impulso de las cadenas de transporte de mercancías marítimo-terrestres.

- Apoyo a la internacionalización de las empresas españolas.

- Nuevo modelo de gestión de las terminales de mercancías ferroviarias e intermodales mediante concesiones con participación privada.

- Creación del Observatorio del Transporte.



Fuente: Propuesta Española de desarrollo de la Red Transeuropea de Transporte. Ministerio de Fomento

- Creación del Portal del Transporte, que ofrecerá al viajero información del transporte de cada uno de los modos e implantación del billete único.

- Establecimiento de la carta de derechos de los usuarios del transporte, que pretende materializar la protección de los pasajeros, aunando en un solo documento la relación de derechos que los amparan y los mecanismos legales a su disposición para su defensa.

Programa de Actuación Inversora

Las inversiones previstas en el Plan pretenden completar los grandes ejes estructurantes y los itinerarios de red, el refuerzo de las conexiones intermodales y la dotación de determinadas infraestructuras estratégicas, así como las conexiones transfronterizas y la actuación sobre vías con dificultades especiales y pendientes de desdoblamiento.

Transporte intermodal

En las inversiones se tendrá presente el enfoque intermodal, mediante la planificación de corredores de transporte



Está prevista la elaboración de un Plan Global de Cercanías, con inversiones en más de 15 núcleos urbanos españoles.

multimodales que potencien el modelo más eficaz en cada corredor al servicio de las cadenas logísticas de transporte. Se destina atención especial a la optimización de los nodos de conexión (estaciones, intercambiadores, puertos, aeropuertos y terminales logísticas), con actuaciones en los nodos de transporte terrestre de mercancías (terminales ferroviarias y mejora de la accesibilidad por ferrocarril a los centros de generación de cargas), en los nodos portuarios (mejora de la accesibilidad viaria y ferroviaria a los puertos), en los nodos de transporte terrestre de viajeros (mejora de la conectividad física entre terminales de los distintos modos: estaciones de tren, autobuses, terminales marítimas o aeropuertos) y en los nodos aeroportuarios (potenciación de sinergias entre, por ejemplo, la alta velocidad y el modo aéreo).

Transporte por carretera

El PITVI plantea seis grandes subprogramas en este ámbito. En Conservación y Mantenimiento, se proponen operaciones de conservación y mantenimiento; rehabilitación de firmes; mantenimiento de obras de paso; adecuación de túneles en servicio; reposición de señalización vertical y horizontal; acondicionamiento de travesías no susceptibles de cesión, entre otros. El subprograma de Mejora de Seguridad Vial contempla la actuación sobre 375-400 TCA (Tramos de Concentración de Accidentes) cada tres años; el tratamiento de los tramos de alto potencial de mejora (TAPM); la ejecución del Plan de barreras de seguridad; y la incorporación de nuevos procedimientos para mejorar la seguridad vial. En Acondicionamientos, el Plan prevé mejoras de trazado; terceros carriles; eliminación de curvas peligrosas; y ampliación de plataformas. El subprograma de Mejora de la Capacidad contempla ejecutar importantes enlaces y aumentar la capacidad en tramos de elevada intensidad y seguridad vial deficiente. En Variantes de Población se contempla la ejecución de nuevas variantes. Y el subprograma de Nueva Infraestructura se centrará en finalizar los itinerarios ya empezados y en ejecutar los tramos incluidos en los corredores multimodales de la red transeuropea. En concreto, se proponen actuaciones en 50 autovías interurbanas, 19 obras de mejora de la red de



El Plan tiene previsto optimizar la utilización de las instalaciones de los puertos españoles.



Los corredores de transporte multimodales son una de las apuestas del PITVI.

gran capacidad, 31 actuaciones de acondicionamiento de la red convencional, 37 obras de variantes, 17 circunvalaciones y obras en 10 plataformas metropolitanas, entre otras.

Transporte ferroviario

En este campo el Plan distingue tres subprogramas. El de Red Convencional pretende dotar a esta red de los estándares adecuados de alta calidad y seguridad, diferenciando las actuaciones entre líneas de alta intensidad y de baja intensidad. La nueva planificación, con objeto de lograr la interoperabilidad de la red española con la europea, apuesta por el ancho UIC y optará por el procedimiento óptimo para realizar la adaptación paulatina de toda la red, además de mejorar los accesos a los puertos. Asimismo, se modernizará la red convencional adaptando los sistemas e instalaciones de seguridad, con implantación progresiva de bloqueos automáticos, el sistema Asfa en toda la red y el Ertms en las líneas con más de 18 tráficos diarios por hora y sentido. También se eliminarán 1.000 pasos a nivel. El subprograma de Potenciación del Transporte Ferroviario de Mercancías concentrará sus actuaciones en los corredores con mayor potencialidad y en garantizar la sostenibilidad económica del sistema de terminales logísticas. Su objetivo será conseguir la convergencia con los estándares de todos los corredores de la Red Básica Transeuropea. El tercer subprograma, Red de Alta Velocidad, impulsará las actuaciones prioritarias en función de su eficiencia, grado de ejecución y posibilidad de recepción de fondos europeos. Entre estas figuran todos los grandes corredores de alta velocidad en construcción, aunque se consideran prioritarias las actuaciones en el Corredor Mediterráneo, línea Madrid-Galicia, Eje Atlántico e Y vasca, así como la conexión Chamartín-Atocha en Madrid, entre otras.

Transporte aéreo

Para este modo de transporte, el PITVI ha previsto dos subprogramas de inversiones. El de Aeropuertos no prevé inversiones significativas en nuevas infraestructuras dada la elevada capacidad del sistema aeroportuario español en su conjunto, aunque se contempla la finalización de actuaciones en los aeropuertos de Gran Canaria, Vigo y A Coruña. Se llevarán adelante actuaciones de renovación y ampliación de subsistemas dentro de los aeropuertos existentes. Un segundo ámbito es el de las actuaciones de mejora ambiental, con la adopción de medidas para reducir el ruido generado por los aeropuertos. También se promocionará el empleo de las energías renovables. Y un tercer ámbito, el de la seguridad y normativa, contempla inversiones para mejorar la seguridad integral. También están previstas actuaciones de innovación (mejora de seguridad de instalaciones, proyecto E-filtro, triaje electrónico para emergencias…). El segundo subprograma, de Navegación Aérea, encaminará sus inversiones a adaptar las instalaciones existentes al Cielo Único Europeo (programa Sesar).

> El PITVI se apoya en los principios de liberalización de la gestión de las infraestructuras y servicios de transporte

Transporte marítimo

Dos son los subprogramas de inversiones en este campo. El de Salvamento Marítimo y Lucha contra la Contaminación Marina pretende consolidar el sistema existente e incrementar su eficacia a través de inversiones en medios materiales y humanos. Se renovará y actualizará la flota de salvamento acorde con su vida útil, se renovarán los equipamientos de los centros de coordinación y se construirá un nuevo Centro Nacional de Coordinación de Salvamento. Por su lado, el subprograma de Infraestructuras e Instalaciones Portuarias reconoce el elevado nivel de instalaciones de los puertos y aspira a optimizar su utilización, con



El Plan de Vivienda apoyará el mercado del alquiler, potenciará de la rehabilitación y tratará de reducir el stock de viviendas desocupadas.

actuaciones destinadas a mejorar los problemas singulares en cada puerto. El Plan prevé la puesta en servicio de nuevas infraestructuras, para alcanzar a su término un total de 35.782 metros lineales de muelle, 846 hectáreas de nueva superficie de terreno y 284 hectáreas de agua abrigada. En concreto, el Plan contempla nuevas infraestructuras en 15 puertos (Bilbao, Santander, Avilés, A Coruña, Las Palmas, Santa Cruz de Tenerife, Sevilla, Bahía de Cádiz, Bahía de Algeciras, Almería, Valencia, Tarragona, Barcelona, Palma de Mallorca e Ibiza), así como actuaciones singulares en otros cuatro (Pasaia, Melilla, Cartagena y Palma de Mallorca). Las inversiones se realizarán apoyándose en la autofinanciación de las Autoridades Portuarias y en la colaboración público-privada.

Ámbito urbano

En este apartado, las inversiones de Fomento se dirigirán a ejecutar infraestructuras que potencien la intermodalidad y la integración global de los sistemas de transporte urbano y metropolitano. Se elaborará un Plan Global de Cercanías, con inversiones en más de 15 núcleos urbanos tanto para garantizar la seguridad y calidad de los servicios como para los nuevos servicios ferroviarios de proximidad en las relaciones entre núcleos urbanos y rurales donde exista una gran movilidad. Un segundo subprograma, Integración Urbana del Ferrocarril, desarrollará soluciones alternativas y viables a las operaciones en curso, introduciendo una profunda revisión de la política seguida en los últimos años. Finalmente, el subprograma de Actuaciones Viarias en el Ámbito Urbano y Metropolitano prevé medidas que favorezcan la intermodalidad y el uso del transporte colectivo, para lo que se prevén nuevos carriles bus.

Marco económico-financiero

El Plan destaca que la política de infraestructuras públicas se asienta principalmente sobre las inversiones –una prioridad del gasto público y un instrumento para dinamizar la economía–, aunque también sobre las políticas de oferta orientadas a optimizar el uso de infraestructuras o a alcanzar la viabilidad financiera de ciertos modelos de uso de las mismas. Ambos elementos estarán sometidos a la disciplina presupuestaria. En el horizonte temporal del Plan, el año 2024, se plantean tres escenarios de evolución macroeconómica de España, a partir de hipótesis sobre la tasa de crecimiento del PIB en términos reales –positivo a partir de 2014–, que determinarán las inversiones del Plan. Según Fomento, la suma total de inversiones del PITVI, en relación al PIB, supone un porcentaje variable entre el 0,89 y el 0,94%.

El Plan plantea diversificar las fuentes de inversión, con un papel predominante del sector estatal. El objetivo es que las empresas y entes públicos del Grupo Fomento realicen en torno al 60% del esfuerzo inversor, para lo cual las inversiones se autofinanciarán de forma creciente mediante los recursos generados por las propias entidades por la prestación de sus servicios, mientras que las inversiones directamente presupuestarias perderán peso. Aunque también se reducirán, los fondos europeos mantendrán su importancia para financiar determinados proyectos, y se fomentará el modelo de colaboración público-privada. Por otro lado, el PITVI aspira a que la contribución del sector privado crecerá hasta el 16% de la inversión total del periodo.

PLAN DE VIVIENDA

Diagnóstico

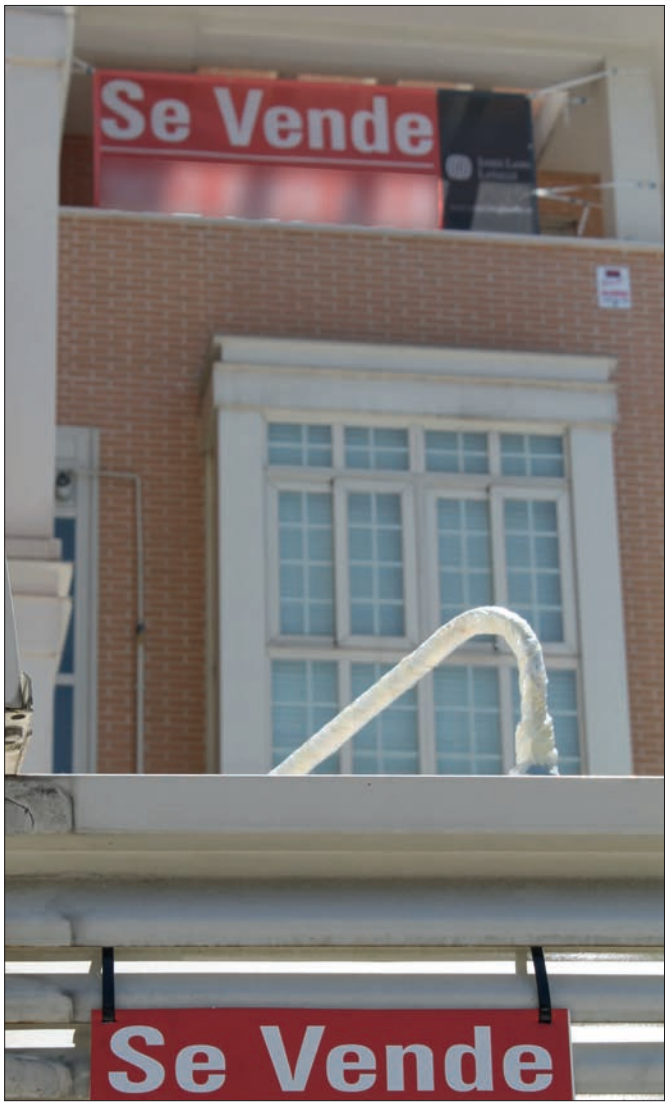
En materia de vivienda, el otro gran ámbito de actuación del Ministerio de Fomento, el PITVI elabora también un diagnóstico de la situación del sector del mercado inmobiliario, definido hasta 2007 por una fase expansiva y seguida por una fuerte contracción, con un ajuste abrupto y la pérdida de 1,5 millones de puestos de trabajo. El mercado de vivienda español se caracteriza actualmente por la existencia de un

número importante de viviendas desocupadas (más de tres millones de casas sin ocupar y 688.000 viviendas nuevas sin vender), con una parte importante del parque residencial muy anticuado (más de la mitad de los 26 millones de viviendas existentes tiene más de 30 años), un escaso desarrollo del mercado de alquiler (solo el 17% de la población española vive alquilada) y un reducido peso de la rehabilitación y regeneración urbanas en la inversión en construcción (28% en España frente al 40% de media europea).

Objetivos

Siete son los objetivos del Plan en relación con la arquitectura, la vivienda y el suelo:

- Apoyo al mercado del alquiler, con medidas que permitan mejorar el uso del parque y permitir el acceso a la vivienda a más colectivos.
- Potenciar la rehabilitación y regeneración urbanas frente a la obra nueva, promoviendo la recuperación del sector y el empleo viable.
- Mejorar la calidad y la sostenibilidad de la edificación y del urbanismo, introduciendo, por un lado, pautas de calidad y sostenibilidad en la construcción y rehabilitación de viviendas y edificios y, por otro, impulsando un urbanismo sostenible.
- Priorizar la promoción de vivienda protegida para alquiler.
- Profundizar en las medidas en curso para reducir el actual *stock* de viviendas usadas y nuevas.
- Establecer iniciativas para reconvertir el sector hacia el alquiler y la rehabilitación, favoreciendo su recuperación económica y el empleo.
- Colaborar con otras administraciones para impulsar la puesta en valor del patrimonio arquitectónico e histórico-artístico.



Programas de actuación

El PITVI establece tres programas de actuación. En materia de Regulación, Transparencia y Seguridad, se prevé la elaboración de dos leyes (Ley de Rehabilitación, Regeneración y Renovación Urbanas y Ley de Medidas de Flexibilización y Fomento del Mercado del Alquiler de Viviendas, esta ya aprobada el pasado 24 de agosto) y la reforma de la Ley de Ordenación de la Edificación y del Código Técnico de Edificación. En un segundo campo, los programas de Gestión e Inversión, se creará el Observatorio de la Vivienda y el Suelo, se reforzará el Sistema de Información Urbana, se adoptará una nueva estrategia para aligerar el *stock* de viviendas nuevas y usadas, y se reforzará el programa del 1% Cultural de conservación del patrimonio histórico-artístico, incrementando su dotación hasta el 1,5%. Y en materia de Ayudas Públicas y Subvenciones, se contempla la gestión del Plan estatal vigente y todas las medidas anteriores, así como un nuevo Plan Estatal de Vivienda orientado hacia actuaciones de regeneración urbana y de impulso al alquiler.

Marco económico-financiero

El Plan pone de manifiesto la necesidad de revisar las políticas de vivienda en el marco actual de restricción presupuestaria y de desequilibrios en el mercado inmobiliario. De acuerdo a los diferentes escenarios de evolución del PIB en el horizonte temporal del Plan, esboza diferentes disponibilidades presupuestarias para la política de vivienda, concluyendo que el esfuerzo presupuestario para estas políticas quedará situado ligeramente por encima del 0,07% del PIB. Respecto a las fuentes de financiación, en un ámbito donde la colaboración público privada es la norma general, el Plan calcula que la financiación estatal para estas políticas se situará en promedio en torno a los 1.000 M€ al año, por lo que se continuará necesitando una fuerte participación de promotores, constructores y familias.

Seguimiento y revisión

A partir de la presentación al Consejo de Ministros el pasado 3 de agosto, la propuesta inicial del PITVI ha iniciado un periodo de tramitación y de participación institucional y pública que conducirá hasta su aprobación definitiva. En este recorrido se completarán los trámites marcados por la ley (informe de sostenibilidad ambiental, periodo de consultas con su difusión pública, valoración de las alegaciones y redacción del plan definitivo) y se recabará la participación del mayor número posible de instituciones nacionales, autonómicas y locales, entidades, agentes sociales y económicos, profesionales de todos los sectores, así como al conjunto de la ciudadanía, con objeto de enriquecer el texto con todas sus aportaciones. Según las previsiones de Fomento, el Plan definitivo será aprobado en el segundo semestre de 2013. En la mitad del horizonte global de la planificación, en 2018, está prevista una evaluación exhaustiva del desarrollo de los programas y del cumplimiento de los objetivos del PITVI. ■

EL PUERTO EXTERIOR DE A CORUÑA ESTRENA OPERATIVIDAD TRAS SIETE AÑOS DE OBRAS



Langosteira echa a andar

JAVIER R. VENTOSA FOTOS: AUTORIDAD PORTUARIA DE A CORUÑA

El puerto exterior de A Coruña, construido en la zona de punta Langosteira como ampliación del existente en la ciudad, es ya toda una realidad tras siete años de obras y su recién estrenada operatividad, con los primeros tráficos comerciales en sus aguas. Su principal obra, el gigantesco dique de abrigo que delimita la nueva dársena, es una de las grandes obras de ingeniería portuaria de los últimos años a escala mundial.



Vista general del puerto exterior de Punta Langosteira y su gran dique de abrigo.



Montaje del buque Canberra en una plataforma especial para su traslado a Australia, realizado en agosto en aguas de la nueva dársena.

El pasado 28 de septiembre, el buque de bandera liberiana *Hammonia Korsika* completó con éxito la carga de 35.000 toneladas de clínker en el muelle del puerto de Langosteira y levó el ancla rumbo a Recife (Brasil). Con esta operación exportadora supervisada en su inicio por la ministra de Fomento –precedida en agosto por un complejo montaje del buque de guerra australiano *Canberra* sobre una plataforma de grandes dimensiones, que demostró las buenas condiciones de maniobrabilidad y operatividad de las instalaciones– arrancó oficialmente la actividad comercial en la dársena del nuevo puerto exterior de A Coruña, una gran infraestructura que, por sus magnitudes de obra, su complejidad técnica y su volumen de inversión, es la mayor obra de ingeniería portuaria en España en los últimos años y una de las más relevantes a nivel mundial.



Carga de clínker en el mercante Hammonia Korsika, primera operación comercial en el puerto exterior.

La construcción del puerto exterior, situado en el municipio de Arteixo, a 9 kilómetros de A Coruña, ha respondido a la necesidad de ampliar las instalaciones portuarias existentes fuera de la ciudad con dos objetivos: por un lado, mejorar la seguridad del puerto interior, enclavado en plena ciudad y especializado en tráficos energéticos, con un largo historial de accidentes medioambientales, mediante el alejamiento de las mercancías potencialmente peligrosos y contaminantes; y por otro, dar una respuesta al agotamiento del espacio portuario actual debido al crecimiento de la actividad, lo que permitirá atraer nuevos tráficos de mercancías e implantar nuevas industrias en el entorno, básicamente de los sectores textil, energético, agroalimentario, siderúrgico, maderero y auxiliar de la construcción. Además, el tras-



Vista general del parque de bloques y, en segundo plano, desmonte (diciembre de 2009).

lado al puerto exterior de mercancías como los hidrocarburos o el carbón mejorará la relación del puerto interior con la ciudad, al permitir que parte de su actual superficie se integre mejor con la trama urbana, creando nuevos barrios y abriendo una nueva fachada marítima para A Coruña.

En su configuración definitiva, Langosteira tendrá una superficie de 2,5 millones de metros cuadrados (1 millón tiene el actual puerto), calados de hasta 24 metros (frente a los 17 metros del puerto interior) y una envidiable situación geográfica junto a un corredor marítimo por donde navegan cada año más de 40.000 buques, lo que hará de él un puerto sin comparación en toda la fachada atlántica europea tanto por sus dimensiones y calados como por su situación estratégica. A escala regional, el puerto exterior está llamado a convertirse en un motor para el desarrollo económico de Galicia, con la previsión de dar empleo a más de 10.000 personas.



Gánguil con carga de bloques de 15 toneladas.

Los orígenes

La Autoridad Portuaria de A Coruña inició a mediados de los años 90 del pasado siglo los primeros estudios para construir una dársena exterior que permitiera ampliar el puerto con nuevas instalaciones. Los estudios seleccionaron la zona de punta Langosteira como lugar idóneo, tanto por sus grandes profundidades y cercanía a la ciudad como por la existencia de grandes superficies para suelo industrial o la disponibilidad en la zona de dos canteras para las obras, aunque con importantes condicionantes como la rigurosidad del clima marítimo de la zona.

Tras los análisis de viabilidad técnica y financiera de las obras se obtuvo la Declaración de Impacto Ambiental y se redactó el proyecto cons-

tructivo. Este comprende, en sus primeras fases, la ejecución de un dique de abrigo de 3,3 kilómetros de longitud a partir del cual se genera una dársena de 230 hectáreas y una superficie de explanada de 143 hectáreas (ampliables hasta 250), con un frente de atraque de 920 metros y 24 de calado. A esta gran estructura se suman en esta fase un contradique en talud de 579 metros, un martillo de 390 metros y sección vertical, y una carretera de acceso. En definitiva, un nuevo puerto, con grandes extensiones para almacenamiento y mayores calados para buques de grandes dimensiones, aunque en aguas difíciles, capaz de acoger el traslado de productos energéticos que se trasiegan en el puerto interior. Un proyecto único que, a su vez, suponía todo un reto para la ingeniería marítima.

En el marco del Plan Galicia aprobado por el Gobierno en 2003, la Autoridad Portuaria convocó el concurso de adjudicación de la construcción del puerto exterior en 2004, cuyo esquema de financiación se asienta sobre tres grandes líneas: los Fondos de Cohesión comunitarios, los fondos propios de la Autoridad Portuaria y la desafectación de terrenos del puerto interior (muelles de Batería, Calvo Sotelo y San Diego). En diciembre de ese mismo año lo adjudicó a una UTE formada por empresas españolas. Inicialmente se adjudicaron dos fases, la I y la II, por importe de 429,2 M€, de los que el Fondo de Cohesión aportaría 257,3 M€ para la fase I y otros 9,9 M€ para la fase II.

Primeras obras

La ejecución de las obras del puerto exterior ha requerido un gran esfuerzo de planificación para anticipar las necesidades de cada fase constructiva, teniendo en cuenta las magnitudes de material





Arriba, llenado de cajones del muelle mediante draga. Debajo, izado de bloque para su colocación.

Innovaciones tecnológicas

En la ejecución del dique de abrigo se han empleado soluciones tecnológicas diseñadas *ex profeso*, tanto en el campo de la predicción meteorológica como en el de avance terrestre. Son las siguientes:

- SAPO. Sistema de predicción de oleaje desarrollado por Puertos del Estado.
- SPOL (Sistema de Predicción de Oleaje de Langosteira). Permite obtener un parte de trabajo para las diferentes actividades en la obra, detallando cuáles son aptas y cuáles no en términos de seguridad.
- SAYOM (Sistema de Ayuda a la Obra Marítima). Herramienta para la toma de decisiones mediante criterios de alerta que indiquen la necesidad de cesar o no una determinada actividad, así como para mejorar la productividad.
- GPS en máquinas. Implantación de GPS y sensores de movimiento en las máquinas de avance terrestre del dique que minimizan la necesidad de mano de obra externa.
- Transporte de bloques. Diseño de una plataforma a remolque de un dúmper capaz de transportar hasta cuatro bloques de 150 toneladas. Mejora notablemente los rendimientos de transporte.
- Colocación de bloques. Diseño de la mayor grúa existente en el mercado para colocar bloques de 150 toneladas. Capaz de colocar bloques a 115 metros de distancia. Precisión mediante GPS.
- Colocación de bloques sumergidos. Sistema apoyado en sonar, GPS y un *software* innovador para visualizar en 3D la colocación de bloques en las áreas sumergidas del dique. Aporta precisión y exactitud.



previstas: 3,5 millones de metros cúbicos de hormigón, 7 millones de toneladas de áridos, 30 millones de metros cúbicos de desmonte de canteras o 20 millones de kilos de acero. De esa planificación surgieron las distintas campañas de obra, resultando necesarios dos años para ejecutar las instalaciones auxiliares, cuatro para el avance del dique y uno más para concluir las partes abrigadas de la obra.

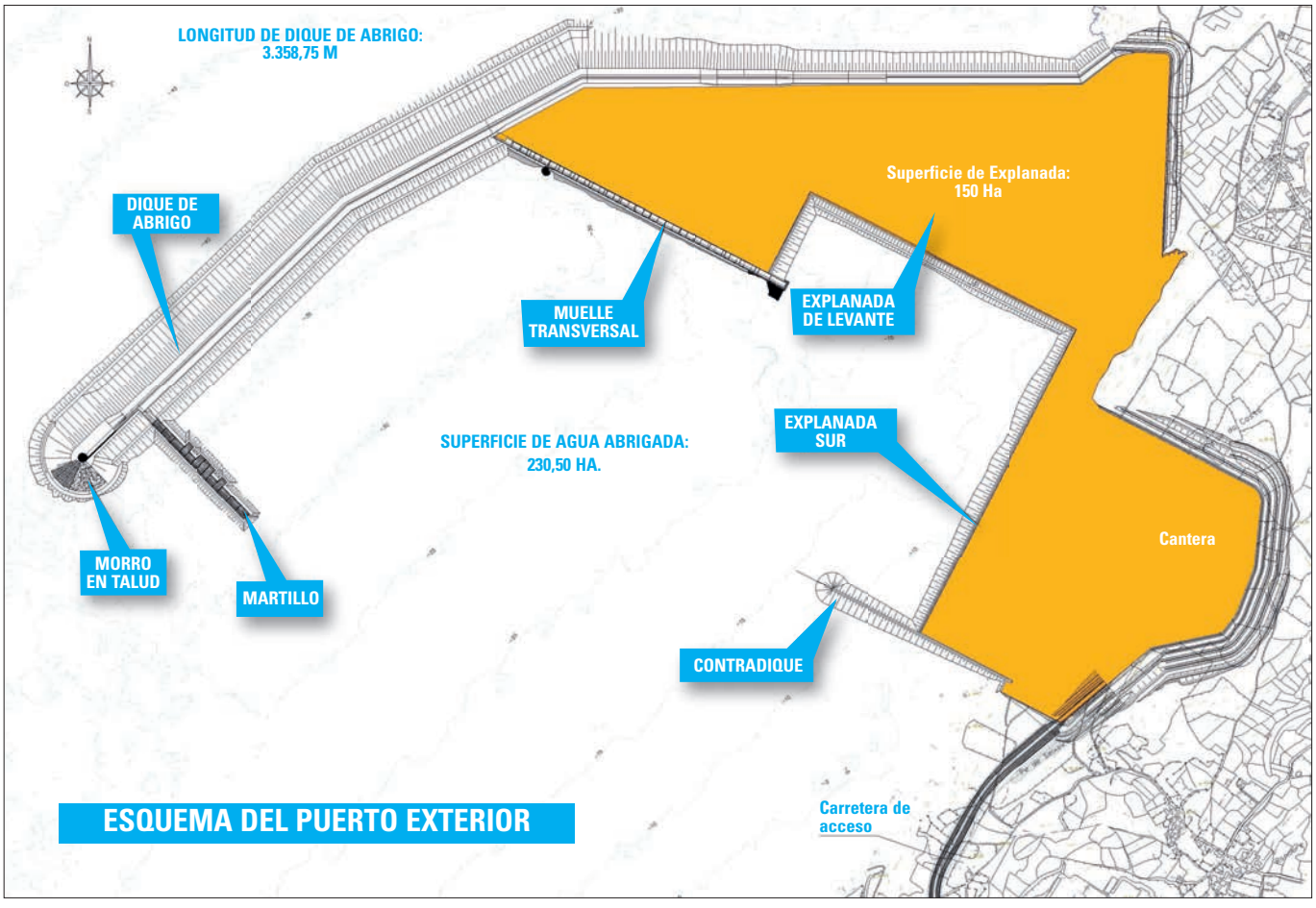
Las obras comenzaron el 11 de marzo de 2005, con un plazo de ejecución de 78 meses. Las primeras actuaciones consistieron en la apertura de las canteras, de donde saldría el material pétreo necesario para la obra, y la construcción de un puerto auxiliar provisional que ofreciera abrigo para el atraque y la carga de los gánguiles que efectúan el vertido de todo uno, escolleras y bloques de hormigón. Para este puerto, que estuvo operativo en abril de 2007, se construyó un dique de 508 metros de longitud. Paralelamente, se acondicionaron las primeras 13 hectáreas de superficie terrestre para ubicar las instalaciones auxiliares, entre ellas las plantas de hormigón, la planta de machaqueo de áridos y el parque de bloques.



El gran condicionante de la obra ha sido el dique de abrigo, que ha absorbido el 82% del presupuesto y ha fijado el calendario de actuaciones, ya que su avance por medios terrestres solo era posible entre marzo y octubre, cuando más benignas son las condiciones del mar (el clima marítimo también ha condicionado los días de trabajo en estos meses). De esta forma, todos los medios se han concentrado en su ejecución durante los meses cálidos, estableciendo las denominadas campañas de verano, dejando para el resto



Arriba, descarga de escollera de 5 toneladas y taluzado por medio de retroexcavadora. Debajo, construcción del espaldón del dique.



del año acciones como los vertidos marítimos o las demás obras del puerto (excavaciones, fabricación de bloques, generación de explanadas, etc.), todas ellas orientadas a preparar la campaña siguiente, para cumplir así con los plazos fijados.

Ejecución del dique

La primera campaña de verano arrancó el 17 de abril de 2007 con el inicio de la ejecución del dique de abrigo, infraestructura de 3.360 metros de longitud y tipología en talud, en tres alineaciones, de profundidad variable, con una altura máxima de 65 metros desde el fondo del mar hasta su punto más alto (lo que mide la Torre de Hércules), capaz de resistir olas de hasta 25 metros de altura. El dique se dispone a partir de un núcleo de todo uno de cantera, sobre el que se apoyan dos capas de filtro (una de escollera de 1 tonelada y otra de bloques de hormigón de 15 toneladas). El

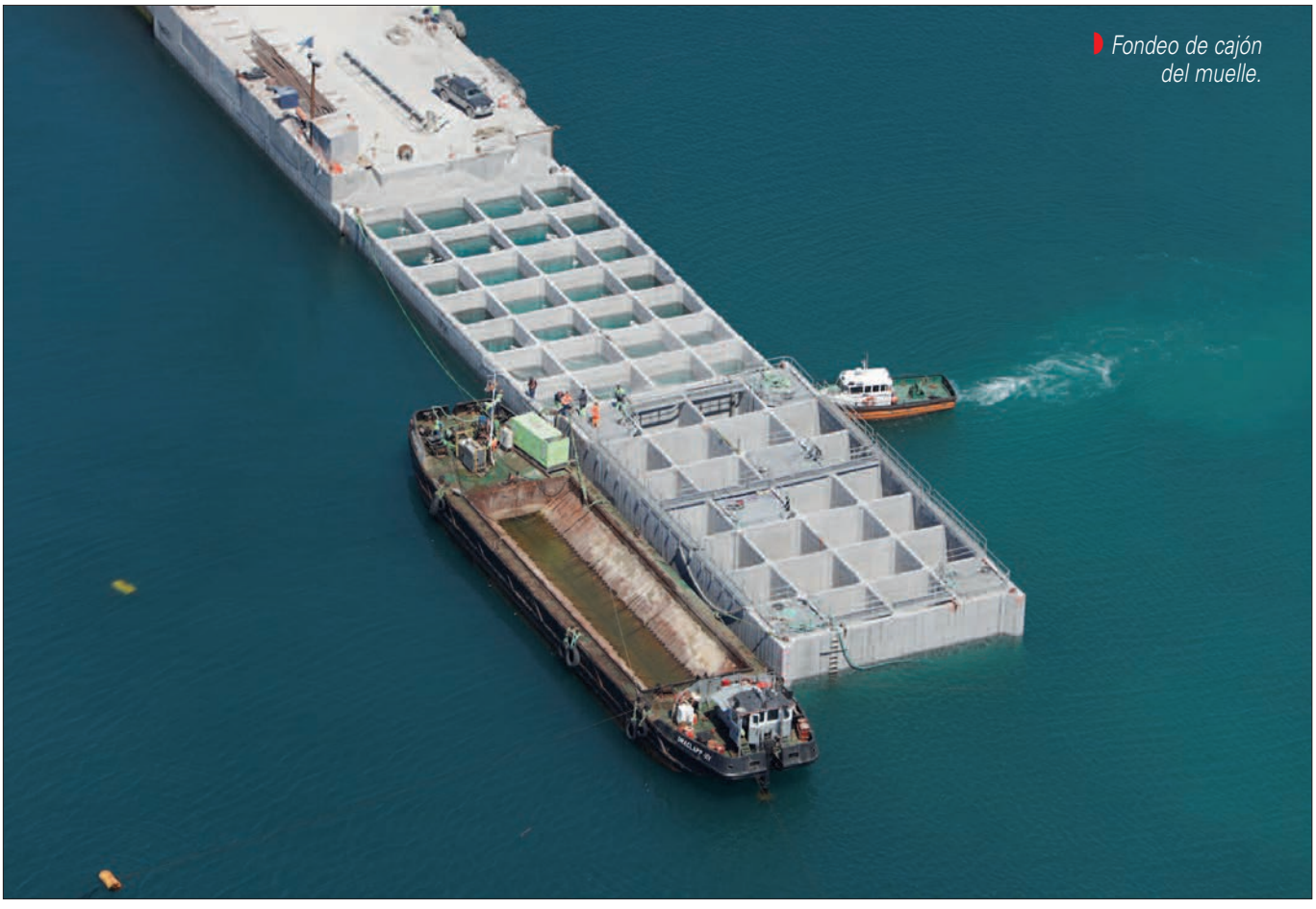


Colocación de bloques mediante grúa de grandes dimensiones.

manto principal está compuesto por distintas secciones en función del peso de sus bloques: 70, 90 y 150 toneladas, completando el dique un espaldón a la cota +25.

En esta campaña inicial se construyó el tramo de arranque del dique, avanzando hasta el PK 0+802, mediante el vertido marítimo y terrestre de 2 millones de todo uno y la colocación de 7.000 bloques de 70 toneladas y 850 de 15 toneladas del manto exterior, alcanzando una profundidad de -14 metros. Concluyó la campaña en noviembre, tras 67 días de trabajos, con la ejecución del morro de invernada, destinado a proteger el frente de avance para soportar las duras condiciones climatológicas del invierno.

La campaña de 2008 (un total de 87 días) discurrió prácticamente por los mismos derroteros, aunque con el doble reto de colocar bloques de 150 toneladas y llegar a profundidades cercanas a 40 metros. En total, para conformar el



Fondeo de cajón del muelle.

dique se colocaron 2,5 millones de metros cúbicos de todo uno por medios marítimos y terrestres, y se dispusieron casi 2.000 bloques de 150 toneladas del manto exterior, para lo que se contó con la mayor grúa sobre orugas existente en el mercado. También se comenzó a ejecutar el espaldón del dique. En total, se construyeron otros 800 metros de dique, hasta alcanzar el PK 1+600, con final en el morro de invernada.

En la siguiente campaña (18 de abril-4 de septiembre de 2009, en total, 98 días), el dique avanzó hasta el PK 2+502, superando profundidades de 40 metros y completando la segunda alineación. Estos registros fueron posibles gracias a mayores volúmenes de obra, entre ellos el vertido de 6,6 millones de metros cúbicos de todo uno por medios marítimos y terrestres, y a la colocación de 5.250 bloques de 50 toneladas y de otros 5.500 de 150 toneladas para el manto exterior. El espaldón progresó hasta el PK 1+583 y se comenzaron a colocar bloques perforados de 53 toneladas para el manto de protección interior del dique. Estos trabajos se simultanearon con el inicio de la ejecución del muelle transversal, perpendicular al dique, con 900 metros de longitud y sección vertical, formado por cajones de hormigón armado.

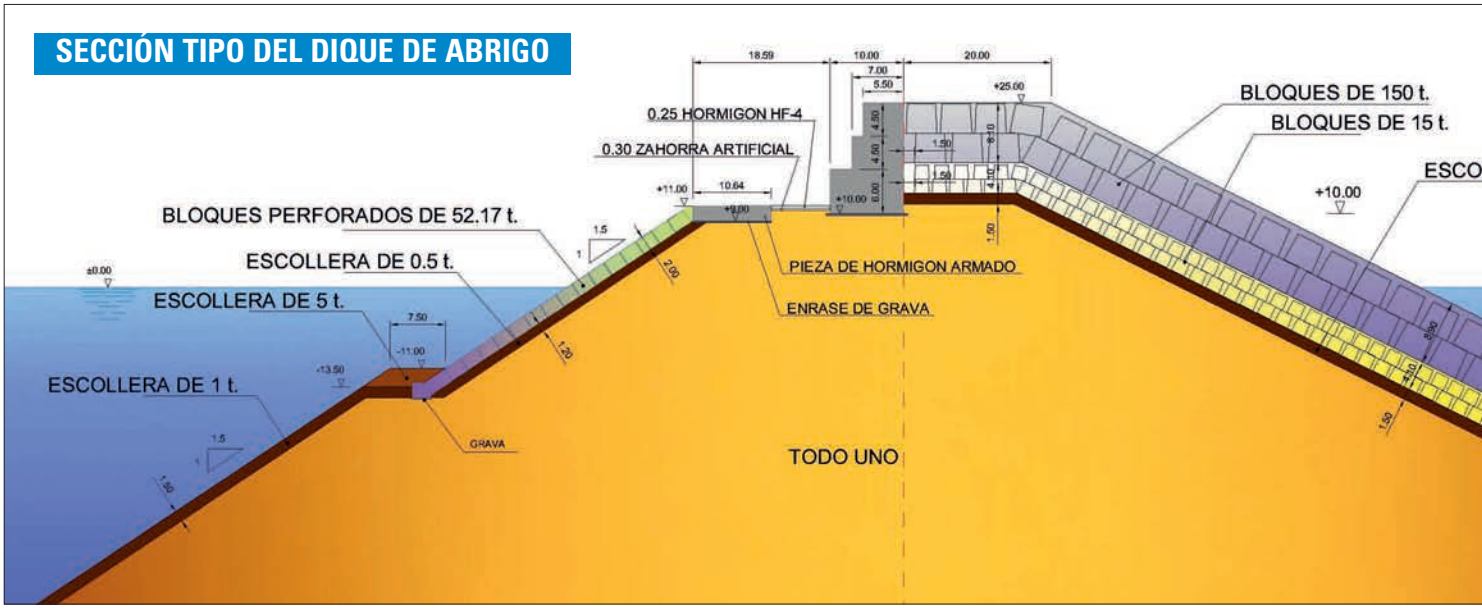
La campaña de 2010, con 76 días hábiles, permitió completar el 25 de julio el avance terrestre del dique hasta el PK 3+358, su punto final, e iniciar el vertido terrestre del morro definitivo. En total, se vertieron casi 4 millones de metros cúbicos de todo uno y se colocaron 8.500 bloques de 150 toneladas, además de otros de distintos tamaños y escollera en la parte interior. La progresión del espaldón alcanzó el PK 2+300.

Paralelamente, al abrigo del dique continuaron otras actuaciones destinadas a conformar la geometría final del puerto. Así, en febrero quedaron generadas 90 hectáreas de superficie portuaria, de las 150 que conformarán la situación en esta fase, obteni-

Protección del medio ambiente

El Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) derivado de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) para el puerto exterior de A Coruña prevé diversas medidas para asegurar mediante controles periódicos la protección del medio ambiente y de los recursos naturales de las zonas adyacentes a las obras que puedan verse afectadas por la construcción y la posterior explotación de las nuevas infraestructuras portuarias. Las más importantes son las siguientes:

- Control atmosférico. Monitorización, mediante captadores de alto volumen, del nivel diario de partículas contaminantes en cuatro lugares de la zona.
- Control de vibraciones. Control sismográfico cada vez que se realice una voladura en las dos canteras de la obra.
- Ecosistemas. Control semanal de la avifauna del entorno, con un seguimiento específico del cormorán moñudo.
- Calidad del agua. Controles de calidad de las aguas en cuatro lugares de la zona durante la construcción y una vez acabadas las obras.
- Biocenosis. Toma de muestras semestral para determinar la evolución de los doblamientos bentónicos del interior y en el entorno de las instalaciones portuarias.
- Seguimiento y control arqueológico. Inventario de los yacimientos existentes en la zona antes del comienzo de las obras. Excavación del castro de Cociñadoiro.





Dúmper transportando un bloque de 150 toneladas, una de las innovaciones del proceso constructivo.

El papel del Cedex

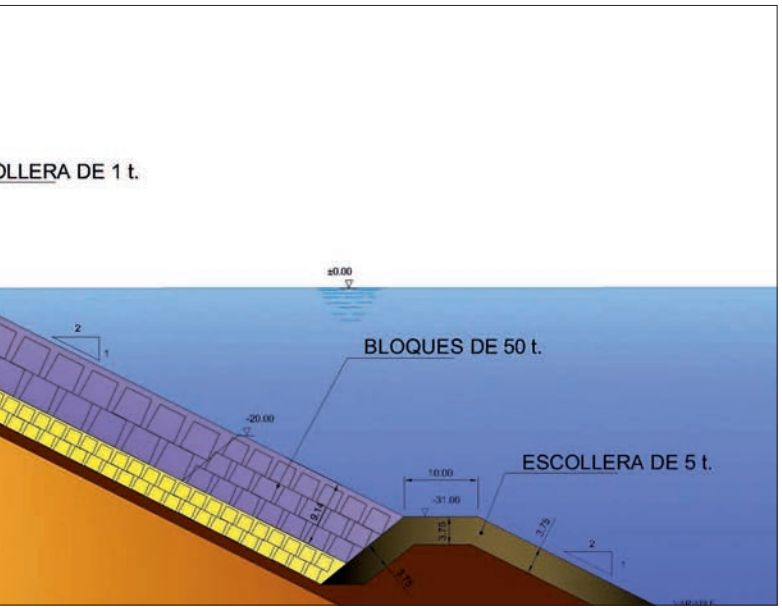
El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (Cedex), dependiente del Ministerio de Fomento, ha jugado un papel muy activo en los ensayos llevados a cabo entre 2005 y 2009 para encontrar la solución de dique que mejor se comportara frente al oleaje y que, al mismo tiempo, facilitara su ejecución. En concreto, seis de los 13 ensayos realizados llevan el sello del Cedex o de su agencia especializada, el Centro de Estudios de Puertos y Costas (sección tipo del dique de abrigo, sensibilidad del comportamiento del dique frente a condiciones extremas, estabilidad y rebase del dique, fases constructivas de la sección de arranque del dique, fases constructivas en el tramo principal del dique –todos ellos en 2D- y variante de la sección tipo y del morro –en 3D-). Otros tres ensayos (estabilidad y rebase del dique en 3D, estabilidad del talud interior del dique en 2D y presiones y esfuerzos en la estructura del trasdós) los realizó el Instituto de Hidrodinámica Aplicada (INHA). En los demás (modelo físico 3D, solución del morro en talud y dos ensayos sobre estabilidad del pie del talud interior) han participado el laboratorio británico HR Wallingford y la Universidad de Aalborg (Dinamarca).

Además, el Cedex ha avalado mediante casi dos centenares de maniobras simuladas cuál será la operatividad real de la nueva dársena, que, según estos cálculos, podrá utilizarse el 97% de los días del año: solo 11 días de cada ejercicio los buques no podrán realizar maniobras para entrar o salir del puerto, debido al clima marítimo. Es un magnífico dato que avala la idoneidad del emplazamiento y las características del puerto exterior.

das de las zonas de cantera y del espacio ganado al mar, que se rellenaron hasta la cota +6. Por otro lado, prosiguió la ejecución del martillo (vertidos de escollera y relleno de sus 13 cajones), del muelle transversal (fondeados los 23 cajones de hormigón que conforman la línea principal) y del contradique de cierre de la explanada sur.

La última campaña de verano, la de 2011, supuso la culminación de los trabajos de superestructura, aunque previamente hubo que arreglar los desperfectos causados en el dique por la tormenta *Becky*. El dique quedó concluido con la finalización del morro, el remate del espaldón y las últimas capas de bloques de 150 toneladas del manto exterior y de 53 toneladas del talud interior, así como de 195 toneladas en el morro, ejecutándose también la losa de rodadura, con la que finalizó la sección de la infraestructura. También se concluyeron en esta campaña el martillo, el muelle transversal y el pequeño contradique de sujeción de cierres de explanadas, ya completadas en toda su extensión, así como la restauración de los desmontes.

El 28 de diciembre de 2011, tras 81 meses y 17 días de trabajo, y después de una inversión de 550 M€ (procedentes de los Fondos de Cohesión

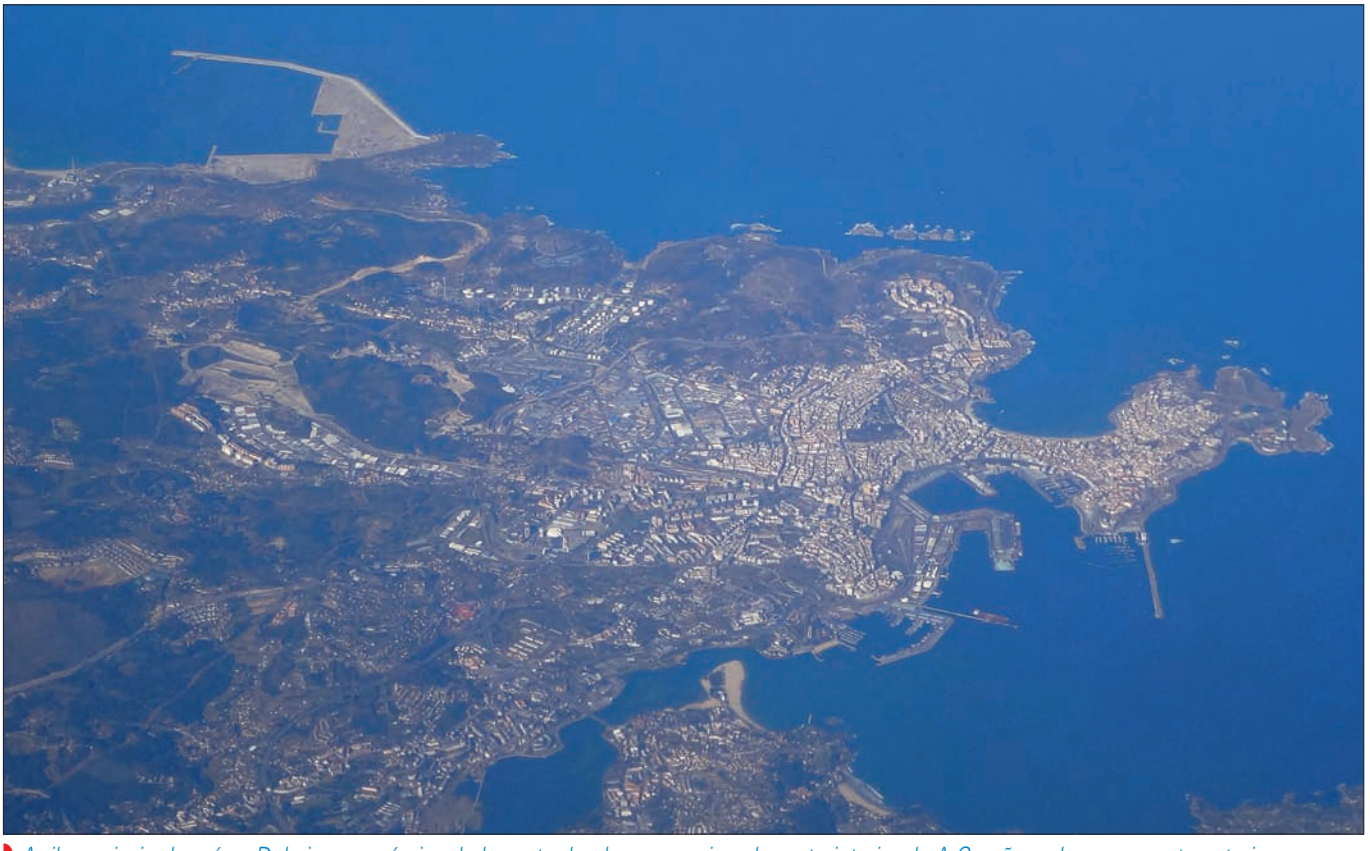


comunitarios, fondos propios de la Autoridad Portuaria y un crédito de Puertos del Estado), se dieron por concluidas las obras de las fases I y II del puerto exterior.

Fase III de la obra

Una vez configurada la geometría del puerto, y con el plan de utilización de los espacios portuarios ya definido, a principios de 2012 se iniciaron las obras de habilitación, destinadas a acondicionar las explanadas generadas para permitir las primeras operaciones comerciales. En concreto, se trata de la construcción de los viales interiores del puerto en una longitud de 2.600 metros y la instalación de las redes de abastecimiento (agua, energía, saneamiento, telecomunicaciones, con-





Arriba, paisaje de grúas. Debajo, panorámica de la costa donde se aprecian el puerto interior de A Coruña y el nuevo puerto exterior.



En busca de negocio

Captar empresas que traigan negocio al puerto exterior es la principal tarea que tiene ante sí la Autoridad Portuaria de A Coruña, que en los últimos meses ha desplegado una campaña de promoción destinada a captar empresas y operadores que se instalen en Langosteira, particularmente de los sectores energético, petroquímico o mineral, actividades hacia las que se orienta la actividad del puerto. En el plan de ocupación del puerto exterior hay reservado un gran espacio para Repsol, empresa con la que se negocia un acuerdo para el traslado de su terminal petrolera desde el puerto interior al exterior, un traslado que es básico porque buena parte de la financiación de la fase III de la obra depende de la liberación de los muelles que ocupa la petrolera. Junto a ello, la empresa mexicana Pemex, cuarta petrolera del mundo y primera empresa de América Latina, se ha convertido ya en el primer gran cliente del puerto exterior con el reciente acuerdo de la Autoridad Portuaria de aprobar la tramitación de una concesión para implantar en Langosteira su base logística de almacenamiento, procesado y distribución de productos petrolíferos en Europa, en la que invertirá 57 M€ para que esté operativa entre 2014 y 2015. Esta terminal, que propiciará un aumento del 20% de los tráficos del puerto y un incremento del 15% de las tasas portuarias, es todo un espaldarazo para el puerto exterior y se espera que ejerza un *efecto llamada* sobre otras empresas. De momento ya hay firmado un preacuerdo con una empresa china para la instalación en el puerto exterior de una planta de energía a través del reciclaje de combustibles de barcos pesqueros y existen conversaciones para la implantación de otras empresas.

trol, y vigilancia), así como la habilitación de la primera explanada de operaciones de la dársena (40.000 metros cuadrados adosados al muelle transversal), mediante la pavimentación, señalización y alumbrado, además de la instalación de los elementos necesarios para permitir el atraque de prácticos, amarradores y remolcadores. Estas obras, finalizadas a principios de septiembre, han permitido estrenar la operatividad del puerto gallego.

Con estas actuaciones, además, se ha puesto ya en marcha la fase III de la obra, con la que se pretende alcanzar la operatividad máxima del







Arriba, vista general del puerto exterior en enero de 2012. Derecha, vista del martillo y explanada principal ya acondicionada en septiembre pasado.

puerto exterior mediante la construcción de nuevas infraestructuras (contradique, pantalanes petroleros, galería de graneles líquidos y 2.000 nuevos metros de línea de atraque) y la generación de 100 nuevas hectáreas de explanada portuaria (hasta alcanzar las 250 contempladas en el proyecto final). Esta fase, que se desarrollará hasta 2015, prevé una inversión cercana a los 200 M€, de los que una cuarta parte se contempla ya en el presupuesto estatal para 2013.

La obra más destacada de esta fase es el contradique o dique oeste, una infraestructura imprescindible para abrigar la lámina de agua del puerto y favorecer la maniobrabilidad y la seguridad de los buques. Situado al final de la explanada sur del puerto, en perpendicular al dique de abrigo, será un espigón de 1.350 metros de longitud. Su construcción se ha dividido en dos fases: en la primera, adjudicada por 17,5 M€ con un plazo de 16 meses, cuya ejecución arrancó a finales de agosto, se construirán los primeros 550 metros de contradique (450 sobre la lámina de agua y 100 más sumergidos) y otro dique en paralelo de 330 metros –que en el futuro quedará integrado con las explanadas portuarias– cuya ejecución es necesaria para proteger la toma de agua de la central eléctrica de Sabón. La segunda fase, con la que se completará la longitud prevista, se desarrollará de forma acompasada con la evolución de la demanda del puerto.

Las siguientes obras previstas serán la galería de graneles líquidos y los pantalanes. La primera consiste en la construcción de la galería para las tuberías que transportarán el crudo y otros derivados desde los pantalanes a los depósitos de las terminales petroleras, que se ubicarán al principio del dique y en la zona de las explanadas más pegada a tierra. La segunda contempla la ejecución de los pantalanes, tres en perpendicular al dique de abrigo (con capacidad para atracar por ambos lados) y un cuarto en el martillo, que con 40 metros será el de mayor calado. En total, están previstos diez puntos de amarre para buques de distinto tamaño con carga de petróleo crudo y productos refinados. Aún no está decidido si la Autoridad Portuaria ejecutará todos los pantalanes o



Vista general de la zona del puerto exterior, con la traza de la autovía que lo conectará a la red viaria.

habrá algunos que serán construidos por las propias empresas que posteriormente los utilizarán.

Accesos y suelo industrial

Además de todas estas infraestructuras portuarias, la nueva dársena de Punta Langosteira requiere un elevado grado de conectividad mediante modernos accesos de alta capacidad para garantizar el traslado de graneles hacia y desde el puerto. Actualmente ya existe un acceso viario por medio de una carretera que conecta con el polígono industrial de Sabón, y desde aquí con la autovía AG-55 y, a partir de esta, con la A-6. Para mejorar este acceso viario, el Ministerio de Fomento está ejecutando una autovía que enlazará directamente con la AG-55 y que actualmente se encuentra en fase de ejecución avanzada. En el presupuesto estatal para 2013 se han consignado 15,5 M€ para este fin.

Respecto al acceso ferroviario, está prevista la construcción de un enlace de unos 7 kilómetros de longitud que unirá el puerto exterior con la red general ferroviaria, así como una terminal en el interior del puerto. El Ministerio de Fomento ha reiterado su compromiso con la Autoridad Portuaria de A Coruña para construir lo antes posible este necesario enlace ferroviario, que actualmente se encuentra en la fase de estudio informativo.

Otra necesidad del puerto exterior, imprescindible para su operatividad aunque ya prevista desde que se decidió su emplazamiento en Langosteira, es la habilitación de grandes superficies de suelo industrial y logístico en su entorno inmediato con un doble objetivo: atender la demanda de empresas que surgirá a corto y medio plazo y separar la actividad portuaria e industrial de los núcleos habitados. Con este doble objetivo, la Xunta de Galicia reservó en 2011 un total de 4,5 millones de metros cuadrados de suelo industrial en todo el perímetro portuario para atender esas necesidades. La Autoridad Portuaria, por su parte, tiene previsto suscribir convenios con las poblaciones circundantes con objeto de que aprovechen las oportunidades de desarrollo que generará el puerto exterior. ■



Traslado del dique flotante a la obra para la fabricación de cajones.

Revista del Ministerio de

Fomento







TRENES HISTÓRICOS Y TURÍSTICOS EN ESPAÑA

Monográfico julio-agosto 2012











GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

RESERVE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 6478 / 6449
Por fax: 91 597 61 86 (24 horas).
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es



EN SERVICIO LA TOTALIDAD DE LA RONDA DE LA BAHÍA DE SANTANDER (S-30)

Circunvalación estratégica



Conexión de la ronda de circunvalación S-30 con la autovía S-10.

JAVIER R. VENTOSA
FOTOS: DCE CANTABRIA

El Ministerio de Fomento ha completado este verano la Ronda de la Bahía de Santander (S-30), una circunvalación de gran capacidad de 12,3 kilómetros que rodea por el oeste la zona metropolitana de Santander. Su objetivo es mejorar la distribución del abundante tráfico existente en los accesos a la capital cántabra y en el resto de municipios del entorno de la bahía.

La nueva Ronda de la Bahía de Santander (S-30), abierta al tráfico en su totalidad tras seis años de trabajos y una inversión del Ministerio de Fomento superior a 218 M€, parte de la autovía S-10, que hasta ahora constituía el acceso a la ciudad del tráfico de largo recorrido procedente del este, traza un arco al oeste del entorno periurbano de la bahía y finaliza en la confluencia con la autovía S-20, que conecta la autovía de la Meseta (A-67) con la zona urbana de El Sardinero. A lo largo del trazado enlaza con la autovía A-67 y con las carreteras nacionales N-611 y N-623, además de con otras vías regionales.

Los dos tramos abiertos al tráfico el 4 de agosto pasado (San Salvador de Heras-Parbayón y Parbayón-Cacicedo) se han sumado al recorrido puesto en servicio en marzo de 2009 (Cacicedo-Peñacastillo) para constituir una nueva autovía de 12,3 kilómetros de longitud que tiene carácter estratégico para la accesibilidad de Santander y su área me-



va circunvalación nace con el objetivo de mejorar las comunicaciones sur-norte en el entorno de la bahía, aliviando las congestiones de tráfico y agilizando la fluidez del tráfico rodado en los accesos a los municipios de Santander, Camargo, Astillero, Piélagos, Villaescusa y Medio Cudeyo.

Para ello, la nueva autovía ha comenzado a captar desde su apertura completa buena parte del tráfico que hasta ahora soportaban los principales viales que rodean la bahía santanderina (más de 200.000 vehículos diarios, cerca de la mitad de ellos correspondientes a la S-10), por lo que la nueva ronda está llamada a convertirse en breve tiempo en la principal alternativa para los recorridos sur-norte de la zona de la bahía y, por tanto, en una de las autovías más transitadas de la comunidad autónoma cántabra. Además, aporta a los usuarios mayor rapidez y seguridad en los desplazamientos.

A continuación se describen las principales características de los dos nuevos tramos de la ronda:





Estructura sobre la ría de Solía, de 202 metros de longitud.

San Salvador de Heras-Parbayón

El primer tramo de la nueva ronda S-30 se inicia a la altura del antiguo enlace de San Salvador de Heras en la S-10, eliminado con las obras, donde se produce la confluencia y bifurcación entre la S-10 y la S-30. El trazado discurre en sentido este-oeste a lo largo de 4,1 kilómetros. La sección del tronco se compone de dos calzadas de 7 metros de anchura cada una, arcenes exteriores de 2,5 metros, interiores de 1 metro, bermas exteriores de 1,25 metros y mediana de 10 metros de anchura.

El paso de la S-30 por el tramo inicial próximo a la ría de Solía se realiza mediante un viaducto de 922 metros de longitud para la dirección Bilbao-Santander y de 810 metros para la dirección Santander-Bilbao. La tipología de la estructura sobre la autovía S-10 es un tablero mixto de tres vanos de 31, 40 y 31 metros de longitud. El tablero está formado en su parte inferior por una estructura de acero laminado. El resto del viaducto se desarrolla a lo largo de 23 vanos de 35,50 metros de longitud cada uno, siendo gemelo del viaducto de salida hacia Bilbao.

El objeto de esta estructura es disminuir el *efecto barrera* que la autovía produce en un entorno residencial, como el que existe en la zona, junto a la carretera N-635. Con esta solución, además, se cumple lo prescrito en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), que solicitaba proteger el dominio público marítimo de la ría de Solía mediante una estructura.

A continuación se sitúan tres estructuras consecutivas: una sobre el canal de Santa Ana, formada por dos vanos de 40 metros de longitud cada



Enlace de Guarnizo, de tipología diamante con pesas, situado hacia la mitad del tramo San Salvador de Heras-Parbayón.

una; otra tipo cajón de sección interior libre de 7 metros de anchura y 5 de altura, con una longitud total de 68 metros, situada sobre la explanada del antiguo ferrocarril Santander-Ontaneda, hoy utilizada como senda peatonal y carril bici; y una tercera, similar a la anterior, ubicada en el ramal de conexión del enlace de Guarnizo con la glorieta sobre la CA-142, y que salva la misma senda peatonal del antiguo ferrocarril minero.

Hacia la mitad del tramo se sitúa el enlace de Guarnizo, con tipología de diamante con pesas, que conecta con la carretera autonómica CA-142, a través de su vía de enlace, mediante una intersección en glorieta.

El trazado se aleja a continuación de la isla de Morero, tal como establece la DIA, y, para permitir la permeabilidad de la fauna, se ha construido una estructura de 82 metros de longitud, un paso de fauna para animales medianos y se ha sobredimensionado una obra de drenaje. Posteriormente, para el cruce sobre la ría de Solía se ha construido una estructura de 202 metros de longitud.

El tramo finaliza en el enlace de Astillero, con tipología de diamante con pesas, que sirve para conectar la ronda con las carreteras CA-143 (autonómica, de Boo de Guarnizo a Cianca) y N-623 (de Burgos a Santander), además de enlazar con el tramo contiguo de la ronda.

Terrenos blandos

Las cimentaciones de los terraplenes y de las estructuras constituyen el elemento más singular del tramo, que se apoya en suelos blandos, ya sean antiguas marismas o balsas de decantación minera. Para realizar las distintas estructuras se ha recurrido a pilotes de longitudes variables desde 10 a 30 metros de profundidad y diámetros variables de 1 a 1,5 metros.

Las principales medidas medioambientales llevadas a cabo en este tramo, con un presupuesto aproximado de 1,8 M€, han sido hidrosiembra de taludes, plantaciones en enlaces y mediana, y pantallas acústicas en las zonas próximas a las zonas urbanas para evitar el aumento de ruidos procedentes de la autovía. Estas pantallas, de 2 metros de altura sobre barrera rígida

Distribuidor de La Marga

Mes y medio antes de estrenarse la totalidad de la S-30 el Ministerio de Fomento puso en servicio el distribuidor de La Marga, un vial urbano destinado a mejorar las comunicaciones norte-sur de la ciudad que permite comunicar transversalmente las autovías S-10 y S-20 a la entrada de Santander. Este vial de alta capacidad, de 1.538 metros de longitud y que incluye un falso túnel, permite a los usuarios que llegan desde la S-10 o la N-623 dirigirse hasta la avenida de los Castros (y desde ahí a la S-20) sin tener que atravesar puntos críticos como Cuatro Caminos o Camilo Alonso Vega. Se estima que más de 33.000 vehículos utilizan a diario esta infraestructura, lo que ha contribuido a disminuir el volumen de tráfico a la entrada de la ciudad, especialmente en el barrio de Cazoña, como ha constatado el Ayuntamiento de Santander. El Ministerio de Fomento ha invertido casi 36 M€ en este proyecto, que también ha incluido una pasarela peatonal sobre el distribuidor para mejorar la movilidad entre Cazoña y Cuatro Caminos, además de una nueva rotonda y la reconfiguración de otra ya existente para mejorar los movimientos del tráfico en la zona.



Boca sur del túnel bitubo de La Morcilla, principal elemento singular del tramo Parbayón-Cacicedo.

de 0,80 metros, son de dos tipos: sobre viaducto (pantallas de metacrilato transparente) y sobre terraplenes (pantallas metálicas absorbentes de ruido y reflectantes).

Parbayón-Cacicedo

El segundo tramo de la S-30, contiguo al anterior, tiene una longitud de tronco de 6 kilómetros, a los que se añaden 3 kilómetros en ramales de enlace y 4 kilómetros en caminos de servicio. Incluye la construcción de dos viaductos, una estructura, tres pasos superiores y un paso inferior. Discurre en dirección norte y tiene las mismas características de sección que el itinerario anterior salvo en un tramo entre los enlaces de Revilla de Camargo y de Piedras Blancas, donde la calzada alberga tres carriles por sentido.

Este recorrido, que arranca en el enlace de Astillero, presenta una problemática similar al tramo anterior ya que



Enlace de Revilla de Camargo, de tipología de glorieta bajo la autovía.

discurre en terraplén sobre suelos blandos de antiguas balsas de decantación minera. Esta circunstancia ha obligado a emplear mechas drenantes y precargas, así como a la ejecución por fases y el empleo de banquetas estabilizadoras para asegurar la estabilidad del terraplén y controlar los asientos del mismo.

La traza se dirige en sentido noroeste hacia el alto de la Morcilla, que atraviesa mediante dos túneles paralelos de 634 y 586 metros (calzada derecha e izquierda, respectivamente), orientándose desde este punto en dirección sur-norte para llegar al enlace de Revilla de Camargo de conexión con la carretera autonómica CA-240 (Maliaño-Arce), resuelto mediante la tipología de diamante con glorieta de gran radio bajo la autovía.

Tras superar este enlace, la traza discurre bajo el macizo de Piedras Blancas mediante un túnel artificial de 260 metros de longitud, exigido por



Enlace de la ronda de circunvalación con la autovía de la Meseta (A-67), que constituye el final del tramo Parbayón-Cacicedo.

la DIA. A su salida se encuentra el enlace de Piedras Blancas, con tipología de diamante con glorieta superior, que da servicio a las carreteras autonómicas CA-307 (Herrera de Camargo-Camargo) y CA-308 (Revilla de Camargo-Igollo), conectando a través de esta con la carretera nacional N-623.

Desde este punto y hasta las proximidades del enlace con la autovía de la Meseta (A-67), en que finaliza este recorrido conectando con el tercer itinerario de la S-30 (Peñacastillo-Cacicedo), el tramo se encuentra en servicio desde marzo de 2009.

Una actuación periurbana

Las singularidades de la obra de este tramo son las correspondientes a una actuación periurbana con dificultades en las expropiaciones, la afección a numerosos servicios (abastecimiento, saneamiento, electricidad y gas) y las dificultades geotécnicas derivadas de los suelos blandos, por una parte, y por desarrollarse en una zona kárstica entre el túnel de la Morcilla y el final del tramo, con la presencia de agujas y cuevas.



Enlace de Piedrasblancas y túnel artificial del mismo nombre.

Tanto los túneles de la Morcilla como el túnel artificial de Piedras Blancas cumplen con el decreto de seguridad en los túneles y disponen de sistemas de evacuación, iluminación, ventilación, red de hidrantes, megafonía, detección de incendios, circuito cerrado de televisión, grupos electrógenos, alumbrado de emergencia y SAI.

Entre las medidas ambientales adoptadas, que han tenido un presupuesto cercano a 1,1 M€, destacan el túnel artificial de Piedras Blancas, el ajuste de trazado para evitar terraplenes altos en sus proximidades y el tumbado de taludes para minimizar el impacto en las proximidades de la boca sur del túnel de la Morcilla, medidas recogidas en la DIA. Para limitar el ruido se ha adoptado en la capa de rodadura un firme drenante y se han implantado pantallas antirruido de hormigón y de metacrilato. También se han sembrado los taludes y se está procediendo a realizar plantaciones en la fase final de las obras. ■

MUSEO DEL FERROCARRIL



www.museodelferrocarril.org

MUSEO DEL FERROCARRIL
Fundación de los Ferrocarriles Españoles

Paseo de las Delicias, 61
28045 Madrid



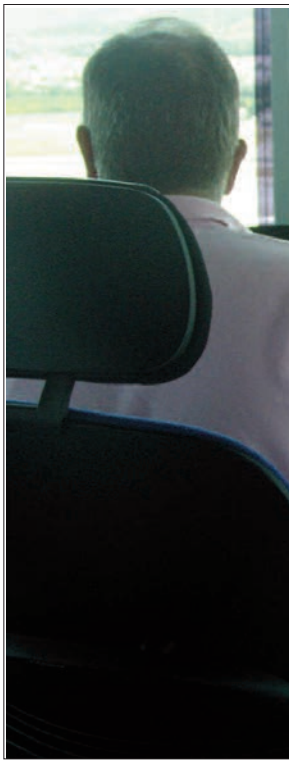
LA TORRE DE CONTROL DEL AEROPUERTO DE MÁLAGA, PIONERA EN LA IMPLANTACIÓN DE LA FICHA ELECTRÓNICA DE PROGRESIÓN DE VUELO



Más memoria, mejor gestión

R. F. Fotos: Aeropuerto de Málaga

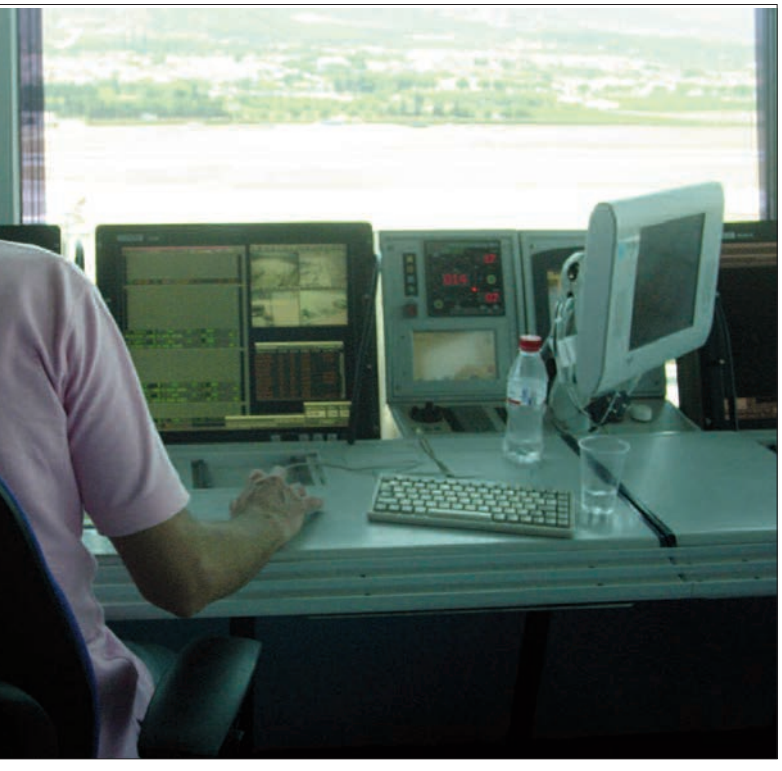
El aeropuerto Málaga-Costa del Sol ha sido el primero en adoptar una nueva herramienta, la ficha electrónica de progresión de vuelo, que hará más fácil el control del tráfico aéreo en su área de influencia y que muy pronto se implantará en otros aeropuertos de la red de Aeropuertos Nacionales y Navegación Aérea (Aena). Las nuevas fichas, que sustituyen a las de papel, permiten, entre otras ventajas, una actualización automática de los datos y la mejor gestión del plan de vuelo.



Las fichas electrónicas facilitan la labor de los controladores en aeropuertos con gran número de operaciones.







Hasta ahora, para realizar su labor, los controladores aéreos contaban con una herramienta indispensable: la ficha de progresión de vuelo, una cartulina rectangular en la que figura la información más importante de un vuelo (compañía, tipo de avión, ruta, horas previstas de llegada y despegue, etc.). Su formato de tira alargada permite una fácil manipulación y también su agrupación en portafichas o bahías que el controlador puede ordenar de acuerdo a secuencias lógicas y sencillos códigos de colores (habitualmente verde para los vuelos de salida y amarillo para los de llegada) según el desarrollo horario previsto.

Memoria en papel

Sobre esa ficha en papel, el controlador realiza también sus propias anotaciones a mano con los datos que recibe en cada momento, bien desde las aeronaves o desde otros centros de control, a fin de efectuar el seguimiento real y actualizado del vuelo. Las fichas funcionan, pues, como un registro, una memoria puntual que permite al controlador concentrarse en la planificación de las acciones. Sin embargo, en aeropuertos con un gran número de operaciones al día, la coordinación de movimientos de las aeronaves requiere de la participación de varios puestos de control especializados (autorizaciones, para confirmar el plan de vue-





Aena tiene previsto implantar el nuevo sistema de fichas electrónicas en toda la red a partir de 2014.

lo y facilitar la información necesaria al piloto antes del despegue; de rodadura, para coordinar los movimientos del avión en tierra; local, para gestionar y autorizar aterrizajes y despegues, etc.). Y, en muchas ocasiones, como sucede en los aeropuertos de Madrid-Barajas, Barcelona-El Prat, Palma de Mallorca o Málaga, esos puestos de control están alejados entre sí o en torres de control distintas. Para llevar a cabo la transferencia –físicamente imposible de realizar de modo inmediato– de las fichas de progresión de vuelo entre esos distintos puestos, hasta ahora se ha venido recurriendo a cámaras y monitores de televisión que reproducían en cada puesto la bahía o el conjunto de fichas de progresión de vuelos de acuerdo a la secuencia prevista.

Las nuevas fichas electrónicas de progresión de vuelo, como las recientemente implantadas en Málaga, no harán necesarias ya esas "retransmisiones" vía TV y permitirán una gestión más integrada de los vuelos, con una actualización casi inmediata de los datos que además pueden ser visualizados en la pantalla del radar, lo que facilita aún más la labor de los controladores y la coordinación entre los distintos puestos.

El proyecto de la ficha electrónica se inscribe dentro de un ambicioso programa de mejora del sistema para la automatización del control del tráfico aéreo, el Sacta (Sistema Automatizado de Control del Tránsito Aéreo), emprendido por Aena hace ya más de una década, mediante el proyecto Victor (Visualización Integrada de Control de Torre), que comprende desde el desarrollo de sistemas integrales de asistencia al controlador (información en tiempo real del estado del embarque, creación de secuenciadores de despegue y aterrizaje, refuerzo del control de movimientos en tierra y de las alertas de

Ventana y ratón en las nuevas fichas

Las nuevas fichas electrónicas de progresión de vuelo se basan en aplicaciones informáticas diseñadas para simplificar al máximo las tareas que antes efectuaba el controlador en las tradicionales fichas de papel. Para ello, en el nuevo formato, los espacios se han organizado en campos, de manera que el controlador puede editar en ellos las acciones correspondientes, bien escribiendo con el teclado o bien eligiendo listas de opciones de un menú que se despliega con el oportuno clic del ratón en el campo escogido. Básicamente se han establecido tres tipos de fichas: despegues (color verde), llegadas (amarillo) y sobrevuelos (blanco), y en cada una de ellas el controlador puede optar por la versión básica, con los datos habitualmente necesarios para desarrollar las operaciones correspondientes a su posición, o extendida, que además de los datos de la básica, contiene otros de interés más puntual.



La ficha electrónica permite una gestión más integrada de los vuelos, con la actualización casi inmediata de los datos y su visualización en el radar.

incursión en pista e intrusiones en zonas sensibles, asignación automática de pistas, etc.) hasta el diseño de nuevas consolas más funcionales para las posiciones de torre o la integración de los sistemas de comunicaciones de voz.

Más ventajas

Con la nueva ficha electrónica se amplían de forma considerable las ventajas de la ficha de papel, ya que proporciona la actualización y transferencia de datos sobre la situación del tráfico aéreo en tiempo real. Asimismo, se reduce también la dependencia de los puestos de control con respecto a otros sistemas de comunicaciones (voz, TV) y se facilita la tarea de los controladores, haciendo más eficaz su gestión de los vuelos.

En el desarrollo de la nueva ficha electrónica a través del proyecto Sacta-Victor han participado técnicos y controladores de Aena integrados en diferentes grupos de trabajo. Para su puesta a punto, incluida la aplicación de sistemas de ingeniería innovadores y las múltiples simulaciones y ensayos previos, ha invertido alrededor de 40 M€.





Para su implantación en la torre de control del aeropuerto de Málaga-Costa del Sol, Aena ha efectuado una inversión de unos 750.000 €. Previamente la plantilla de controladores del aeropuerto recibió la formación teórica y práctica necesaria, y a fin de evitar cualquier posible incidencia negativa se establecieron dispositivos de seguimiento y se organizó un comité para establecer los protocolos de actuación a seguir frente a cualquier fallo en el nuevo sistema. Próximamente Aena tiene previsto implantar el nuevo sistema en las torres de control de los aeropuertos de Palma de Mallorca, Barcelona y Madrid y, a partir del año 2014, en el resto de la red. ■

LA II EDICIÓN DE SOLAR DECATHLON EUROPE HACE REALIDAD LA UTOPÍA DE LA VIVIENDA AUTOSUFICIENTE

Pura energía



Julia Sola Landero Fotos: Caballero

Dieciocho viviendas diseñadas para reducir al máximo el impacto medioambiental a lo largo de su tiempo de vida –menos consumo de energía, menos residuos, menos emisiones– se expusieron del 14 al 30 de septiembre en Madrid en Solar Decathlon Europe, promovida por el Ministerio de Fomento. Esta competición universitaria internacional, creada en Estados Unidos, se ha convertido en la más importante plataforma para fomentar la sostenibilidad en la arquitectura a través de la investigación y la innovación.









Exterior e interior de la vivienda Canopea, ganadora del certamen. Arriba, una imagen de la nutrida asistencia al concurso.

Solar Decathlon es un laboratorio de ideas, una invitación al experimento y al ensayo de utopías que salten al terreno de lo posible. La idea surgió en 1999 a iniciativa del Departamento de Energía de Estados Unidos y la primera edición se celebró tres años después en Washington. Su objetivo es doble: utilizar estrategias para optimizar recursos y materiales, y emplear energías naturales, como la solar, en la edificación.

Tras su éxito en Estados Unidos, se estableció un acuerdo bilateral entre el Gobierno norteamericano y el español que permitió celebrar su primera edición europea. Fue en Madrid en el año 2010. Tras repetir la celebración en la capital española, Solar Decathlon Europe viajará a Francia en 2014.

La II edición europea de este concurso ha sido promovida y organizada por el Ministerio de Fomento a través de la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, y con la colaboración de la Universidad Politécnica de Madrid, la Unión Europea y el Departamento de Energía de Estados Unidos. Además, el concurso cuenta con el apoyo del Ayuntamiento de Madrid y del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE). En la edición de este año han participado once países: España, Portugal, Francia, Rumanía, Alemania, Italia, Hungría, Dinamarca, Japón, China y Brasil.

Soluciones innovadoras

La Villa Solar acogió, en sus 38.350 metros cuadrados de superficie, los prototipos de vivienda presentados por los equipos participantes, formados por estudiantes de arqui-







De arriba abajo, Fold, del Team DTU (Dinamarca); Casas em Movimento, de Cem+Nem (Portugal), e interior de Patio 2.12, del Andalucía Team (España).

tectura, ingeniería y ciencias, conocidos como decathletas y tutelados por un profesor. Allí se hacen realidad osados proyectos con las soluciones más innovadoras en materia de sostenibilidad. Se trata de crear casas capaces de generar la energía que consumen y de gestionar sus residuos.

En esta última edición se han podido ver paneles térmicos colocados en techos y suelos para climatizar el interior de la vivienda, puntos de recarga para vehículos eléctricos que reciben parte de la energía sobrante de las casas, o también aspectos rescatados y mejorados de la arquitectura tradicional, como los sistemas de ventilación y refrigeración natural o una adecuada orientación, que reducen la necesidad de energía eléctrica para aire acondicionado. Son casas autosuficientes, con diseños de vanguardia y que dejan la mínima huella medioambiental durante su ciclo de vida.

Solar Decathlon es una competición y las 18 viviendas presentadas luchan por alzarse con el primer premio. La valoración de los criterios que el jurado tiene en cuenta para premiar a la casa que mejor reúne los objetivos que se persiguen se realiza mediante diez pruebas puntuables –de ahí el nombre de decathlon –, agrupadas en cinco categorías: Arquitectura, Energía, Confort, Socio-Económica y Estratégica. En estas categorías se encuadran el diseño arquitectónico, ingeniería y construcción, eficiencia energética, balance de energía eléctrica, condiciones de bienestar, funcionamiento de la casa, comunicación y sensibilización social, industrialización y viabilidad de mercado, innovación y sostenibilidad. Todas se evalúan de acuerdo a tres criterios: realización de tareas, mediciones in situ y la evaluación de los jurados, integrados por arquitectos, ingenieros y científicos de prestigio.

Nanotorres

La vivienda Canopea, diseñada por el equipo francés de la Universidad de Rhône-Alpes, sumó el mayor número de puntos en cada una de las pruebas y resultó la ganadora





Eco-house, de la Universidad de Tongji (China), y Casa Prispa, del Team Prispa (Rumania).

de esta edición 2012. La vivienda es una muestra de un imaginario barrio formado por edificios de diez plantas, denominados *home towers*, que albergarían en su parte más alta paneles solares que captarían el 95% de la energía solar y el 30% de la lluvia.

La casa se inspira en el concepto de nanotorres, que albergan una vivienda unifamiliar en cada piso. Es espaciosa y está rodeada por pasillos en sus cuatro lados, lo que permite el contacto directo y permanente con la naturaleza y la posibilidad de tener un huerto; y como añadidura para la comodidad de sus habitantes, dispone de zonas comunes en su primera y última planta que albergarían servicios básicos como guarderías, tiendas, estaciones de recarga para coches eléctricos, cocinas al aire libre o invernaderos.

Patio andaluz tecnológico

El segundo puesto fue para el equipo español Andalucía Team, formado por las universidades de Granada, Sevilla, Málaga y Jaén, por su proyecto Patio 2.12. El diseño, basado en módulos prefabricados, recupera la idea del patio andaluz, un espacio interior que los autores denominan "patio tecnológico", en el que se han instalado pérgolas domotizadas y cristaleras regulables para modular la luz y la sombra, la humedad, la temperatura y los sonidos. En





Astonyshine, del equipo franco-italiano de la Escuela de Arquitectura de París y la Universidad de Ferrara; Casa Pi, de la Universidad de Zaragoza, y colas ante una de las originales propuestas.

torno a este lugar interior, y respondiendo al concepto "*kit* de espacios", se colocan, sin tabiques, las dependencias que responden a cocina-comedor, salón-estudio, dormitorio-baño y sala técnica-lavadero-gimnasio, todo fabricado con materiales tradicionales, como cerámica o madera proveniente de bosques sostenibles.

El uso del sol en esta casa mediterránea se hace mediante cubiertas fotovoltaicas, combinadas con placas mixtas con sistemas de energía solar térmica para el agua caliente, que producen tres veces más energía que la consumida habitualmente. Como complemento, dispone de un sistema informatizado que controla las horas en las que deben ponerse en marcha los electrodomésticos para adecuar la producción de energía a la demanda; además, en el exterior cuenta con un punto de recarga para coches eléctricos.

La propuesta andaluza ha recibido, además, los premios de eficiencia energética y de comunicación y sensibilización social. En la prueba de eficiencia se valoraron los sistemas de acondicionamiento térmico, la eficiencia de los electrodomésticos o la automatización.

Med in Italy

El tercer puesto fue para el proyecto Med in Italy, realizado por alumnos de las universidades de Roma TRE y La Sapienza. Esta casa, inspirada en el diseño de las viviendas del sur del Mediterráneo, cuenta con espacios privados que se comunican entre sí, pero pueden permanecer aislados unos de otros para conservar la intimidad. Con forma de poliedro de seis caras, la casa se adaptaría al espacio urbano y en el caso de formar una comunidad, favorecería la concentración y con ello la sostenibilidad.

El modelo italiano lideró la prueba de sostenibilidad en reconocimiento a sus esfuerzos por conseguir la máxima optimización de los recursos locales y materiales, además de incluir un factor de economía sostenible basada en los me-

nores costes de transporte –gracias a la ligereza de sus materiales– y de compra. También se tuvo en cuenta la utilización de materiales naturales, renovables y de fácil montaje.

Solar Decathlon China

Un convenio similar a los firmados para EE UU y Europa ha dado paso recientemente a la presentación de Solar Decathlon China. Si la celebración de la edición europea se hace en los años pares y la norteamericana en los impares, a partir de su estreno en 2013 China celebrará su edición con unos meses de diferencia respecto a la norteamericana. Las tres competiciones se organizan de forma independiente y presentan su propia reglamentación, pero comparten el mismo objetivo común de potenciar la investigación en materia de sostenibilidad, y de convertirse en plataforma para la concienciación social y en altavoz de los cambios que se suceden para reconciliar arquitectura y naturaleza. ■





Arriba, Counter Entropy House, de la Universidad RWTH de Aachen (Alemania). Izquierda, Patio 2.12, del Andalucía Team.

Propuestas españolas

Además del equipo andaluz, ganador del segundo premio del Solar Decathlon Europe 2012, otras cuatro universidades españolas participaron en el concurso con cuatro ambiciosos proyectos de viviendas sostenibles. Sus propuestas se instalaron en Madrid provenientes de Valencia, Zaragoza, Cataluña y el País Vasco.

El séptimo puesto de la clasificación fue para el equipo de la Universidad CEU Cardenal Herrera de Valencia con su casa solar SMLsystem, así como la calificación de la segunda casa con mejor balance energético. Una de sus principales innovaciones es el suelo fotovoltaico transitable en el exterior de la casa. Cada baldosa de este suelo permite captar y almacenar durante el día la energía equivalente a seis horas de luz de una bombilla convencional, una energía que podrá ser usada de noche para iluminar la casa. En el apartado de domótica, la casa presenta aplicaciones de monitorización y control de la vivienda para manejarla desde un *smartphone* o *tablet*.

La vivienda diseñada por los estudiantes de la Universidad Politécnica de Cataluña es una atrevida propuesta llamada Casa (E)co, que se situó en el octavo puesto. Está compuesta por dos pieles o capas: una nave industrial a dos aguas que hace frente a los agentes externos y tres módulos de madera en su interior. Esta estructura permite crear espacios con funciones cambiantes a lo largo del año. Los módulos de madera permiten un mayor grado de confort, proporcionado por el aislamiento térmico de sus muros y por el aire acondicionado de una bomba de calor de baja tecnología: un depósito de grava acumula o disipa calor según la estación y la hora del día. Además, utiliza materiales reutilizables y biodegradables, y cuenta con un sofisticado sistema de recuperación de agua de lluvia, añadiendo un sistema de reciclado de aguas grises que emplea técnicas naturales que evitan un gran consumo energético, como la filtración.

La Universidad del País Vasco instaló en la Villa Solar su vivienda Ekihouse (*eki* significa sol en euskera). Situada en el decimosegundo puesto de la clasificación final, esta casa cuenta con una planta abierta compuesta por espacios dinámicos, lo que permite mover las fachadas para adaptar la vivienda a las necesidades de los habitantes. Su sistema de producción energética se concentra en los paneles fotovoltáicos y en su correcta orientación y aislamiento como sistemas pasivos para minimizar el consumo de energía.

La casa Pi, realizada por estudiantes de la Universidad de Zaragoza y pensada para ubicarse en el frío clima del norte, tiene un original diseño con forma cilíndrica, lo que permite ahorrar un 11% más de energía que si en la misma superficie se hubieran utilizado paredes rectas. Es desmontable, lo que posibilita su fácil transporte, y dispone de un sistema basado en una máquina de absorción que, gracias al calor que acumula la vivienda, es capaz de generar frío mediante un flujo termodinámico.



EL FERROCARRIL MADRID-IRÚN INICIÓ HACE 150 AÑOS SU ANDADURA EN MIRANDA DE EBRO

La conquista de la frontera



Regreso del tren especial del 150º aniversario, tirado por la locomotora de vapor Guadix, a su paso por Manzanos (Álava).

JAIME ARRUZ FOTOS: MUSEO DEL FERROCARRIL

La conexión ferroviaria de Madrid con el País Vasco es una de las rutas clave en España para el transporte de mercancías. El punto de partida de esa línea férrea comenzó a fraguarse hace 150 años, los que han transcurrido desde que el primer tren de la ruta Miranda de Ebro-Olazagutia partiera de la ciudad burgalesa y llegara a la localidad navarra. Fue el primer paso para hacer realidad la línea Marid-Irún.

El 13 de abril de 1862, la estación de Miranda de Ebro (Burgos) acogió un hecho histórico: se puso en marcha el primer convoy hacia el País Vasco y Navarra, en lo que más tarde se convirtió en la primera piedra del camino para unir Madrid y el norte de España en dirección a Francia. Así, poco más de dos años después se terminaron las obras del tramo inicial del primer ferrocarril internacional de España, de Madrid a Irún, en la frontera francesa. Fue adjudicado en 1856 a la compañía Crédito Mobiliario Español, filial de su homónima francesa propiedad de los hermanos Pereire.

Tras siete años de trabajos, entre 1858 y 1864, la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España –más conocida como la Compañía del Norte–, la empresa creada por Crédito Mobiliario Español para explotar esa vía, pudo poner en marcha una línea que se convertiría en eje vertebrador de gran parte del transporte de mercancías en todo el país. Y el primer paso de todo ello se dio en Miranda de Ebro, al ser el tramo hasta Olazagutia, de casi 75 kilómetros, el primero de la línea en ponerse en servicio.

Revolución en Miranda

Este hecho histórico supuso una revolución tanto para el transporte ferroviario español como para la propia Miranda de Ebro, que pasó de ser una ciudad históricamente agrícola y ganadera a una más industrial y desarrollada, con una población mayor y una actividad comercial mucho más amplia. Así, entre 1848 y 1860, el número de habitantes de Miranda de Ebro creció un 66%, llegando a casi 3.000 vecinos cuando a finales de la década de los 40 del siglo XIX apenas se alcanzaban los 1.700. Los 20 establecimientos comerciales de 1854 pasaron a ser 81 en 1890, y se crearon pequeñas fábricas de transformación de productos agrícolas, de tejidos, loza, papel, curtidos y jabón.



El tren especial detenido en la estación de Alsasua (Navarra). Debajo, el ferrocarril a pleno gas a su paso por Nanclares de Oca (Álava).

Todo ese desarrollo fue la consecuencia más evidente de su conversión en núcleo de comunicaciones gracias a las líneas férreas Madrid-Irún y Tudela-Bilbao, que comenzaron a operar a pleno rendimiento en Miranda de Ebro en 1864, dos años después de aquel primer viaje hasta Olazagutia del que este año se conmemora el 150º aniversario.

Tren especial

Para celebrar tan señalada fecha, el Museo del Ferrocarril III Generaciones de Miranda de Ebro, el Ayuntamiento de la ciudad, la Diputación de Burgos, la Mancomunidad de Sakana (Navarra), el Ayuntamiento de Alsasua (Navarra), el Centro de Estudios Históricos del Ferrocarril Español y el Museo del Ferrocarril de Delicias (Madrid), de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles, pusieron en marcha una serie de actos, junto a otras entidades colaboradoras públicas y privadas. Entre ellos sobresalió la puesta en circulación de un tren de vapor con el que se buscaba recrear el ambiente de la época y que realizó dos recorridos, el 14 y el 15 de abril, entre Miranda de Ebro y Alsasua, deteniéndose en Vitoria al mediodía.

El convoy lo encabezaba la locomotora de carbón *Guadix* 140-2054, de la compañía de los Ferrocarriles Andaluces, que está gestionada por el Centro de Estudios Históricos del Ferrocarril Español. Había sido sometida a una última revisión por parte de los técnicos en el taller ferroviario de Miranda de Ebro, a fin de que estuviera a pleno ren-





La estación de Vitoria era parada obligada en el trayecto entre Madrid e Irún.

dimiento durante los dos días en los que circuló.

La *Guadix* 140-2054 arrastraba una serie de coches de madera de la Compañía de los Ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y Alicante (MZA),



conocidos como 'Costas', propiedad del Museo del Ferrocarril de Madrid y que normalmente forman parte del Tren de la Fresa que une la capital con Aranjuez. Para no desentonar, muchos de los pasajeros, pertenecientes a familias ferroviarias de Miranda Ebro y de otros pueblos de la ruta como Beasain o Alsasua, iban asimismo vestidos de época.

Otros actos

Además de los recorridos del tren especial de época, la localidad castellanoleonesa ha acogido otra serie de actividades como exposiciones filatélicas, de fotografía y de pintura, proyecciones cinematográficas, mesas redondas, un curso de verano organizado por la Universidad de Burgos o múltiples charlas en centros educativos.

Coincidiendo con la presentación del acto más importante, el tren del 150º aniversario, un día antes de que realizara el primero de los dos recorridos entre Miranda de Ebro y Alsasua se dieron a conocer el sello y el matasellos conmemorativos de esta fecha histórica y se inauguró la exposición 'Talgo y Miranda de Ebro' en la Casa de Cultura de la ciudad, que permaneció abierta hasta el pasado 29 de abril. En ese mismo mes, los días 20, 21 y 22 se celebró en el Pabellón del Ebro el 'XXIII Encuentro/XVIII Encontro Ibérico de Módulos' de maquetas de tren.

Ya en mayo, el parque Antonio Machado de Miranda de Ebro acogió un circuito para maquetas de vapor, y durante todo el mes se pudo visitar la exposición fotográfica 'Vías de Miranda', de Gustavo Paredes Gainzarain, además de la de pintura 'Tiempo y Memoria. El vapor', de Pepe Carazo. Otra de las actividades, denominada 'El cine y el tren' y que se desarrolló durante mayo y junio, permitió a los vecinos de la ciudad burgalesa asistir a la proyección de cuatro películas de temática ferroviaria: *El tren*, *El emperador del norte*, *Breve encuentro* y *Vías cruzadas*. Este acto se completó con la muestra de carteles cinematográficos cedidos por Juan Solé Molins.

También se organizaron exposiciones que permitieron conocer en detalle la relación entre la filatelia y el ferrocarril y entre éste y los grabados, promovidas por la Peña Filatélica Mirandesa y el grabador Eugenio Medina.

Otro acto destacado fue la mesa redonda sobre el papel de las mujeres en el ferrocarril en España a través de la historia, así como el curso de verano 'La ciudad y el ferrocarril,' organizado por la Universidad de Burgos y el Ayuntamiento mirandés.

Las actividades e iniciativas para conmemorar el 150º aniversario del Ferrocarril de Miranda de Ebro finalizaron en octubre, habiendo acogido en los meses finales una exposición de esculturas y pinturas relacionadas con el ferrocarril, organizada por la Agrupación Mirandesa de las Artes y la muestra fotográfica 'El ferrocarril a través de un objetivo', de Ángel Villazaga, Nacho Landeras y María Jesús Ochoa. ■



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
CENTRO DE PUBLICACIONES

Revista del Ministerio de
Fomento

Noviembre 2012 ● Nº 622 ● 3 €



Alta velocidad: Barcelona-Figueres, en la recta final

● Nuevos tramos en las autovías A-60 y A-8 ● Galileo, hacia su fase de validación ● "Trenes de carretera" para un transporte más sostenible

Revista del Ministerio de Fomento

En este número

NOVIEMBRE 2012
Nº 622



Alta velocidad: Barcelona-Figueres, en la recta final

Nuevos tramos en las autovías A-60 y A-8 · Galileo, hacia su fase de validación · "Trenes de carretera" para un transporte más sostenible



FERROCARRIL

2. Casi a punto. *Últimas actuaciones en el tramo de alta velocidad Barcelona-Figueres, ya recorrido en pruebas por trenes AVE.*

CARRETERAS

12. Otro paso adelante. *En servicio el subtramo Llanes-San Roque del Acebal de la autovía del Cantábrico (A-8).*

18. En marcha la A-60. *Puente Villarente-León, primeros kilómetros en servicio de la nueva autovía.*

I+D+i

22. Paso decisivo. *Galileo suma ya cuatro satélites en órbita que permitirán completar la fase de ensayos y validación del sistema.*





Y además...

28. Un faro para el sector. *Observatorio de la Sostenibilidad en Aviación.*

34. Operación de limpieza submarina. *Salvamento Marítimo extrae el hidrocarburo de un petrolero hundido en 1937.*

40. Más rápido, más capaz. *Presentación del tren de muy alta velocidad Avril.*

44. Conducción autónoma en grupo. *Los "trenes de carretera", solución para mejorar el tráfico y reducir la contaminación.*

50. Y el agua hizo la luz. *Central hidroeléctrica de Seira (Huesca).*

Director de la Revista: Antonio Recuero

Edición: Javier R. Ventosa. **Maquetación:** J. A. Laiz. **Secretaria de redacción:** Ana Herráiz. **Fotografía:** José Caballero. **Archivo fotográfico:** Vera Nosti. **Portada:** Adif.
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Colaboran en este número: Jaime Arruz, Jesús Ávila Granados, Pepa Martín y Begoña Olabarrieta.

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

Información de publicaciones del Ministerio de Fomento: 915 976 449 / 78.
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: 161-12-004-1

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

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

ÚLTIMAS ACTUACIONES EN EL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD BARCELONA-FIGUERES, YA RECORRIDO EN PRUEBAS POR TRENES AVE

Casi a punto



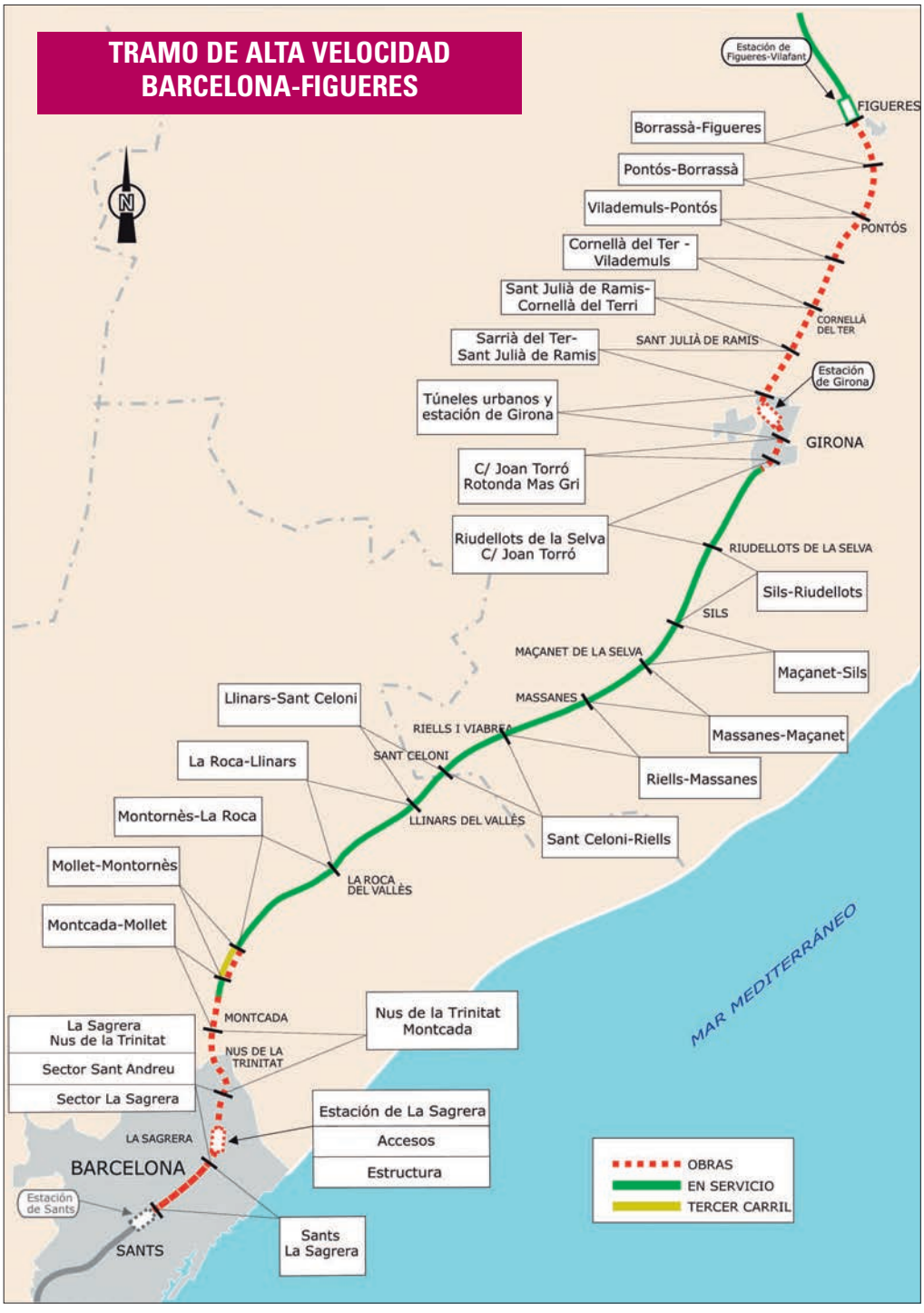


JAVIER R. VENTOSA
FOTOS: ADIF

El Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif) desarrolla las actuaciones finales en superestructura y estaciones para concluir la construcción del tramo de alta velocidad Barcelona-Figueres, por el cual ya circulan los primeros trenes AVE en fase de pruebas. El objetivo es finalizar este tramo de 131 kilómetros, parte final de la línea Madrid-Barcelona-frontera francesa, antes de final de año e iniciar la circulación comercial de trenes de pasajeros entre España y Francia en abril de 2013.

La línea de alta velocidad Madrid-Barcelona-frontera francesa, que se ha ido configurando desde finales del pasado siglo hasta alcanzar la capital catalana en 2008, afronta las últimas actuaciones de obra civil y las primeras pruebas con trenes AVE en su tramo final entre Barcelona y Figueres (Girona). Con su próxima finalización culminará esta gran infraestructura ferroviaria de casi 800 kilómetros de longitud y 13.000 M€ de inversión aproximada parcialmente cofinanciada con fondos comunitarios (4.200 M€ de inversión en el tramo Barcelona-Figueres), integrante del Corredor Mediterráneo y del Eje Ferroviario del Suroeste

Estación de Figueres-Vilafant vista desde un tren de pruebas de Adif.



de Europa, que propiciará por primera vez la conexión e interoperabilidad entre las redes ferroviarias española y francesa para circulaciones de trenes de pasajeros, unidas por el mismo ancho de vía UIC.

El Ministerio de Fomento tiene previsto concluir antes de final de año tanto la infraestructura como la superestructura de todo el tramo, que en su parte final entronca con la sección internacional Figueres-Perpiñán a través del túnel de Pertús, ya en servicio.



Renfe

TGV francés de alta velocidad en la estación de Figueres-Vilafant.

De acuerdo al calendario oficial, las primeras circulaciones de trenes de pasajeros por la totalidad de la línea de alta velocidad entre España y Francia comenzarán antes de finales de abril de 2013, "y en la medida de lo posible se adelantará esa fecha", según quedó establecido en la XXII cumbre hispano-francesa, celebrada el pasado 10 de octubre en París.

Tramos diferenciados

En el tramo Barcelona-Figueres, de 131 kilómetros de longitud, coexisten dos partes diferenciadas: un tramo de 75 kilómetros ya en explotación desde finales de 2010 para el corredor de mercancías en ancho UIC creado entre el puerto de Barcelona y la frontera francesa, que se localiza en tres puntos: nudo de Mollet del Vallés-Girona Mercancías, Variante de Figueres y Estación de Figueres Vilafant-sección internacional Figueres-Perpiñán; y otros 56 kilómetros en su fase final de ejecución, situados al principio y al final del tramo, que concentran las principales estaciones y túneles del trazado: unos 18 kilómetros en el casco urbano y el área metropolitana de Barcelona, entre la estación de Barcelona-Sants y Mollet del Vallés (provincia de Barcelona), y el resto, entre Girona y la estación de Figueres-Vilafant (provincia de Girona).

Es en estos 56 kilómetros donde se circunscribe el trabajo de Adif y las empresas, desarrollado durante los últimos meses a un ritmo elevado con objeto de cumplir el calendario. Como resultado del esfuerzo y la inversión desplegados, los tramos aún no operativos presentan actualmente un grado de ejecución de la infraestructura y la superestructura cada vez más cercano a su finalización, e incluso en algunos estos trabajos ya están concluidos, según datos de Adif correspondientes al mes de octubre.



Barcelona Sagrera Alta Velocitat

Sector de La Sagrera, donde se desarrollan los trabajos de la futura terminal ferroviaria y de instalación de la superestructura del tramo.

La terminal de La Sagrera, en su fase inicial

El sector de La Sagrera es escenario no solo de las operaciones de montaje de la superestructura sobre la plataforma del tramo Barcelona-Figueres, sino también de la construcción de la terminal de Barcelona-Sagrera, segunda estación de la ciudad tras la de Sants y futuro nudo estratégico de la red de transporte público en el área metropolitana barcelonesa. La primera fase de la terminal se adjudicó en diciembre de 2010, por importe de 589,2 M€ y un plazo de 54 meses, por lo que se encuentra todavía en sus compases iniciales. «Todavía queda mucho por hacer», admitió en una reciente visita a la obra Enrique Verdaguer, presidente de Adif, quien cifró lo ejecutado hasta ahora entre un 8 y un 9% del proyecto.

De acuerdo a los datos de Barcelona Sagrera Alta Velocitat, la sociedad pública que coordina la implantación de la alta velocidad en Barcelona (participada por el Ministerio de Fomento, la Generalitat y el Ayuntamiento), las actuaciones en marcha se centran actualmente en la ejecución del enorme vaso (500 metros de longitud por 80 de anchura y 35 de profundidad) que albergará los seis niveles que tendrá esta estación semisoterrada de casi 259.900 metros cuadrados de superficie, para lo cual se calcula que se extraerán más de 2 millones de metros cúbicos de tierras. Igualmente se trabaja en la ejecución de los accesos ferroviarios y viarios a la estación, que serán soterrados.

En el entorno de la terminal se llevan a cabo también otras actuaciones que formarán parte del futuro paisaje ferroviario de la zona, entre las que destacan, entre otras, las siguientes: a ambos lados de la estación se ejecuta el túnel ferroviario de la línea de Rodalies de Mataró de acceso a la estación; en su parte norte se están levantando los pilares del futuro área logística de estacionamiento y mantenimiento de trenes de alta velocidad; y junto al parque de Sant Martí se realiza la cimentación de la edificación terciaria asociada a la estación. Adicionalmente, en una zona próxima al vaso, junto al puente del Treball Digne, se están realizando a instancias de Adif nuevos trabajos de excavación arqueológica de la villa romana hallada en agosto de 2011, de la que ya se han rescatado importantes restos.

Plataforma y vías

Así, la plataforma de todo el tramo Barcelona-Figueres está ya finalizada, incluidos los 56 kilómetros aún no operativos, quedando un último fleco en Montmeló (Barcelona), donde se ultima la ejecución de la losa de cobertura del túnel construido en esa localidad. En total, a lo largo de los 131 kilómetros del tramo se han construido 31 túneles, que suman cerca de 34 kilómetros, y 53 viaductos, que totalizan 11 kilómetros.

Sobre la infraestructura ya finalizada en esos 56 kilómetros se desarrolla la fase de superestructura (montaje de vía, catenaria e instalaciones de seguridad y comunicaciones), que avanza según los plazos previstos. Así, el montaje de vía está concluido en la mayor parte del trazado: entre Sa-



La vía y la catenaria ya están montadas en todo el trazado entre Barcelona y Figueres. Debajo, estación de Figueres-Vilafant, final del tramo.

rriá de Ter y Figueres (Girona), a lo largo de más de 30 kilómetros, y en los dos grandes túneles urbanos de Sants-La Sagrera (aquí se han montado 5.800 metros de vía doble y cuatro aparatos de vía) y Girona (7.959 metros de vía –6.848 metros de vías principales y 1.110 metros de vías de estacionamiento en la estación– y 16 aparatos de vía), en los que se ha empleado el sistema de vía en placa. En ambos subterráneos, además, se ha instalado un material elástico a base de resina elastomérica rígida destinado a sujetar el carril y amortiguar las vibraciones que produce el paso de los trenes, así como manta elastomérica de caucho en los puntos bajo edificios para amortiguar las vibraciones y su transmisión a la plataforma ferroviaria.

A principios de noviembre concluyó el ensamblaje de la vía en el último tramo, La Sagrera-Mollet del Vallés, con lo que ya existe continuidad de vía en todo el trazado entre Barcelona y Figueres. En este tramo final, de 12,7 kilómetros, 6,6 kilómetros se han montado en vía sobre balasto y los 6,1 restantes, que discurren en túnel (Sant Andreu y Montcada i Reixac), se han ejecutado mediante dos tipologías de vía en placa, además de instalarse cuatro aparatos de dilatación. En total, se han destinado a este tramo 58.339 metros de carril de tipo UIC de 60 kg/m, 41.783 traviesas de hormigón, 60.000 m^3 de balasto, así como 32.151 m^3 de hormigón y 287.845 kilos de acero para vía en placa. Los trabajos de vía entre La Sagrera y Mollet han entrado en una segunda fase, con la realización de diferentes operaciones técnicas (bateo, nivelación, alineación y perfilado) a cargo de maquinaria especializada para asegurar la correcta instalación de todos los elementos de la vía.



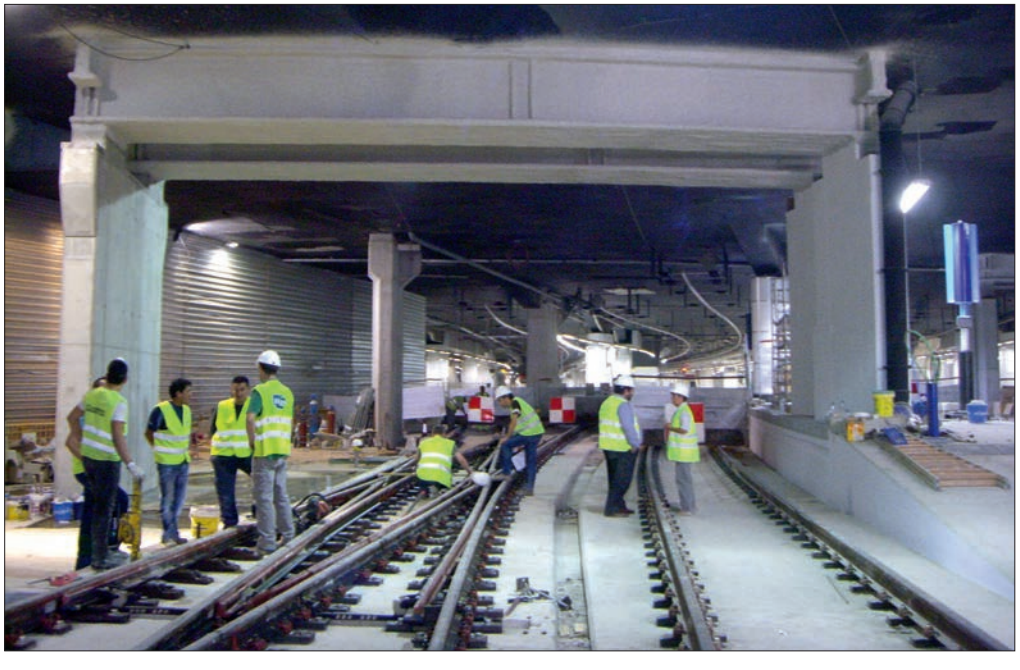
Renfe

Electrificación

El segundo gran elemento de la superestructura ferroviaria, la electrificación de la línea, también atraviesa sus últimas fases de ejecución. Ya se han construido las tres subestaciones de tracción del tramo (Baró de Viver, Riudarenes y Santa Llogaia) y los tres cen-







De arriba abajo, vía en placa a la salida del túnel Sants-La Sagrera (Barcelona), tramo finalizado en Girona y trabajos en la cabecera norte de la estación de Sants.

tros de autotransformación que alimentarán la línea a una tensión de 2x25 kV en corriente alterna, y está acabada la infraestructura (cimentaciones, postes, etc.) que sustentará el hilo de contacto.

Los trabajos de electrificación se han centrado en los últimos meses en terminar el montaje de la catenaria. Esta operación concluyó primero entre Girona y Figueres –40 kilómetros– y en los túneles urbanos de Girona (aquí se montaron 2,3 kilómetros de catenaria rígida por cada vía), y más recientemente lo ha hecho en los dos tramos restantes: el túnel Sants-La Sagrera (con la instalación de 500 metros de catenaria rígida por vía en la cabecera norte de Sants y en su enlace con el túnel) y el tramo La Sagrera-Mollet del Vallés. Cuando el 26 de noviembre se ponga en tensión el tramo entre Sants y Mollet del Vallés, todo el recorrido Barcelona-Figueres estará ya electrificado.

Como último elemento de la superestructura ferroviaria, las instalaciones de seguridad y comunicaciones, que permitirán la circulación de los trenes de alta velocidad sin incidencias, entre ellas los sistemas Ertms, GSM-R y ASFA, también afrontan la fase final de ejecución a lo largo de los 56 kilómetros aún no operativos.

Estaciones

En el trazado entre Barcelona y Figueres se disponen tres estaciones de alta velocidad (Barcelona-Sants, Girona y Figueres-Vilafant), además de la futura terminal de Barcelona-La Sagrera, cuyo horizonte de finalización supera al de la próxima puesta en servicio del tramo, así co-

Viaducto de Llinars del Vallés, en un tramo ya operativo desde 2010. Debajo, ensamblaje de vía en el tramo La Sagrera-Mollet, concluido recientemente.





mo otras dos para circulaciones convencionales en Sant Andreu Comtal (en ejecución muy avanzada) y en Montmeló (en servicio desde el pasado mes de abril). Para tener operativas las estaciones de alta velocidad de Barcelona-Sants y Girona de cara a la próxima puesta en servicio del tramo, Adif lleva a cabo desde hace meses actuaciones constructivas muy dispares en las mismas con objeto de dar respuesta a las distintas problemáticas que presenta cada una de ellas.

Así, en Barcelona-Sants, actual estación término de la línea Madrid-Barcelona, ha culminado en octubre una de las actuaciones más complejas en el capítulo de terminales, consistente en la adecuación interior de la cabecera norte para entroncar las vías y los andenes de alta velocidad existentes (orientadas hacia el este) con las vías del nuevo túnel Sants-La Sagrera (orientadas hacia el noreste). La solución ha consistido en configurar un nuevo entramado ferroviario mediante una serie de modificaciones de la estructura subterránea de la estación, redefiniendo el haz de vías y reorientándolo para conectar con el túnel, todo ello sin modificar el esquema de la losa de hormigón que cubre la estación. Para ello se han llevado a cabo actuaciones tales como el desplazamiento de cinco pilares a una nueva ubicación, la demolición de un tramo del muro pantalla que soporta la losa de cobertura o la reconstrucción del lado norte de los tres andenes destinados a explotar la línea de alta velocidad, todo ello compatibilizándolo con el funcionamiento de la estación. Acabada la obra, los esfuerzos se centran en concluir la superestructura en esta zona.



En Girona, las actuaciones en la zona céntrica del Parc Central consisten en la construcción de un edificio de viajeros en superficie para dar servicio a los andenes soterrados de la estación de alta velocidad, con el objetivo de tenerlo operativo lo antes posible. En abril finalizó la parte más compleja de la primera fase de la obra: la ejecución de una estructura subterránea de 640 metros de longitud, 58 de anchura y 26 de profundidad, de cuatro niveles, que, en su cota más baja y delimitada en sus dos extremos por los túneles urbanos, albergará las cuatro vías de alta velocidad y los dos andenes centrales ya construidos. En superficie, sobre la losa de cobertura de la estación, avanza ya la construcción del nuevo edificio de viajeros, de 1.288 m^2 de superficie, que estará conectado con el vestíbulo de la terminal de Renfe mediante un pasillo recubierto, también en ejecución. Desde este edificio se accederá a los andenes subterráneos a través de dos niveles intermedios de vestíbulo, organizados en torno a un gran lucernario que facilitará la entrada de luz natural. El acceso a los andenes contará con escaleras mecánicas y dos ascensores.

Por último, en Figueres-Vilafant, donde existe una terminal en servicio desde diciembre de 2010, las actuaciones son más sencillas. En esta estación, que prestará ser-



Adaptación del AVE S 100

Renfe-Operadora destinará 10 trenes AVE S 100 transformados de su parque actual para realizar a partir de abril el servicio de alta velocidad entre Madrid y París, y eventualmente a otros destinos europeos. La adaptación de estos trenes, en la que Renfe ha invertido 29,7 M€, con un importante ahorro respecto a la opción original de encargar nuevo material, la lleva a cabo Alstom –fabricante de los mismos– en los talleres de Renfe en La Sagra (Toledo), con participación de las factorías de Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona) y Belfort (Francia) en la fase de ensayos estáticos. Los trabajos realizados en estos trenes, que en la serie 100 de Renfe están numerados del 15 al 24, consisten en el incremento de su capacidad (hasta 345 plazas, más dos para personas con movilidad reducida), así como la adaptación de la alimentación eléctrica (para funcionar con tensión de catenaria de 1,5 kV de corriente continua utilizada en Francia) y la señalización (incorporación de los sistemas de señalización y comunicación galos TVM430, KVB y radio, adaptación de los equipos Ertms e incorporación del nuevo equipamiento estándar de señalización español ASFA). Estas modificaciones, que permitirán a los trenes circular indistintamente por las líneas de alta velocidad españolas y francesas, así como por las líneas convencionales galas, tanto de 25 KV como de 1,5 KV, se homologarán tanto en España como en Francia, siendo la primera vez que un tren español de alta velocidad se homologará en el país vecino. A principios del pasado noviembre estaban completadas las modificaciones y adaptaciones de las tres primeras unidades. De acuerdo al calendario, en diciembre se iniciarán los ensayos dinámicos en las vías francesas y finalizarán en las vías españolas. Se espera que el proceso de adaptación concluya a mediados de 2013.

La explotación de la línea Madrid-París será llevada a cabo a través de Elipsos Internacional, una sociedad conjunta participada al 50% por Renfe y el operador galo SNCF, encargada desde 2001 de gestionar los servicios del Trenhotel Elipsos entre España, Francia, Suiza e Italia, y que también explota desde diciembre de 2010 el servicio de alta velocidad entre París y la estación de Figueres-Vilafant. Ambos operadores ferroviarios aportarán a esta sociedad los trenes AVE S 100 y TGV de alta velocidad que recorrerán la línea entre ambas capitales.



El tramo Barcelona-Figueres incluye en su trazado tres grandes túneles en Barcelona (Sants-La Sagrera), Montcada i Reixac y Girona.

vicio a dos vías de ancho internacional y que desde diciembre de 2010 acoge a los trenes franceses de alta velocidad TGV procedentes de París, las obras consisten en la adecuación del segundo andén, que tendrá 662 metros de longitud y 10 metros de anchura. Para ello se ha prolongado la estructura existente y se ejecuta una marquesina de 100 metros de longitud. También se está prolongando el paso inferior en servicio para su conexión con el nuevo andén, incluyendo un nuevo ascensor y la instalación de diverso mobiliario y sistemas de iluminación, señalización y megafonía, entre otros.

Obras complementarias

Además de las obras principales, a lo largo del trazado se ejecutan actualmente o está prevista la ejecución de diversas actuaciones complementarias, entre las que figuran las siguientes:

- Salidas de emergencia en el túnel Sants-La Sagrera. Están en marcha ya los trabajos previos para construir tres nuevas salidas adicionales del túnel, situadas en las confluencias de las calles Provença-Urgell, Mallorca-Independencia y Mallorca-Nápoles, que se unirán a las seis salidas ya terminadas.
- Salida de emergencia en el túnel de Montcada i Reixac. Se encuentra en fase de licitación la construcción de una salida de emergencia y pozo de ventilación complementario en el túnel de Montcada i Reixac (Barcelona), con un diámetro de 9 metros y una profundidad de 40 metros. Tanto para ejecutar esta salida como las del túnel Sants-La Sagrera se utilizará el sistema de tuneladora vertical.
- Pantallas acústicas. Está en ejecución la construcción de pantallas acústicas fonoabsorbentes que suman una longitud superior a 18 kilómetros en distintos puntos del trazado entre Barcelona y Figueres.

Fase de pruebas

El proceso de validación técnica de la infraestructura y la superestructura del tramo Barcelona-Figueres, que constituye el último paso para determinar su operatividad y decidir su puesta en servicio, se encuentra ya en marcha desde hace meses con trenes laboratorio de Adif y, desde mediados de octubre, con un tren de pasajeros de Renfe-Operadora. Las primeras fases de este proceso se desarrollaron en los tramos ya finalizados, entre Girona y Figueres-Vilafant, extendiéndose de forma progresiva al resto del tramo a medida que culmina el montaje de los diferentes elementos de la superestructura.

Los trenes laboratorio de Adif, equipados con sistemas de control de última generación para comprobar y analizar los parámetros y el comportamiento tanto de la plataforma como de la superestructura montada sobre ella, han sido los primeros en circular sobre la nueva infraestructura. En concreto, desde julio están presentes en la línea dos trenes laboratorio de la rama BT, vehículos autopropulsados que recorren los tramos dotados con vía a diferentes velocidades (hasta un máximo de 200 km/h) para la auscultación geométrica de la catenaria y dinámica de la vía con objeto de validar su funcionalidad. También comprueban el sistema de telecomunicaciones GSM-R, con objeto de validar su optimización



Trabajos de adecuación del segundo andén en la estación de Figueres-Vilafant. Debajo, tren laboratorio BT de Adif en la misma estación.

para comunicaciones de voz, así como pruebas de calidad de servicio para la transmisión de datos.

A estos dos vehículos se sumó posteriormente el tren laboratorio Séneca de Adif, un Talgo 330 capaz de alcanzar los 330 km/h que también ha realizado verificaciones técnicas en el tramo internacional Figueres-Perpiñán. Este sofisticado tren de pruebas, además de comprobar, mediante ensayos dinámicos y geométricos, el comportamiento y los parámetros de la nueva infraestructura y superestructura de vía y catenaria a alta velocidad, así como la geometría del carril, permite validar el funcionamiento del sistema Ertms. También se encarga de realizar simulaciones de marcha y mediciones de consumo para la optimización energética o estudios de velocidad y de presión de túneles, entre otros.

En las pruebas también ha tomado parte una locomotora de la serie 319 con equipos específicos para la validación de los sistemas de señalización, concretamente las pruebas de nivel 1 del sistema Ertms entre Mollet del Vallés y Figueres.

A mediados del pasado mes de octubre se iniciaron las primeras validaciones técnicas para la circulación de trenes comerciales con material de la serie S 103 sin pasajeros, el mismo modelo de AVE que actualmente realiza el servicio de alta velocidad entre Madrid y Barcelona. Inicialmente, este tren ha realizado diversas pruebas de comportamiento sobre la infraestructura y de los sistemas de comunicaciones y de integración y compatibilidad tren-vía del sistema Ertms a lo largo de un tramo de 62,2 kilómetros comprendido entre Mollet del Vallés (Barcelona) y Vilobí d'Onyar (Girona), que ya se encuentra en fase de explotación desde finales de 2010. Este tipo de pruebas, que son habitualmente realizadas por el mismo material móvil con el que luego se explota comercialmente la infraestructura ferroviaria, se extenderá posteriormente a los tramos aún en ejecución de la superestructura para comprobar la operatividad de todo el recorrido.



Renfe

Este conjunto de pruebas, cuya duración temporal es variable en función de los dictámenes técnicos de los expertos de Adif y Renfe-Operadora, es el que permite obtener las certificaciones de seguridad y las autorizaciones administrativas necesarias previas al inicio de la fase de simulaciones con trenes comerciales, que constituye el último paso requerido antes de la puesta en servicio de todo el tramo. ■



Desmonte junto a la autovía y, en paralelo, la carretera nacional N-634. Derecha, el trazado rectilíneo aporta mayor seguridad a los usuarios.

EN SERVICIO EL SUBTRAMO LLANES-SAN ROQUE DEL ACEBAL DE LA AUTOVÍA DEL CANTÁBRICO (A-8)

Otro paso adelante





JAVIER R. VENTOSA FOTOS: DCE ASTURIAS

El pasado 28 de septiembre se abrieron al tráfico 5,3 nuevos kilómetros de la autovía del Cantábrico (A-8) en el Principado de Asturias, correspondientes al subtramo Llanes-San Roque del Acebal. Se trata de otro paso adelante en el proceso de construcción de este gran eje vertebrador, que en esta comunidad autónoma ha completado ya el 85% de su trazado.

El nuevo recorrido constituye algo menos de la mitad del tramo Pendueles-Llanes (10,9 kilómetros de longitud), uno de los dos que aún quedan por concluir para cerrar la A-8 en el Oriente asturiano. La apertura parcial del subtramo, con la calzada sur inaugurada en el mes de julio y la norte a finales de septiembre, obedece a la necesidad de reponer lo antes posible los accesos a Llanes y su comunicación con los núcleos próximos, así como la adecuada accesibilidad a los mismos, pues las obras fueron ejecutadas sobre la carretera nacional N-634, lo que obligó a desviar en varias oca-





A lo largo del subtramo se han dispuesto tres pasos superiores sobre la autovía.

siones los ramales de acceso a Llanes. Estos accesos han ocasionado tradicionalmente problemas de circulación.

Con su entrada en servicio, además, se ha completado el enlace de La Arquera, que da acceso desde la autovía a Llanes (que con 14.000 habitantes es el núcleo urbano más habitado de toda la comarca oriental asturiana) y, por otra parte, se conecta en este enlace la carretera N-634 con la A-8. Adicionalmente, se elimina la travesía de San Roque del Acebal, en la que se producían numerosas retenciones de tráfico, sobre todo en época estival, ya que la carretera nacional discurría por el polígono industrial de esta localidad, el mayor del concejo llanisco. El punto de enlace con la N-634 se sitúa en un tramo construido después de San Roque del Acebal, en sentido Cantabria.

Por otro lado, el nuevo subtramo contribuye a elevar de forma muy significativa la seguridad de los usuarios del futuro tramo Pendueles-Llanes, ya que en esta zona la carretera N-634 presenta un importante número de travesías que generan un tráfico de muy corto recorrido y otro de tipo peatonal, lo que origina tramos peligrosos, al añadirse el tráfico de largo recorrido. Al independizar los tráficos locales de los de largo recorrido, el trayecto por la autovía será más seguro para los usuarios que por la carretera nacional. Asimismo, cuando todo el tramo esté en servicio, se disminuirá aproximadamente en 10 minutos la duración del actual trayecto entre Pendueles y Llanes por la N-634. Está previsto que por este tramo de autovía circularán 12.867 vehículos diarios.

Integración ambiental

La inversión destinada a las medidas de prevención y corrección del impacto ambiental de la obra de este subtramo de autovía ha superado los 2,5 M€. Entre ellas destacan la revegetación de los taludes de terraplén y desmonte mediante tierra vegetal, hidrosiembra y plantaciones, así como la colocación de una valla de cerramiento a lo largo de la autovía, con objeto de impedir el paso de fauna terrestre a la misma. Especialmente importante han sido los seguimientos arqueológicos debido a las numerosas cuevas existentes en la zona, de las que se han obtenido hallazgos importantes, tales como un cráneo de época asturiense bien conservado, una estructura de tipo neolítico y restos de fauna glaciar (rinoceronte lanudo, mamut lanudo, etc.).

Inversión

El Ministerio de Fomento realizará una inversión total de 77,09 M€ para el tramo Pendueles-Llanes, de los que 65,32 M€ corresponden a la obra principal y el resto a expropiaciones, asistencia técnica para la redacción del proyecto y asistencia técnica para el control y vigilancia de las obras. A ello hay que sumar el presupuesto del enlace de San Roque del Acebal, que se licitó de forma separada, donde se han invertido un total de 4,12 M€.



Arriba, el enlace de la Arquera, con tipología de diamante con pesas, da acceso a la localidad de Llanes. Debajo, vista del tronco de la autovía.

En la apertura del subtramo Llanes-San Roque del Acebal, la ministra de Fomento, Ana Pastor, destacó el carácter prioritario que para su Departamento tiene la autovía del Cantábrico, un eje vertebrador de las cuatro comunidades del litoral cantábrico que ya tiene en servicio la mayor parte de su recorrido (357 de 434,3 kilómetros). Ello se ha traducido en importantes partidas en los Presupuestos Generales del Estado de 2013 destinadas a los últimos cuatro tramos en obras de la A-8 en Galicia y en Cantabria y a los otros cuatro que restan –de un total de 25– para concluir esta infraestructura en Asturias: Muros de Nalón-Las Dueñas, Otur-Villapedre, Unquera-Pendueles y el resto del Pendueles-Llanes, que totalizan 35 kilómetros. La ministra declaró que "la inmensa mayoría de la autovía vamos



a intentar terminarla a finales de 2013". De acuerdo a las previsiones oficiales, el próximo tramo en inaugurarse en Asturias será, este mismo año, el que discurre entre Muros de Nalón y Las Dueñas.

Características técnicas

El subtramo Llanes-San Roque del Acebal discurre íntegramente por el municipio de Llanes, conectando por su parte oeste con el tramo Llanes-Villaviciosa (en servicio) y por su parte este con el tramo San Roque del Acebal-Pendueles-Unquera (en ejecución).

La sección transversal es la característica de una autovía, con dos calzadas con dos carriles de 3,5 metros cada una, arcenes exteriores de 2,5 metros e interiores de 1 metro. Con un radio mínimo de 850 metros y una pendiente máxi-



Arriba, paso de la autovía sobre las vías del ferrocarril. Debajo, el subtramo inaugurado se puede recorrer a una velocidad de 120 km/h.

ma del 3,25%, permite una velocidad de 120 km/h en todo su recorrido.

Los dos primeros kilómetros corresponden con una transición de la autovía ya ejecutada, y se han realizado duplicando la carretera nacional N-634, que queda incorporada a la nueva infraestructura y desaparece como viario independiente. A continuación se sitúa el enlace de la Arquera y la autovía se separa paulatinamente del trazado de la antigua N-634. Este enlace, con tipología de diamante con pesas, está formado por cinco ramales y dos glorietas, con paso superior sobre la autovía. Permite el acceso al núcleo de Llanes y a la carretera LLN-6, que comunica con Parres, La Pereda y otras poblaciones. Asimismo, sirve de conexión con la N-634, que mantendrá su continuidad hacia el este hasta Unquera, vertebrando los núcleos de población de la comarca al permitir su acceso hacia la A-8 a través de los enlaces proyectados.



El subtramo concluye en el enlace de San Roque del Acebal, donde el trazado de la autovía vuelve a acercarse a la antigua carretera nacional. Este enlace, de tipo trompeta, permite la conexión mediante una glorieta con la N-634 y el acceso al núcleo de San Roque a través de ella. Asimismo, incorpora una estructura para restituir el Camino de Santiago, interceptado en dicho punto.

Para mantener la permeabilidad del territorio se han construido un total de ocho estructuras: tres pasos inferiores, tres pasos superiores sobre la autovía –lo que se corresponde con un cruce cada 900 metros aproximadamente–, un paso sobre el ferrocarril y un viaducto de vigas prefabricadas (de 40 metros de longitud, permite salvar el sistema de cuevas denominado La Toral-Peñaurices en el PK 4+920). También se han ejecutado numerosas obras de drenaje transversal para dar continuidad a los cauces interceptados. ■

Revista del Ministerio de

Fomento







TRENES HISTÓRICOS Y TURÍSTICOS EN ESPAÑA

Monográfico julio-agosto 2012











GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

RESERVE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 6478 / 6449
Por fax: 91 597 61 86 (24 horas).
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es



PUENTE VILLARENTE-LEÓN, PRIMEROS KILÓMETROS EN SERVICIO DE LA NUEVA AUTOVÍA

En marcha la A-60

JAVIER R. VENTOSA
FOTOS: DCE CASTILLA Y LEÓN

El Ministerio de Fomento ha puesto recientemente en servicio los primeros 7,3 kilómetros de la futura autovía Valladolid-León (A-60), correspondientes al subtramo final de la misma entre Puente Villarente y la ciudad de León. El nuevo recorrido, que mejora las condiciones de seguridad vial en la zona, desahoga el tráfico que soporta la carretera nacional N-601 al sureste de la capital provincial.

El nuevo subtramo entre Puente Villarente y la Ronda Sur de León, abierto al tráfico el pasado 30 de octubre, aporta los primeros 7,3 kilómetros a la futura autovía Valladolid-León (A-60), de 131 kilómetros de longitud, que tiene su tramo inicial (Valladolid-Villanubla) en la fase final de obra y la parte central de la misma con el estudio informativo ya aprobado. El subtramo puesto en servicio es la parte final de un tramo de mayor longitud, Santas Martas-León, de 27,3 kilómetros, cuyo trazado restante continúa ejecutándose.

La apertura de los primeros kilómetros de la autovía A-60 mejora de forma considerable el acceso a la ciudad de León desde el sureste. Hasta ahora, este acceso se realizaba por la carretera nacional N-601 (Adanero-León), una vía de comunicación con alta intensidad de tráfico que discurre en esta zona entre los accesos



Izquierda, enlace de la A-60 con la Ronda Sur de León (LE-30). Arriba, el trazado a la altura de Arcahueja.





Viaducto sobre el Canal de Arriola. Debajo, enlace de la A-60 con la N-601 en Sanfelismo y reposición del Camino de Santiago.

a los polígonos industriales de Arcahueja y Valdelafuente, con una serie de intersecciones que dificultan la seguridad del tráfico. La puesta en servicio del nuevo subtramo captará buena parte de los 18.000 vehículos diarios que transitaban hasta ahora por la carretera N-601, con una importante mejora funcional de los tiempos de recorrido y de la seguridad vial de los tráficos, tanto de corto como de largo recorrido.

El Ministerio de Fomento ha invertido 35,53 M€ en la ejecución de este subtramo de autovía, a los que hay que sumar el coste de la redacción del proyecto, el importe estimado de las expropiaciones de terrenos y la asistencia técnica para el control y vigilancia de la obra, lo que eleva la inversión total a 39,21 M€. Esta cantidad supone algo más de una cuarta parte de los 143,04 M€ previstos para la totalidad del tramo Santas Martas-León.

Características técnicas

El nuevo subtramo, que se desarrolla por terrenos eminentemente llanos y de buenas condiciones orográficas en los términos municipales de Valdefresno, Villaturiel y León, en la provincia de León, discurre de sur a norte de forma paralela a la carretera nacional N-601. El trazado arranca a escasa distancia del cauce del río Porma, en el enlace con la carretera de Boñar (CL-624) en Puente Villarente. Inicialmente se desarrolla por terrenos semillanos al este de la N-601, salvando mediante un viaducto el Canal de Arriola. A la altura de los núcleos de Sanfelismo y Arcahueja, donde se ubica el segundo enlace del subtramo, la traza gira marcadamente en



Vista general del enlace de la A-60 con la Ronda Sur de León (LE-30), que constituye el final del nuevo subtramo de autovía.

sentido oeste y cruza la carretera nacional, situándose al sur de la misma, salvando el Camino de Santiago y el arroyo de la Pega.

En su segunda parte, la traza continúa su avance en sentido noroeste, inicialmente junto a la N-601 pero luego alejándose progresivamente de la misma, en una zona de relieve ondulado suave y evitando afecciones sobre algunas construcciones cercanas. El final del subtramo se sitúa en la confluencia con la Ronda Sur de León (LE-30), entre los enlaces de la carretera a Villaroañe (CV-166-16) y el de la N-601 con la ronda, en las proximidades de la sede de una entidad financiera y el hospital de Santa Isabel.

La sección tipo adoptada para el tronco de la autovía consta de dos calzadas de 7 metros de anchura, arcenes exteriores de 2,50 metros e interiores de 1,00 metro, siendo la anchura de la mediana de 10 metros. La pendiente máxima es del 4% en las proximidades de León, siendo el radio de curva mínimo de 700 metros. La velocidad de proyecto en el nuevo subtramo es de 120 km/h.

En el trazado se han dispuesto tres enlaces: el primero comunica con la carretera autonómica de Boñar CL-624 y la comarcal CV-162-4 a Villarente en Puente Villarente, mediante una solución de tipo trébol parcial con tres glorietas; el segundo, que enlaza con la carretera N-601 a la altura de Sanfelismo y Arcahueja, es del tipo diamante con pesas, con dos glorietas simétricas respecto al tronco de la autovía y una tercera para acceder a Sanfelismo; y el tercero, en el final del tramo, que entronca con la Ronda Sur de León (LE-30), es de tipo estrella, con tres niveles de calzada, resolviendo la conexión entre la A-60, la LE-30 y la N-601.

A lo largo del trazado se han dispuesto 14 estructuras que aseguran la permeabilidad territorial de la nueva infraestructura: 5 pasos inferiores (entre ellos un paso del Camino de Santiago a la altura del enlace intermedio), 7 pasos superiores sobre la autovía y dos viaductos, uno sobre el Canal de Arriola y otro sobre la N-601. También se han dispuesto cuatro pasos de mediana, con una longitud máxima de 40 metros. Los cauces naturales han sido salvados mediante 34 obras de drenaje transversal que permiten mantener el régimen hidrológico.

> El nuevo subtramo captará a buena parte de los 18.000 vehículos que usan a diario la carretera N-601 en esta zona

En cumplimiento de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), se ha cuidado la integración ambiental de la obra mediante la puesta en práctica de diversas medidas preventivas y correctivas. Entre ellas destacan la revegetación de taludes de terraplenes y desmontes mediante tierra vegetal e hidrosiembra; la ejecución de pasos de fauna que eviten la fragmentación de los hábitats; la disposición de pantallas contra el ruido en las zonas muy próximas a los núcleos urbanos, y la colocación de valla de cerramiento a lo largo del trazado en aquellas zonas que potencialmente puede acceder la fauna terrestre a la vía. ■

I+D+i

GALILEO SUMA YA CUATRO SATÉLITES EN ÓRBITA QUE PERMITIRÁN COMPLETAR LA FASE DE ENSAYOS Y VALIDACIÓN DEL SISTEMA

Paso decisivo







Lanzamiento del cohete Soyuz ST-B, que albergaba en su interior dos satélites del sistema Galileo.

R. F. Fotos: Agencia Espacial Europea

El pasado mes de octubre la Agencia Espacial Europea (ESA) lanzó con éxito dos nuevos satélites al espacio que permitirán a la Unión Europea avanzar en su objetivo de contar con un Sistema de navegación por satélite (GNSS) propio, equivalente al sistema GPS estadounidense propio.

Hacia las 18,15 horas del pasado 12 de octubre despegaba del Puerto Espacial Europeo de Kurú, en la Guayana Francesa, el cohete Soyuz ST-B operado por Arianespace. Tres horas y 45 minutos después del despegue, el cuarto



Arriba y fotos inferiores, traslado y erección del cohete Soyuz ST-B desde el edificio de preparación hasta el lugar de lanzamiento.

módulo del cohete, una cápsula Fregat MT, liberaba a dos nuevos satélites del sistema europeo de navegación Galileo en su órbita definitiva, a unos 23.200 kilómetros de distancia de la superficie terrestre.

Sistema a prueba

Con este nuevo lanzamiento Galileo cuenta ya con cuatro satélites en órbita, además de los satélites Giove-A y Giove-B, lanzados en 2005 y 2008 con el objetivo de reservar las frecuencias asignadas por la Unión Internacional de Comunicaciones (UIT) y ensayar en órbita la tecnología desarrollada para el sistema Galileo. No obstante, la primera pareja de satélites operacionales que conformarán la definitiva constelación de 30 se lanzó el 20 de octubre de 2011 y, tras casi dos meses de ajustes de posición y de los sofisticados equipos de telemetría en tierra y órbita, comenzaron a recibirse señales con la precisión deseada. Desde entonces y gracias a esos dos primeros satélites, toda la tecnología del sistema ha continuado evaluándose y poniéndose a punto, de modo que el despliegue del programa completa sus fases conforme al calendario previsto.

Ahora, tras el lanzamiento de los dos nuevos satélites, da comienzo la fase de validación en órbita (IOV), durante la

Aplicaciones y servicios

Básicamente, el sistema de navegación Galileo se ha diseñado para ofrecer cinco grandes líneas de servicio:

- **En abierto**. Información precisa de tiempo y localización, libre y gratuito para todo tipo de usuarios.
- **Búsqueda y salvamento.** Socorro y emergencias en el transporte aéreo, marítimo e incluso ferroviario. Desarrollado en colaboración con la OMI (Organización Marítima Internacional) y la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), será uno de los primeros en estar operativo.
- **«Safety of Life»**. Aplicaciones donde las necesidades de seguridad son críticas y se requiere la máxima precisión en localizaciones de objetos en movimiento, como navegación aérea, transporte ferroviario y marítimo, etc.
- **Servicios comerciales**. Aplicaciones de mercado, desde sistemas de telepago a gestión de flotas de transporte o mejoras de cultivo y desarrollo agrícola. El acceso requerirá el pago de un cánon.
- **Servicio público regulado**. Acceso gubernamental en materia de seguridad, policía, aduanas...









La puesta en órbita de los dos satélites abre un proceso de ensayos en tierra y en el espacio. Debajo, el Soyuz en el lugar de lanzamiento.

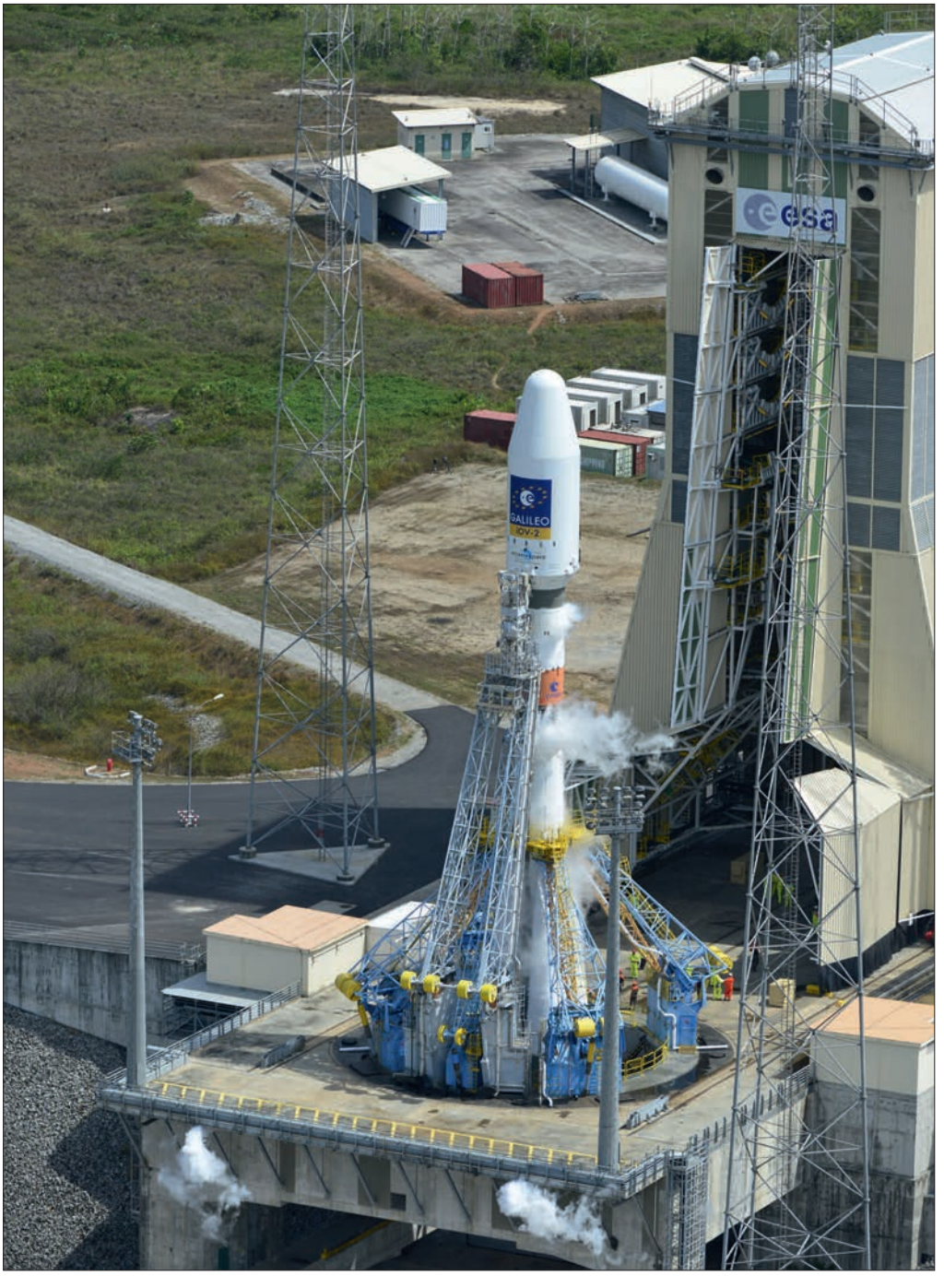
que se efectuará una amplia serie de pruebas para evaluar toda la capacidad operacional del sistema, tanto en tierra como en el espacio.

Uso civil

Una buena parte de esos ensayos, con las dos parejas de satélites orientadas ya en sus planos de órbita definitivos, tendrá como fin principal comprobar la precisión de las señales y su capacidad para proporcionar con la máxima exactitud la posición en tierra de cualquier receptor que equipe localizadores GNSS. Este tipo de comprobaciones sólo será posible efectuarlas a partir de ahora, pues para determinar con precisión una posición en tierra se necesitan al menos cuatro satélites: uno para establecer las referencias temporales de las señales y corregir sus posibles desajustes, y los otros tres para proporcionar los datos relativos a la latitud, longitud y altura del potencial usuario.

El sistema de navegación Galileo, concebido para garantizar la independencia tecnológica de la Unión Europea en el sector de las telecomunicaciones, será también el primero orientado a un uso civil. Se ha concebido también para que sea compatible e in-













Pruebas del cuarto satélite en un centro espacial de Roma, en mayo de 2012. Debajo, antena de banda L en la estación terrestre de Redu (Bélgica), que analiza las señales de los satélites.

bertura incluso para las regiones polares.

A fin de asegurar la máxima fiabilidad de las señales, Galileo cuenta con una amplia red terrena, imprescindible para que los datos de tiempo y posición se ajusten a los más exigentes parámetros de precisión. Además de una extensa red de estaciones terrenas de referencia, distribuidas a lo largo y ancho del globo, desde el océano Índico hasta el extremo más septentrional de Noruega, Galileo cuenta con dos grandes centros de control en Alemania e Italia donde se validan todos los datos. Y a medida que preste los distintos servicios para los que se ha diseñado, está previsto que entren en funcionamiento otra serie de centros especializados, como el deTorrejón de Ardoz (Madrid), desde el que se ofrecerán los servicios abierto, comercial y de salvamento «Safety of Life».

Durante estos dos próximos años, la Agencia Espacial Europea (ESA) tiene previsto lanzar otros 14 satélites más hasta completar una primera constelación de 18 en total.

teroperable con el GPS norteamericano y el Glonass ruso, después de que la UE llegara a acuerdos con los respectivos países.

En total, Galileo dispondrá de 30 satélites en órbita, de los cuales 27 estarán operativos y otros tres en reserva. Cada satélite completará una órbita a 23.200 kilómetros de altitud en unas 14 horas. Repartidos en tres planos orbitales a 56 grados de inclinación respecto al ecuador, siempre habrá un mínimo de cuatro satélites visibles desde cualquier parte de la Tierra, asegurando la co-

Relojes ultraprecisos en las entrañas de Galileo

Como en la triangulación geodésica, en la localización mediante sistemas de navegación por satélite GNSS la determinación de un punto en tierra es posible en función de su distancia respecto a otros tres, en este caso al menos tres satélites que cubren la órbita terrestre a unos 23.200 kilómetros de distancia de la superficie. El cálculo de esa distancia es posible midiendo el «tiempo de viaje» de las señales de radiofrecuencia emitidas por el satélite hasta su captación por el receptor GNSS en tierra. Como esas señales viajan a velocidades similares a las de la luz, cercanas a los 300.000 kilómetros por segundo, su recepción es posible en apenas centésimas de segundo, lo que tardan en cubrir los 23.200 kilómetros que separan la Tierra de la órbita en la que giran los satélites de la constelación Galileo. Para medir con la máxima exactitud esos tiempos de viaje –un error de una milmillonésima de segundo se convierte en un error de localización de 30 centímetros–, los satélites del sistema Galileo van equipados con relojes máser de hidrógeno y de frecuencia atómica de rubidio, entre los más precisos que se han construido nunca. Cada satélite, de unos 700 kilogramos de peso, cuenta con dos relojes máser de hidrógeno y otros dos de rubidio. Uno de los relojes máser permanece siempre activo junto a otro de rubidio que le sirve de apoyo, mientras que los otros dos permanecen en reserva en caso de fallo en algún otro de los que se hallan operativos.

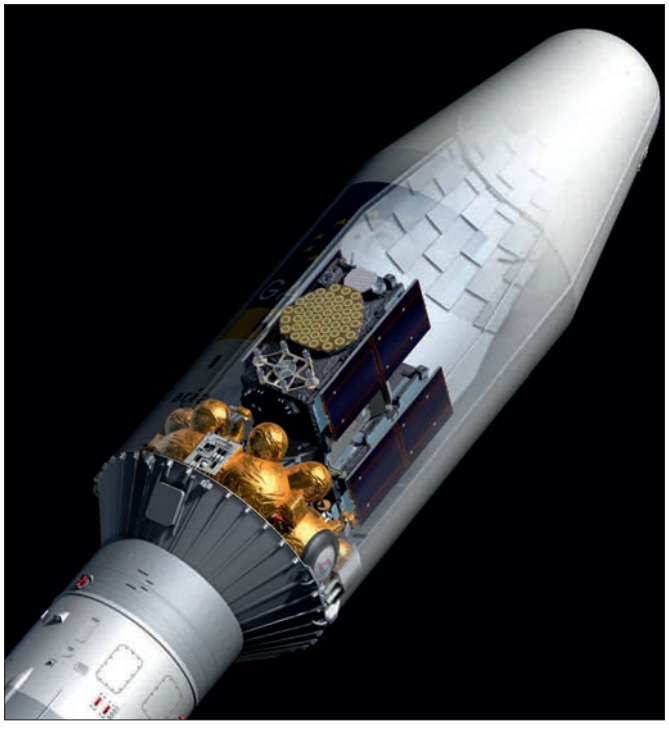


A 23.200 kilómetros de la Tierra, la cápsula Fregat, situada en el extremo del Soyuz, libera los dos satélites Galileo que transporta el cohete.

Con ese despliegue y si los ensayos de validación en órbita se siguen desarrollando conforme a las previsiones establecidas, Galileo podría ya ofrecer sus primeros servicios a los ciudadanos europeos, entre ellos los de rescate y salvamento en la mar.

Si todo discurre conforme a las previsiones de la ESA, a partir de finales de 2014 la operatividad del sistema podrá comenzar a percibirse ya en la mayor precisión y fiabilidad de las señales registradas en tierra y en las aplicaciones ligadas a ellas, especialmente en el sector del transporte.

La Unión Europea contempla que las inversiones en el proyecto, tras la entrada en



operatividad de los 30 satélites en el año 2020, ronden los 10.000 M€, y que sus prestaciones supongan un retorno a la economía europea cercano a los 90.000 M€.

Galileo registra una importante participación española, con cerca de un 10% de las inversiones netas, lo que convierte a España en el quinto contribuyente del proyecto por aportaciones. Varias empresas españolas (aproximadamente el 70 por ciento de las empresas del sector aeroespacial español) están involucradas en el desarrollo de algunas de las fases de Galileo, desde la tecnología a bordo de los satélites, hasta los sistemas de comunicaciones en tierra. ■

EL OBSERVATORIO DE LA SOSTENIBILIDAD EN AVIACIÓN PROMUEVE ESTRATEGIAS DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN TRANSPORTE AÉREO



Un faro para el sector



El Observatorio evalúa el impacto de la aviación en el medio ambiente.

PEPA MARTÍN

El Observatorio de la Sostenibilidad en Aviación (OBSA) ha cumplido ya un lustro desde su creación, un periodo durante el cual ha conseguido convertirse en todo un referente para el sector del transporte aéreo. Integrado en Senasa (Servicios y Estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica), el Observatorio se ha consolidado como punto de encuentro y de difusión de las políticas de sostenibilidad, tanto en sus aspectos ambientales como económicos y sociales, para la aviación en España.

Una de las grandes tareas que el Observatorio tiene encomendadas es la de facilitar la implementación de medidas medioambientales tanto entre las distintas administraciones con las que colabora, ministerios de Fomento y de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, como entre las empresas del sector, y actuar como interlocutor entre ambas partes proporcionando ayuda técnica y organizativa.

Para ello el Observatorio analiza y evalúa las iniciativas que en este sentido se emprenden dentro y fuera de España con el fin de conocer en qué medida la aviación afecta a las variables socioeconómicas, al territorio, a la calidad



del aire, al ruido, al cambio climático y a la eficiencia energética, y sus conclusiones son una referencia a la hora de adoptar las decisiones y estrategias más adecuadas.

Cuenta para ello con un equipo multidisciplinar integrado por expertos en ingeniería, las más diversas ramas de la ciencia y la técnica (química, meteorología, etc.), humanidades, tecnologías de la información y pilotos, que colaboran estrechamente con especialistas de otras entidades públicas y privadas, realizando un trabajo continuo de recopilación de información, noticias, políticas, legislación y documentación técnica.

El Observatorio forma parte de la Red de Observatorios Temáticos para la Investigación sobre Sostenibilidad en España, y cuenta con el apoyo del Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE).

Informe anual

Desde 2009, el resultado de estos trabajos queda reflejado en un informe que se renueva anualmente y que proporciona los indicadores de sostenibilidad y su evolución, además de orientar las estrategias globales y nacionales de



Políticas en las que se enmarca la estrategia del Observartorio

- Resoluciones de la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI) vinculadas al transporte y al desarrollo sostenible.
- La Estrategia Revisada de la UE para un Desarrollo Sostenible.
- La Estrategia de la UE para el uso de biocarburantes.
- El Convenio de Aarhus y su aplicación mediante la Ley 27/2006, de acceso a la información y participación pública en materia de medio ambiente.
- La Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia (EECCEL).
- La Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética (E4).
- La Estrategia Española de Desarrollo Sostenible (EEDS).
- La Estrategia Española de Calidad del Aire y el Programa Nacional de Reducción de Emisiones.
- La Estrategia de Medio Ambiente Urbano.
- La Estrategia Española de Movilidad Sostenible.



Proporcionar información relevante sobre la sostenibilidad de la actividad aérea es una de las misiones principales del Observatorio.

aplicación al sector, buscando preservar el medio ambiente y avanzar hacia un modelo de negocio más productivo.

También apunta tendencias y pronósticos de evolución de las distintas variables económicas, ambientales y/o sociales, e incorpora el análisis de una amplia información técnica y científica contrastada, empleando para ello modelos y herramientas adaptadas a la realidad española. Y entre sus aportaciones cabe citar asimismo la de formular metodologías de cálculo que son utilizadas para elaborar los indicadores, analizar las políticas y estrategias nacionales e internacionales y proponer las posibles medidas de mejora y



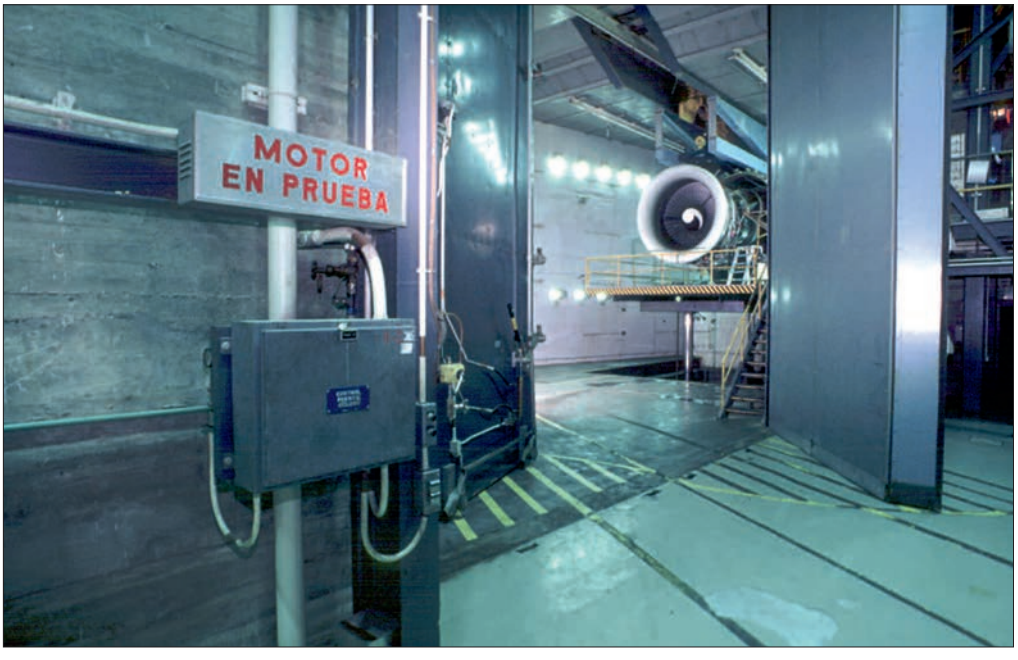
buenas prácticas susceptibles de ser aplicadas.

Su publicación pretende, pues, dar respuesta a la necesidad de los diferentes agentes del sector de disponer de información fiable y contrastada, que permita realizar un seguimiento lo más riguroso posible de las políticas y estrategias medioambientales que afectan al sector.

Áreas de trabajo

La sostenibilidad de la actividad aérea tiene connotaciones que implican al medio ambiente, pero también a la economía y, en consecuencia, a la sociedad. Con el fin de que tanto el sector, como los usuarios y el público en general, dispongan de información relevante, el Observatorio ha estructurado sus áreas de trabajo en seis temáticas clave: la influencia de la aviación en el cambio climático, en la calidad del aire, el impacto acústico, los efectos de la actividad aérea sobre la superficie que ocupa, la eficiencia energética, y las consecuencias en la sociedad y la economía.

El Observatorio trabaja de forma independiente en cada una de esas áreas, ya que los impactos de la aviación son diferentes en cada una de ellas. Además de examinar los efectos que se derivan de esa actividad, evalúa y propone actuaciones y políticas orientadas a mitigarlos en el caso de que sean negativos. Y también cómo potenciarlos si son positivos. Desde su centro de documentación se recopila,





Las emisiones de CO_2 que provoca la aviación es uno de los índices que monitoriza el Observatorio

clasifica y da publicidad a las políticas y normativas encaminadas a regular las actuaciones del sector, tanto a nivel mundial como europeo y nacional.

En gran medida gracias a la labor recopilatoria de todos esos índices desde el año 2000, se puede deducir que las tendencias en sostenibilidad del transporte aéreo en España son positivas, con una notable tendencia de mejora año a año, si bien el Observatorio subraya que es necesario insistir a través de nuevas medidas con amplios márgenes de mejora aún, principalmente a través de una mayor eficiencia en la operación de vuelos, nuevas tecnología y potenciación del uso de nuevos combustibles que permitan absorber los efectos derivados del crecimiento y el desarrollo del sector.

Iniciativas

Aeropuertos, operadores, fabricantes, navegación aérea y empresas de servicios conforman la actividad de la industria de la aviación en España, que tiene, entre otras responsabilidades, hacer compatible el desarrollo seguro y ordenado del transporte aéreo y la calidad del medio ambiente, un objetivo por el que el sector está llevando a cabo importantes inversiones y esfuerzos de investigación.

En este sentido, el Observatorio da difusión a todas aquellas iniciativas que comienzan a introducirse en el sector con el fin de mejorar la sostenibilidad y que pueden servir también de modelo para alentar otras actuaciones. Por ejemplo, las de los aeropuertos, que trabajan para limitar su impacto ambiental y mejorar las posibilidades de transbordo intermodal, o las de los proveedores de servicios





AlgaEnergy

El Observatorio difunde las iniciativas que mejoran la sostenibilidad, como la producción de biocombustibles.

Otra misión del Observatorio es ayudar a implementar medidas medioambientales en los recintos aeroportuarios.

para que las aeronaves vuelen de forma más eficiente.

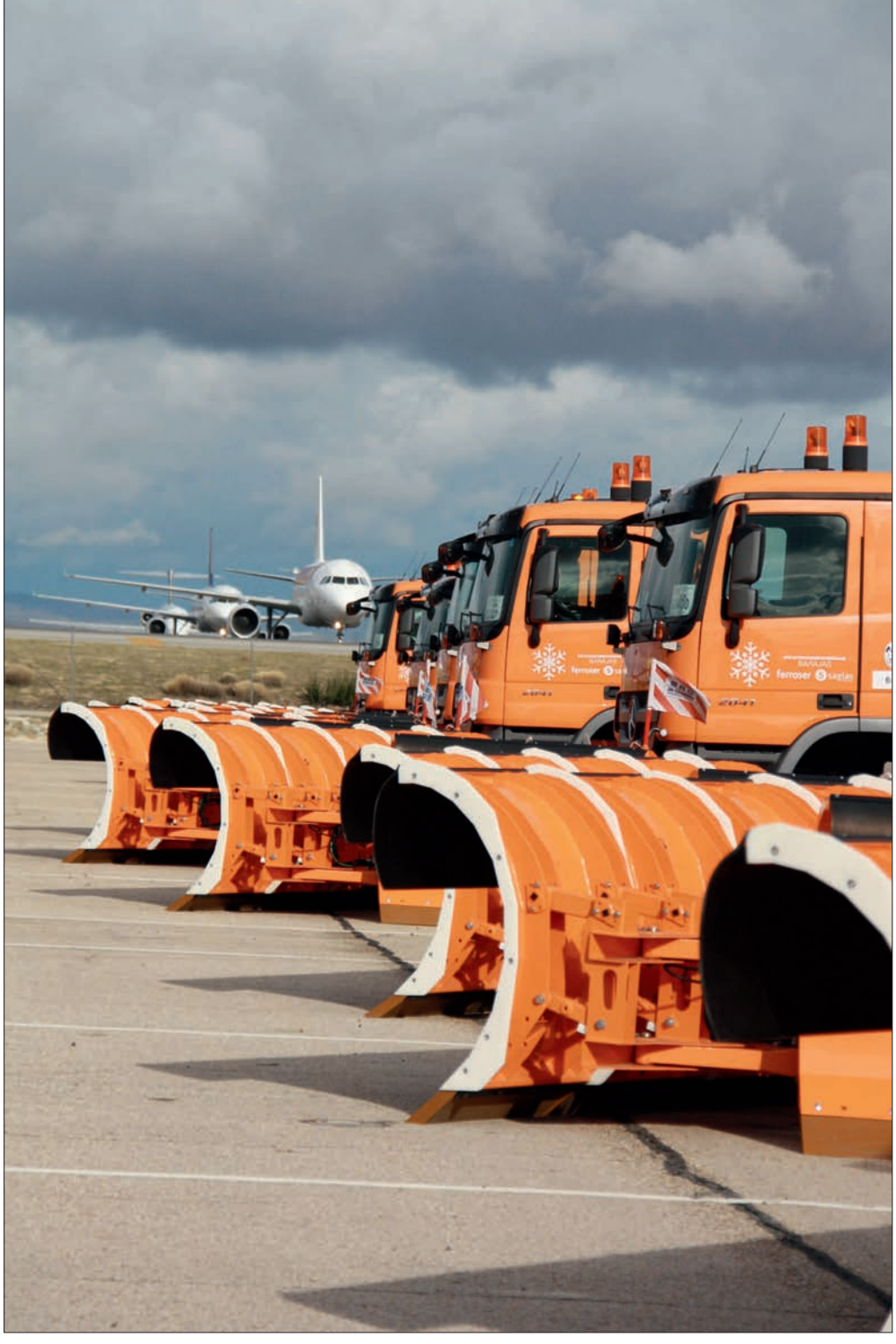
Asimismo, da a conocer con ejemplos prácticos los esfuerzos de las compañías aéreas para limitar los efectos adversos de su actividad, las áreas de actuación de los fabricantes de aeronaves para reducir consumos, emisiones y ruido, las iniciativas de las empresas de servicios relacionados con el sector de la aviación, como el *handling*, o las de las consultoras relacionadas con el sector de la aviación.

Documentación

Otra de las labores esenciales del Observatorio es la de difundir la situación actual del sector en relación a las políticas medioambientales, así como la de desarrollar y difundir estudios e informes técnicos relevantes que contribuyan a alcanzar el objetivo de una aviación sostenible. También la de divulgar la normativa y las políticas que afectan a la industria de la aviación, tanto entre el sector más especializado como entre el público en general. Su gran labor en este campo es proporcionar a los agentes implicados o cualquier usuario potencial un mapa de situación actualizado de las políticas y normativas, tanto nacionales como internacionales, así como difundir todas las potenciales fuentes de información al respecto, desde archivos documentales a recursos *online*.

Para ello el Observatorio pone a disposición de cualquier posible usuario varios servicios. Entre ellos, el de documentación digitalizada, donde se puede hallar todo tipo información relevante así una amplia relación de enlaces útiles hacia otros organismos y entidades que realizan labores similares.

Desde el Observatorio también se proporciona información sobre la forma de contribuir individualmente a minimizar el impacto en el medio ambiente, por ejemplo, mediante la compensación de sus emisiones al viajar en avión, y sensibiliza al ciudadano para que cambie sus comportamientos, como es aconsejar el uso de medios de transporte públicos para acceder a los aeropuertos. Facilita igualmente la comunicación a través del correo electrónico y el teléfono para atender las consultas de los usuarios. ■



Proyectos en curso

■ **Accesos Limpios.** El Observatorio trabaja en la posibilidad de implantar medidas de reducción de emisiones en los aeropuertos españoles.

■ **Compañías y CO_2.** Estudia las obligaciones y trámites derivados de la inclusión de la aviación en el régimen de comercio de emisiones de la Unión Europea.

■ **Indicadores.** Trabaja sobre los indicadores del impacto ambiental del transporte aéreo y procedimientos para la reducción de los impactos.

■ **Inventario de emisiones.** Modelización y revisión del Inventario Nacional de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera del Transporte Aéreo (1990-2010).

■ **Transporte sostenible.** Grupo de trabajo en cooperación con la Red de Observatorios de Sostenibilidad, denominado Transporte Sostenible.

SALVAMENTO MARÍTIMO EXTRAE EL HIDROCARBURO DE UN PETROLERO HUNDIDO EN 1937



Operación de limpieza submarina



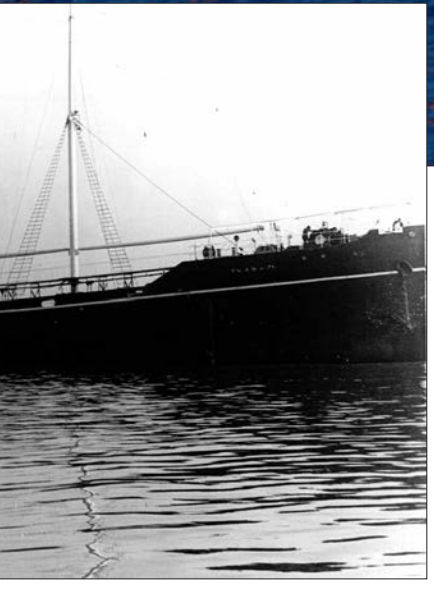
BEGOÑA OLABARRIETA
FOTOS: SALVAMENTO MARÍTIMO

Salvamento Marítimo ha conseguido recuperar 450 metros cúbicos de hidrocarburo que llevaban 75 años sumergidos en los tanques del petrolero *Woodford*, hundido en plena Guerra Civil a tan sólo 15 millas náuticas de las islas Columbretes, en aguas de Castellón. La operación de limpieza, realizada a 80 metros de profundidad, ha requerido de las más modernas técnicas y equipos de buceo.



Las operaciones submarinas fueron dirigidas y realizadas desde el Clara Campoamor (arriba). Derecha, imagen del petrolero hundido.

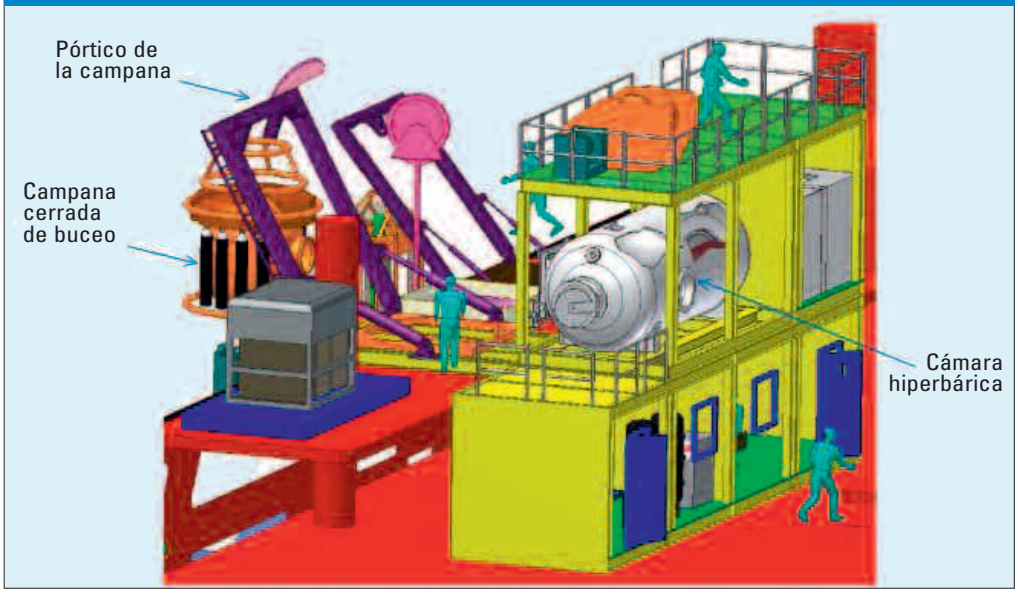




Corría septiembre de 1937, en plena Guerra Civil, cuando el *Woodford*, un petrolero que navegaba bajo bandera británica y que se dirigía a puerto español, fue torpedeado por un submarino italiano en aguas de Castellón, cerca de las islas Columbretes. El segundo maquinista falleció y el resto de la tripulación, 32 hombres, consiguió ponerse a salvo a bordo de los botes salvavidas impregnados en fuel. Mientras se alejaban, el *Woodford* ardía y se hundió sin remedio en las aguas castellonenses. Los torpedos del *Diaspro* habían alcanzado de lleno dos de los tanques de combustible, provocando un primer vertido de hidrocarburo.

Desde entonces se han producido episodios periódicos de contaminación en esta zona, como venían constatando las operaciones de inspección y vigilancia de Salvamento Marítimo, que determinaron que el buque, hundido a 15 millas náuticas de la Reserva Natural de las islas Columbretes, era el causante de las emisiones. Se hacía necesaria,

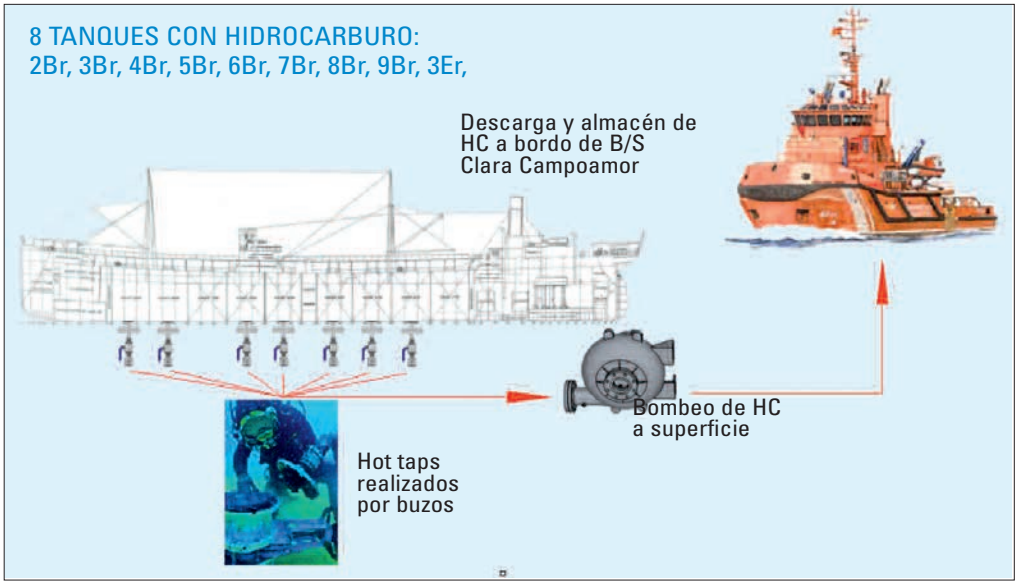
ESQUEMA DEL COMPLEJO DE BUCEO EN SATURACIÓN

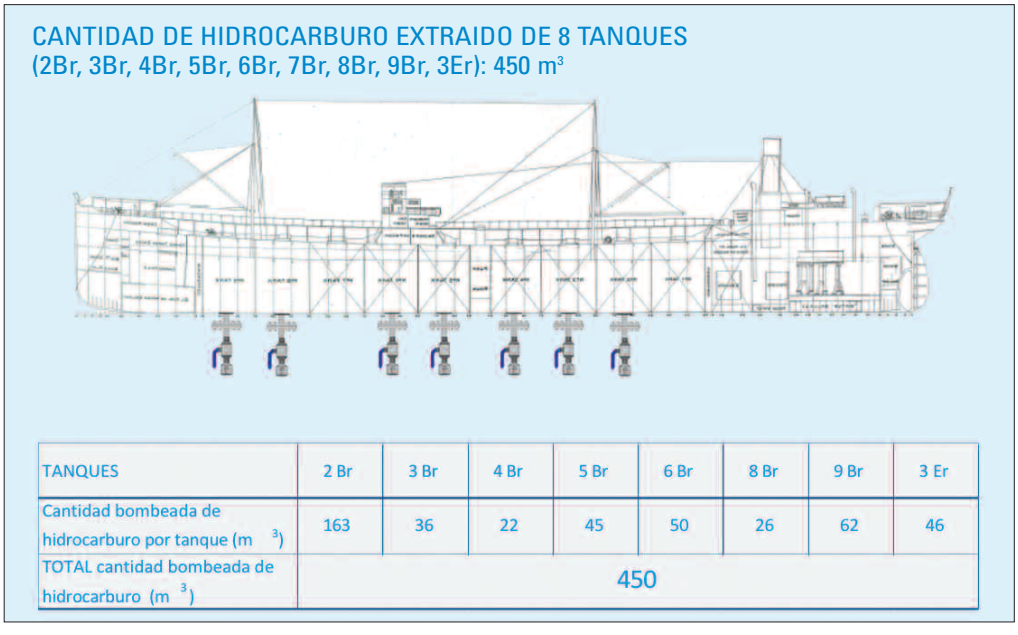




Interior de la cámara hiperbárica.

OPERACIONES DE EXTRACCIÓN Y RESULTADOS





TANQUES	2 Br	3 Br	4 Br	5 Br	6 Br	8 Br	9 Br	3 Er
Cantidad bombeada de hidrocarburo por tanque (m^3)	163	36	22	45	50	26	62	46
TOTAL cantidad bombeada de hidrocarburo (m^3)	450							

por tanto, una operación destinada a eliminar la fuente de contaminación, agravada con el tiempo debido al desgaste de las chapas por corrosión, para evitar así un daño mayor si el deterioro del buque hubiera ocasionado la ruptura de uno de sus tanques.

Sin embargo, los 80 metros de profundidad a los que permanece hundido el *Woodford* hacían muy difícil que los buzos pudieran permanecer sumergidos el tiempo suficiente para llevar a cabo los trabajos. Después de 75 años de su hundimiento esto ha sido posible. En septiembre pasado, el pecio recibió una nueva visita, esta vez la de los buceadores encargados de extraer el fuel aún alojado en los tanques. Salvamento Marítimo iniciaba así un dispositivo de limpieza submarina sin precedentes, con las más modernas técnicas de buceo en saturación, que permiten trabajar sin riesgo en grandes profundidades.

El 4 de octubre, un mes después del comienzo, la operación –la primera de estas características realizada con medios propios de la Administración española– culminó con éxito: se extrajeron 450 metros cúbicos de combustible, lo que equivale a más de 20 camiones cis-

Medios técnicos y humanos

- Buque polivalente *Clara Campoamor*, de 80 metros de eslora. Acondicionado para servir de soporte de buceo y alojar los equipos.
- Vehículo de inspección submarina operado por control remoto (ROV).
- Complejo de buceo en saturación a 200 metros compuesto por el módulo y la campana.
- 10 buzos de profundidad altamente cualificados.
- 18 técnicos para el desarrollo de las operaciones.
- 14 tripulantes del *Clara Campoamor*.

terna de gran capacidad, y se colocaron bridas ciegas (HOT-TAP) para evitar nuevas salidas del fuel que pudiera seguir adherido a las paredes de los tanques.

Desarrollo de los trabajos

El 6 de septiembre, los primeros buceadores se sumergieron en las profundas aguas de Castellón dentro de una campana seca y se acercaron al buque hundido para comenzar los trabajos. En superficie, el buque polivalente *Clara Campoamor* comandaba una operación compleja en la que se contempló hasta el último detalle.

Previamente se había estudiado la zona de actuación utilizando para ello un vehículo de inspección submarina (ROV), un pequeño submarino teledirigido que permite descender a grandes profundidades y que ofreció las imágenes y la información necesaria para diseñar la intervención. Se decidió entonces que la extracción del hidrocarburo sólo sería factible mediante el empleo de la campana seca de buceo en saturación, apta para turnos de





Arriba, la campana de buceo es sumergida desde el buque. Debajo, colocación de bridas HOT-TAP.

trabajo de ocho horas a 80 metros de profundidad.

La actuación, imposible hasta el momento, se hizo finalmente realidad gracias al equipamiento de Salvamento Marítimo para intervenciones y lucha contra la contaminación. Como medida preventiva, además, se diseñó un plan de seguridad, realizado por Lloyd's Register, y un plan de contingencias, teniendo listos equipos de lucha contra la contaminación a bordo del *Clara Campoamor*.

Ante la posibilidad de que en las complicadas operaciones de extracción del hidro-



Un viaje sin retorno

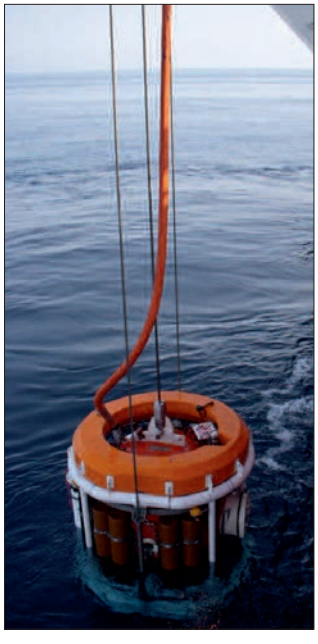
El viernes 3 de septiembre de 1937 la prensa internacional se hizo eco de la noticia. A las 6.30 del día anterior, el petrolero *Woodford* había sido torpedeado en aguas españolas. Los proyectiles de un submarino italiano habían impactado en su sección media, a la altura de los tanques 5 y 6 por su costado de estribor.

Con casi 130 metros de eslora y 17 de manga, el petrolero había sido construido en 1914 en el astillero Sir James Laing & Sons Ltd. de Sunderland, en el Reino Unido, comenzando su andadura bajo el nombre de *San Joaquín*, entonces perteneciente a una compañía noruega.

Cuando llegó a la costa española en plena Guerra Civil, navegaba desde Constanza (Rumanía) rumbo a Valencia, bajo bandera británica y cargado con 10.000 toneladas de fuel. Nunca llegó a alcanzar su destino ya que el submarino *Diaspro* acabó con su singladura. Antes de que sus 6.937 toneladas desapareciesen bajo el mar, 32 tripulantes fueron rescatados por pescadores de Benicarló.

carburo se pudiera producir una fuga, Salvamento Marítimo habilitó un plan de seguridad que incluía un avión, dos remolcadores, dos embarcaciones Salvamar y una Guardamar, además de disponer 600 metros de barreras oceánicas y 500 metros de barreras absorbentes.

Una previsión que no hizo falta poner en marcha, ya que la operación culminó con éxito. La clave del mismo fue la intervención a través de una campana seca de buceo EBS 200, que permite bajar hasta 200 metros, y de un módulo de saturación, en el que los buzos pueden permanecer hasta 28 días en una presión similar a la que hay a 80 metros de profundidad. Todo ello se instaló a bordo del *Clara Campoamor*, un buque polivalente de 80 metros de eslora preparado *ad hoc* para alojar a los equipos de buceo y servir de soporte.



El Clara Campoamor *en faena e inmersión de la campala.*

Los 10 buceadores, altamente cualificados y adiestrados para la misión, trabajaron por turnos, alojándose en el módulo de saturación –con capacidad para cuatro personas–, desde el que accedían directamente a la campana seca para realizar las inmersiones.

Un primer turno se encargó de cuatro misiones concretas: tomar catas de todos los tanques para evaluar su situación, realizar las operaciones previas para taladrar los tanques, conectar las válvulas de extracción en tres tanques e iniciar el bombeo del hidrocarburo desde ellas.

Una vez finalizado el turno, el primer equipo retornaba a superficie, mientras el segundo descendía de nuevo a bordo de la campana seca para colocar válvulas en los cinco tanques restantes, concluyendo así el bombeo del hidrocarburo, y taponando después los tanques con bridas ciegas.

La operación, desarrollada durante un mes con participación de 42 personas, finalizó con la carga de todo el combustible a bordo del *Clara Campoamor*. El combustible será reciclado en la medida de lo posible y sus beneficios irán destinados a costear, en parte, la operación. ■

MUSEO DEL FERROCARRIL



www.museodelferrocarril.org

MUSEO DEL FERROCARRIL
Fundación de los Ferrocarriles Españoles

Paseo de las Delicias, 61
28045 Madrid



PRESENTACIÓN DEL TREN DE MUY ALTA VELOCIDAD Y MÁXIMA CAPACIDAD AVRIL

Más rápido, más capaz



J.R.V. Fotos: Talgo

La empresa Talgo ha presentado oficialmente el prototipo del Avril (acrónimo de Alta Velocidad Rueda Independiente Ligero), primer desarrollo de una familia de trenes de muy alta velocidad (380 km/h) y máxima capacidad (más de 600 pasajeros, 200 más que los trenes AVE que circulan por las vías españolas), lo que abre las puertas a un abaratamiento de los viajes en alta velocidad.



El prototipo del Avril, presentado en la feria de tecnologías del transporte Innotrans 2012, celebrada en Berlín (Alemania) del 18 al 21 de septiembre pasados, corresponde a la primera versión de una futura familia de trenes de Talgo caracterizada fundamentalmente por la flexibilidad (habrá versiones para distintos anchos de vía, tensiones eléctricas y diferentes configuraciones de velocidades de operación o plazas), lo que permitirá adaptarse a las necesidades de cada operador ferroviario, en respuesta a las demandas presentes y futuras del mercado para servicios de alta velocidad en todo el mundo. Se trata de una evolución natural de los otros trenes de alta velocidad de Talgo (250 y 350), actualmente en servicio en España.

El vanguardista prototipo, cuyo diseño exterior ha sido realizado por la firma italiana de carrocerías Pininfarina, está basado en los principios tecnológicos tradicionales del fabricante español, como el concepto de tren articulado (que proporciona una mayor



seguridad durante la circulación, mayor confort al reducir los efectos del ruidos y las vibraciones en el pasajero, y supone menores costes de mantenimiento al haber un menor número de ejes respecto a un tren convencional), la rueda independiente guiada en los coches (que garantiza la estabilidad dinámica a una velocidad muy alta ya que carece de la velocidad crítica característica de los diseños convencionales de material rodante) o la accesibilidad plena para los pasajeros (cuenta con un piso bajo continuo, lo que permite el fácil acceso al tren de todo tipo de pasajeros, entre ellos discapacitados o con movilidad reducida, y reduce el tiempo en paradas intermedias en un 20% respecto a los trenes convencionales, equipados con escalones).

Velocidad y capacidad

Las principales innovaciones que presenta el Avril, que ya ha realizado pruebas de tipo dinámico, se encuentran fundamentalmente en su velocidad y en su capacidad. El nuevo tren es capaz de circular a una velocidad de operación punta de 380 km/h, sobrepasando con creces la velocidad máxima de los trenes de alta velocidad que circulan actualmente por las vías españolas, establecida en 330 km/h en su modelo más veloz.





Junto a ello, el Avril será capaz de transportar a más de 600 pasajeros en un solo piso de 200 metros de longitud, cantidad que supera con creces la actual capacidad de transporte de los AVE que circulan por España (el tren S 103 puede trasladar 404 pasajeros). Esta característica, según un comunicado del fabricante, supondrá una revolución en el mercado ferroviario, «lo que permitirá a los operadores ferroviarios ofertar billetes AVE *low cost*».

> El Avril está basado en los principios tecnológicos tradicionales de Talgo

La ampliación de la capacidad del tren ha sido posible gracias al desarrollo de una caja más ancha de los coches, que cumple con los estándares UIC. Gracias a ello, en el interior del coche, en vez de las clásicas cuatro filas habituales de otros trenes, se ha dispuesto una nueva configuración de butacas con una quinta fila en clase turista, con una distribución de 3+2 (tres asientos a un lado del vagón y dos en el otro), respetando los estándares de espacio disponible para el pasajero en términos de distancia entre reposabrazos, espacio disponible para las rodillas y anchura del pasillo, entre otros. Esta nueva configuración proporciona máxima capacidad y flexibilidad para los operadores ferroviarios.

Eficiencia energética

Otro aspecto destacado del Avril es su mayor eficiencia en el consumo energético, una importante mejora que obedece a una combinación de factores. Entre ellos destacan el menor peso del tren (logrado, entre otros, mediante la reducción de masa de la estructura de la caja y la elección de todo tipo de componentes en función de su menor peso), las reducidas dimensiones exteriores de los vagones (de un 25 a un 30% menos que los otros trenes) y la optimización máxima de la aerodinámica (en un 31% en comparación con el último Talgo de alta velocidad, el S 102). Todas estas características, sumadas a otras como el desarrollo de un sistema de conducción automática del tren con criterios de eficiencia energética, hacen que el Avril sea sensiblemente más eficiente en el consumo de energía que otros trenes: concretamente 11.79 kWh/km en comparación con los valores estándar de otros operadores de alta velocidad, situados en aproximadamente 15kWh/km.

Su diseño ligero, además, contribuye también a un menor consumo de energía y a un menor impacto en la infraestructura (el valor de la energía consumida a lo largo de los 30 ciclos de un año de vida es del 160% del precio de adquisición).

Al mismo tiempo, el prototipo del Avril incorpora los desarrollos más avanzados en materia de seguridad activa y pasiva, reducción de ruido, control del clima y de las tecnologías de la información para incrementar tanto la seguridad de la circulación como la comodidad de los pasajeros.

El coste ha sido otro objetivo valorado en la fase de diseño, que se ha conseguido gracias al bajo consumo de energía por pasajero y por kilómetro y al bajo peso del tren, soluciones elegidas en cada caso del diseño. ■

LOS "TRENES DE CARRETERA", UNA SOLUCIÓN PARA MEJORAR EL TRÁFICO Y REDUCIR LA CONTAMINACIÓN



Conducción autónoma en grupo



«Tren de carretera» formado por vehículos guía y tres automóviles, durante uno de los ensayos.

JAIME ARRUZ FOTOS: PROYECTO SARTRE Y VOLVO

El tráfico de vehículos y sus repercusiones económicas y medioambientales constituye una de las mayores preocupaciones de gran parte de los Gobiernos de todo el mundo. El sector de la automoción genera un importante porcentaje de las emisiones contaminantes que se envían a la atmósfera, y numerosos proyectos buscan soluciones para reducirlas. Uno de los más interesantes realizados recientemente es el proyecto Sartre, financiado por la Unión Europea y en el que participan varias empresas españolas.

Un vehículo guía que marca el camino al resto a velocidad constante, lo que reduce el consumo de combustible y por tanto las emisiones contaminantes, además de mejorar el tráfico e incrementar la seguridad vial. Eso es lo que proponen los denominados «trenes de carretera», cuya aplicación en las congestionadas vías europeas ha evaluado el proyecto Sartre (acrónimo de







Guiados por un vehículo líder (arriba), los usuarios de los coches seguidores pueden dejar el volante y realizar otras actividades (foto inferior).

Pros y contras

VENTAJAS

- Ahorro de carburante (un 20% en autopista) y consiguiente reducción de emisiones a la atmósfera.
- Disminución muy significativa de la accidentalidad por fallo humano.
- Utilización más racional de la capacidad máxima de las carreteras.
- Más confort de los viajeros (buscando el que proporciona el tren).
- Algunas de estas tecnologías ya están en uso.

INCONVENIENTES

- Los ahorros también pueden lograrse con vehículos con conducción automática en modo ECO.
- El conductor debe mantenerse alerta por los sucesivos adelantamientos de vehículos autónomos. Su confort, por ello, es menor que en el tren.
- La conducción tipo convoy obliga a sucesivos adelantamientos, pudiendo originarse colas.
- Choque con la idiosincrasia cultural de conducción en algunos países.
- El proyecto requiere algunas tecnologías aún no maduras: aplicación sobre comunicación de rutas ofertadas/demandadas y contratación del servicio.
- Coste de viaje adicional para el conductor que contrate el servicio.

Safe Road Trains for Environment o Trenes de Carretera Seguros para el Medio Ambiente). Su objetivo es un cambio gradual en el uso del transporte personal.

El planteamiento es sencillo: un vehículo encabeza un grupo de varios de ellos, cuyos conductores no se tienen que hacer responsables de los mandos, que funcionan de forma autónoma, sino que viajan cómodamente aprove-



Las reducciones de consumo de combustible y de emisiones contaminantes hacen que el proyecto sea de gran interés para las flotas de transporte de mercancías o viajeros.

chando para trabajar, realizar actividades de ocio como la lectura, escuchar música, tomar un café o ver la televisión, incluso simplemente descansar. Así se logra, con un grupo de vehículos circulando en una misma dirección y a un mismo ritmo, no solo un menor cansancio y un menor estrés en el conductor, sino también un gasto de carburante y un riesgo de accidente inferiores.

Al volante del vehículo guía se sitúa un conductor profesional. Tras él, varios automóviles, turismos o camiones, que se conectan entre ellos y con la cabeza del grupo gracias a las cámaras, radares y sensores láser que controlan sus movimientos. Esta comunicación inalámbrica permite que todos los vehículos que siguen a la cabeza del «tren de carretera» calquen al milímetro lo que hace el primero. Todo el sistema de control autónomo les permite acelerar, frenar y girar tal y como lo hace el guía.

Empresas participantes

En el proyecto Sartre trabajan siete socios europeos. Está liderado por la compañía inglesa de transportes Ricardo UK Ltd. y la empresa automovilística sueca Volvo. Financiado por la Unión Europea en el marco del programa Framework, dentro del 7º Programa Marco, en el proyecto también participan las firmas españolas Applus Idiada, con sede en Tarragona, y Tecnalia Research & Innovation, así como el Institut für Kraftfahrzeuge Aachen (IKA) de Alemania y el SP Technical Research Institute de Suecia. Abertis, la tercera empresa española implicada en este proyecto, colabora de manera activa poniendo a disposición sus vías concesionadas para llevar a cabo las pruebas de campo.

Esta iniciativa se puso en marcha a finales de 2009 con objeto de ayudar a mejorar tres de los problemas básicos del transporte: su impacto en el medio ambiente, la seguridad y la congestión del tráfico. Así, se establecieron cuatro líneas de trabajo: definir una serie de estrategias que permitan circular a los «trenes de carretera» por autopistas públicas sin necesidad de modificar la infraestructura vial; mejorar, desarrollar e integrar tecnologías para evaluar en escenarios reales esos convoyes de vehículos; demostrar que su uso puede aportar mejoras al medio ambiente, la seguridad y los atascos, y, por último, ilustrar cómo puede utilizarse un nuevo modelo empresarial que fo-



mente el uso de estos grupos de vehículos con beneficios tanto para los operadores de vehículos guía como para los suscriptores a este servicio.

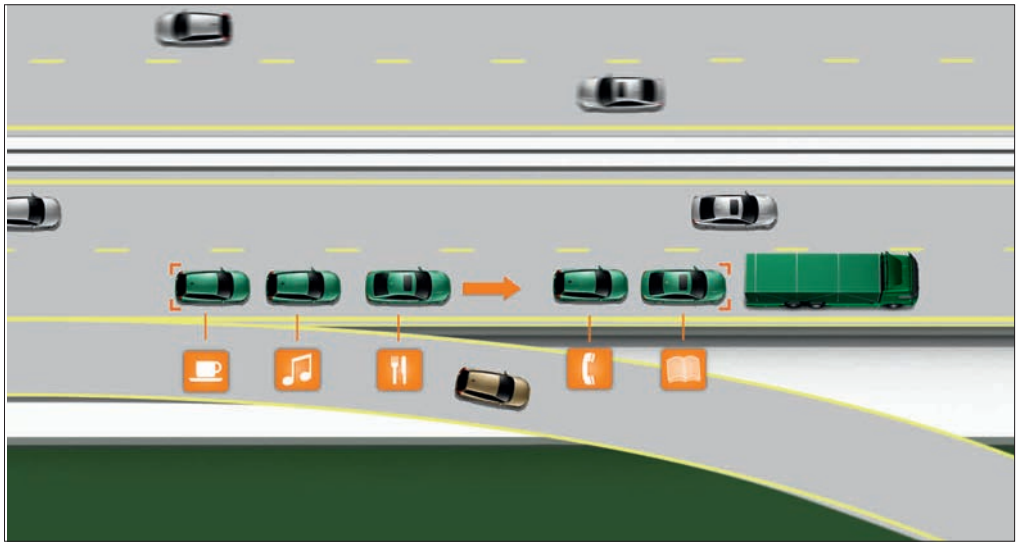
El ahorro estimado en el consumo de carburante por el funcionamiento de «trenes de carretera» en autopistas se sitúa en torno al 20%. Los beneficios para la seguridad serían consecuencia de la disminución de accidentes de tráfico causados por fallo humano a causa de la fatiga del conductor. Y para los usuarios, el atractivo reside en un viaje más tranquilo, menos costoso y con tiempo libre para realizar otras actividades. Además, esta tecnología permitiría la utilización de la capacidad máxima de las carreteras existentes.

Tras unos primeros meses de trabajos teóricos y de reuniones entre los participantes del proyecto, y de estos con responsables públicos y privados para abordar temas como la regulación legal de los «trenes de carretera», la fiabilidad del producto y la aceptación por parte de los conductores de los vehículos autónomos, así como simulaciones gracias a las aplicaciones de Tecnalia Research & Innovation, en enero de 2011 se llevaron a cabo los primeros ensayos reales. Esas primeras pruebas se desarrollaron solo con un camión y un turismo, y demostraron que la comunicación entre automóviles para que uno sirva de guía al otro era posible.

El proceso de conexión entre ambos vehículos se llevó a cabo en marcha. Así, el camión circula por delante y el automóvil solicita unirse a su ruta. Una vez lograda la conexión, el conductor del turismo pasa a dejar de tener el control sobre el volante y los pedales, aunque siempre puede recuperarlo inmediatamente accionándolos. Para hacer realidad esta unión telemática ambos vehículos están equipados con sistemas informáticos, sensores, radares, cámaras y tecnología láser que les permiten estar conectados entre sí. Algunas de estas tecnologías ya las incorporan algunos vehículos como sistemas de ayuda a la conducción, como el 'City Safety', que puede evitar o minimizar una colisión en ciudad al frenar automáticamente el automóvil en caso de detectar otro vehículo o un peatón por delante.

Pruebas reales

En enero de de 2012 se llevaron a cabo nuevas pruebas en escenarios reales, esta vez con un convoy formado por





un camión y tres coches. En ellas el camión volvió a hacer de guía y los tres vehículos más pequeños calcaban su comportamiento en la carretera. Alcanzaron los 90 km/h, siempre con una distancia entre ellos de no más de seis metros.

En mayo pasado se llevó a cabo la prueba más importante del proyecto Sartre, la que confirmó que la aplicación de los «trenes de carretera» es posible. España fue el lugar elegido para realizar los ensayos en una vía abierta al tráfico. Así, el 22 de mayo, los cuatro vehículos que protagonizaron la prueba anterior en tierras suecas rodaron durante 90 kilómetros por la autopista de peaje AP-2 (Zaragoza-Barcelona), entre los puntos kilométricos 140 y 230. A 85 km/h de velocidad máxima y con una distancia de unos seis metros entre vehículos, el camión guió a los dos turismos y al todoterreno en todo momento, sin ninguna incidencia.

Estas tres pruebas son las más importantes llevadas a cabo en el marco del proyecto, pero son solo una pequeña parte del conjunto ya que, en total, los vehículos implicados realizaron más de 10.000 kilómetros. Esta iniciativa para demostrar la viabilidad de los «trenes de carretera» finalizó oficialmente en septiembre de 2012 con resultados muy positivos.





Sensores, radares y antenas permiten la conducción autónoma.

Dos áreas sobresalientes de los ensayos fueron la implantación de soluciones telemáticas de conexión entre los vehículos y la mejora de la aerodinámica que supone la implantación de un «tren de carretera», lo que favorece la reducción del consumo de combustible al mantener entre seis y ocho vehículos con un mismo perfil de circulación.

Algunas de las empresas que participan en el proyecto han anunciado que su próximo objetivo será la búsqueda del liderazgo en el uso de la conducción autónoma. Un futuro con vehículos que se desplacen por sí mismos, sin la acción de ningún ser humano, parece estar cada vez más cerca. ■

HACE YA UN SIGLO, CENTRALES HIDROELÉCTRICAS COMO LA DE SEIRA (HUESCA) CAMBIARON LA VIDA EN LOS VALLES PIRENAICOS

Y el agua hizo la luz

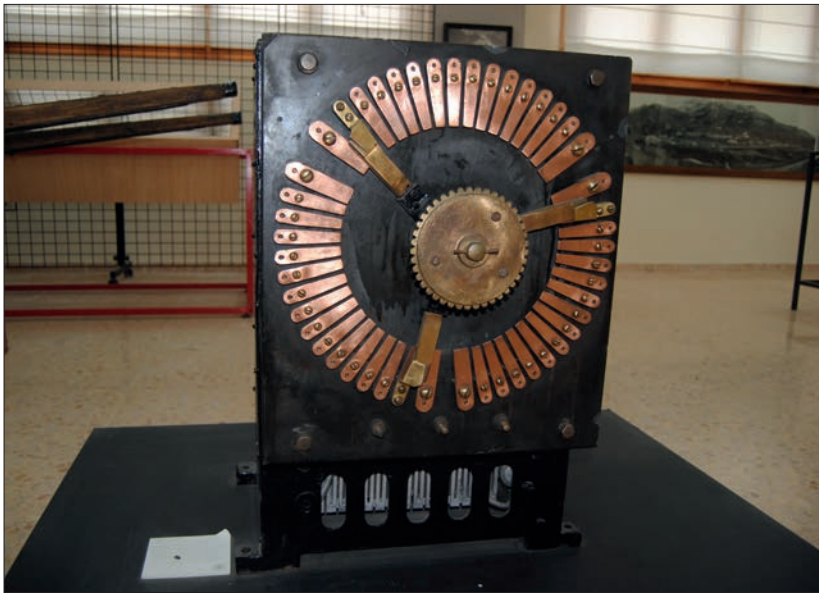
JESÚS ÁVILA GRANADOS TEXTO Y FOTOS

Coincidiendo con la Primera Guerra Mundial (1914-1918), en Seira, en el Pirineo de Huesca, se llevó a cabo la más ambiciosa construcción de una central eléctrica novedosa en España, y pionera también en el resto de Europa. Aquella construcción transformó de manera definitiva los modos de vida de la comarca, poco alterados desde la Edad Media. Hoy, un siglo después, visitar Seira es una lección de historia y de economía, de arte y costumbrismo, porque son muchos los lugares que allí evocan aquel cambio.

Seira, a 120 kilómetros al norte de Huesca, al sur del valle de Benasque, es hoy un pueblo de 156 habitantes que pasaría desapercibido para el viajero que busca las pistas de esquí de Cerler si no es consciente de que allí, en ese enclave de la Ribagorza, hace







Viviendas de trabajadores en Seira, instalaciones de la central hidroeléctrica y equipo para su funcionamiento.

un siglo, miles de trabajadores realizaron la más ambiciosa construcción de una central hidroeléctrica en España. Su esfuerzo se plasmó en la que en su día fue también la línea de alta tensión más larga y potente de Europa. Por todo ello, y por la belleza del paisaje, Seira bien merece una parada para visitar los lugares que evocan aquel cambio.

El pueblo medieval sigue latiendo a su ritmo, sobre una colina que domina la orilla opuesta del río, en torno a una iglesia románica que ofrece un crismón en su portada, en cuya órbita tiene grabada, paradójicamente, la estrella de David. Y es en esta posición desde donde el viajero puede contemplar mejor la grandiosidad espacial del valle, con el rectilíneo núcleo moderno que se adapta a la carretera que enlaza Benasque con Campo y Graus, y las instalaciones que formaron parte de la central hidroeléctrica de Seira.



Tuberías de presión para transportar el agua desde las presas superiores de la montaña. Debajo, equipos de la central expuesta en el museo.

Los orígenes

En los primeros años del siglo XX, en estas apartadas tierras del Pirineo subsistir era difícil. Un clima duro, de acentuados extremos de heladas y lluvias o sequías pertinaces, asolaba con frecuencia las cosechas. La economía de estos pueblos era de autoconsumo; las escasas producciones de cereales y huertas, junto a una cabaña ganadera reducida, solo permitía una vida precaria. Las contadas explotaciones mineras tampoco ayudaron a paliar la pobreza en los núcleos de montaña. Un viajero de aquella época, hablando de Seira, escribiría: «…riqueza en ganados, 200 en vacuno, 240 cabrío, 1.210 lanar y 115 de cerda; un molino harinero capaz de 300 kg diarios; 13 hornos capaces para 500 kg diarios; una fuente; producción, trigo, patata y judía, déficit en trigo y exceso en patata». Por ello, es fácil comprender que gran parte de la juventud de la zona emigrara, mientras que las mujeres y niños tendrían que mantener las tierras y el ganado.

Pero con las primeras carreteras, y al reclamo de los abundantes tajos requeridos por el aprovechamiento hidroeléctrico de los ríos pirenaicos, llegó el cambio. Miles de obreros procedentes de toda España pasaron por estos valles buscando Capdella, en el Pirineo catalán, donde se habían iniciado las obras de una importante central hidroeléctrica. José Antonio Cubero, trabajador en la central de Seira, recuerda que muchos de ellos, por su estado precario, tuvieron que ser socorridas por el Ayuntamiento.



El Canal de Aragón y Cataluña, cuya construcción se inició a finales del XIX bajo el impulso de Joaquín Costa, fue la primera gran obra en el Pirineo oscense, atrayendo a miles de obreros. Las obras del embalse de Peña, cerca de Ayerbe, se iniciaron en 1904, dieron trabajo a excelentes maestros canteros de Lugo. Pero estos trabajadores, acabadas las tareas del canal y mientras culminaban las obras del pantano, tuvieron que emplearse en otros proyectos ambiciosos: en Seira (S.G.F.H/ Catalana de Gas), Capdella (Energía Eléctrica de Cataluña), Serós (Riegos y Fuerzas del Ebro) y el ferrocarril Zue-



La central hidroeléctrica aprovecha las aguas del río Ésera para su funcionamiento. Debajo, maquinaria de la central en el Museo de la Electricidad.

ra-Canfranc, que complicó la estabilidad de los obreros en los tajos.

Esa abundancia de trabajo causó frecuentes altercados. Hubo disputas entre trabajadores por llegar primero a los mejores jornales, y amenazas de matones a sueldo de las empresas para quienes emigraban a otros tajos. Así, la Guardia Civil intentaba poner orden, y las empresas, para estimular la estabilidad laboral, incentivaron las horas extra. Muchos emigrantes adquirieron tierras y ganado para subsistir entre tajo y tajo, y algunas poblaciones como Seira multiplicaron su población en aquellos años.

Seira

La eclosión en esta localidad surgió a partir de junio de 1913, cuando el *Diario de Huesca* publicó un anuncio de Catalana de Gas y Electricidad buscando «peones, carpinteros y canteros». Los interesados se dirigieron inicialmente a Graus, hasta que culminasen las obras de las oficinas de Seira, así como los talleres y centros de producción. Una vez terminadas, Seira recibiría a lo más granado de los profesionales de diferentes sectores de Aragón.

A finales de ese año comenzaron los trabajos de la central hidroeléctrica. Según algunas crónicas, unas 2.000 personas trabajaron en ella.



Las condiciones laborales eran duras, con jornadas de sol a sol en los meses invernales (de 7 a 16,30 horas, con hora y media para almorzar y comer) y estivales (desde las 4,30 horas hasta las 19,15, con algo más de tres horas para descansar y alimentarse). No es raro que en mayo de 1914 unos 300 obreros se declararan en huelga, en una protesta similar a la producida en Capdella en demanda de mejores condiciones laborales. Estos obtuvieron mejoras como «cambiar la paja de los dormitorios, separar el espacio de la cocina y el destinado a los dormitorios y poner, en estos últimos, ventanas», como reza una cláusula del convenio alcanzado.

El tipo de trabajo era también duro. Los obreros trabajaban en condiciones precarias y estaban expuestos a accidentes, lo que se agudizó con la apertura de túneles en la



Instalaciones de la central hidroeléctrica, que fue pionera en Europa. Debajo, una de las turbinas empleadas en la central.

montaña. En 1916 se inició la excavación de un túnel de 9 kilómetros a través de la roca caliza mediante dinamita y compresores. Muchos murieron en este cometido. Por ello, los anuncios de prensa reclamaban desesperadamente mineros, barreneros y peones. Mientras tanto, hileras de mulas y burros desplazaban al lecho del río, o bien al sector inferior de la colonia, las toneladas de roca y tierra extraídas de la montaña.

Aunque la mayoría de los obreros de Seira eran españoles, hubo también trabajadores europeos (Suiza, Italia, Alemania, Francia, por la naturaleza de los accionistas de la empresa). Una crónica de esa época narra un curioso episodio: «Ha enviado el Gobierno otra expedición de golfos, recogidos en las calles de Madrid, para que trabajen en las obras de Riegos del Altoaragón…, muchos de ellos, ancianos e imposibilitados. Algunos regresaron a Madrid el mismo día, y los útiles para el trabajo, en vista de los escasos jornales que se pagan en las obras de riegos, han marchado a El Run, donde les pagan más». Recordemos que el salto de El Run fue un proyecto paralelo, en cuya cascada se obtenía un importante caudal de energía que enriquecía el generado en la Central de Seira.



La central y la colonia

Del conjunto de edificios legado de aquella época, destacan singularmente en Seira las instalaciones de la central hidroeléctrica, construida entre 1914 y 1918. La gigantesca obra arquitectónica evoca una basílica medieval; el interior responde al modelo de fábrica en nave, un gran espacio en planta rectangular que alberga un recinto unificado y amplio de muros abiertos con grandes vanos uniformemente dispuestos; en el exterior, los muros de piedra están apoya-



Nave principal de la central hidroeléctrica de Seira y edificio anexo. Debajo, sala del Museo de la Electricidad.

dos en pilastras adosadas entre los huecos a modo de contrafuertes.

En la planta central interior se ubican las enormes turbinas, protagonistas de la transformación industrial que se vivió en este valle. El complejo hidroeléctrico se completa con diferentes dependencias anexas que albergaban los talleres y oficinas necesarios para el control de la central. Y, a pocos metros, en la zona alta, los conductos que bajan el agua desde las presas superiores de la montaña, protagonistas del milagro.

Alrededor de la central creció una colonia de alta montaña con edificaciones para trabajadores y técnicos, que introdujo un nuevo modelo arquitectónico de aire alpino, muy distinto al tradicional de las viviendas de la Ribagorza. Este nuevo aire se advierte al llegar a Seira, con la sucesión de chalés modernistas que formaron parte de las instalaciones de la explotación de la central, junto a los que se alzan árboles centenarios (secuoyas, tejos, abetos…). Junto al Ayuntamiento se sitúan los edificios residenciales, de evocación alpina, donde habitaban el ingeniero jefe y otros mandos de la central.

El pasado también está presente en el Museo de la Electricidad –en los bajos del Ayuntamiento–, necesario para comprender la transformación que la central trajo al valle. Aquí se exhibe una selección de piezas de la central (un rodete de turbina Francis, un reóstato, transformadores, turbinas, paneles de mando, voltímetros, un carro de tracción animal, dinamos, etc.), junto a una colección de fotografías de época, pertenecientes al fondo histórico de Fecsa-Endesa y al archivo patrimonial del Ayuntamiento.



Testigos de aquella época de cambio en Seira son también la iglesia parroquial, sobre la ladera de la montaña que se alza a la derecha de la carretera, y los barracones, ya en la parte alta de la colonia. Los había de dos tipos: edificios de estructura corrida para los obreros solteros y modestas viviendas unifamiliares para los casados. También puede visitarse la casa de los baños, destinada a la higiene colectiva. Y para el esparcimiento de los operarios, la colonia aún conserva el círculo recreativo, que albergaba un café-tertulia con escenario para representaciones teatrales y con proyector de películas. ■



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
CENTRO DE PUBLICACIONES

Revista del Ministerio de
Fomento

Diciembre 2012 ● Nº 623 ● 3 €



Toledo y Talavera, más cerca con la A-40

● Villar Mir, Premio Nacional de Ingeniería ● En servicio el tramo Ibros-Úbeda de la A-32 ● Del tranvía al metro ligero, 150 años de historia

Revista del Ministerio de Fomento

En este número

DICIEMBRE 2012
Nº 623



Diciembre 2012 • Nº 623 • 3 €

Toledo y Talavera, más cerca con la A-40

- Villar Mir, Premio Nacional de Ingeniería
- En servicio el tramo Ibros-Úbeda de la A-32
- Del tranvía al metro ligero, 150 años de historia



CARRETERAS

2. Toledo y Talavera, más cerca. *El tramo Torrijos-Toledo de la A-40 permite la conexión por autovía entre ambas ciudades castellano-manchegas.*

10. Doble calzada entre olivares. *Entra en servicio el tramo Ibros-Úbeda de la autovía A-32 en Jaén, que acerca a las poblaciones de Linares y Úbeda.*

INGENIERÍA

16. Un talento a prueba de crisis. *Juan Antonio Villar Mir, Premio Nacional de Ingeniería 2012.*

URBANISMO

36. La inteligencia urbana se hace. *Las tecnologías de la información y la comunicación abren un nuevo futuro a las metrópolis.*



OHL



Y además...

22. La A-49 gana capacidad. *Nuevo tramo del tercer carril en el Aljarafe sevillano.*

26. SOS en la arena. *Rescate de dos buques varados en la playa de El Saler.*

30. El viaje continúa. *Del tranvía al metro, 150 años de historia.*

42. Más allá del valor. *Homenaje del puerto de Gijón al ingeniero Alejandro Olano.*

49. Índice 2012

Director de la Revista: Antonio Recuero

Edición: Javier R. Ventosa. **Maquetación:** J. A. Laiz. **Secretaria de redacción:** Ana Herráiz. **Fotografía:** José Caballero. **Archivo fotográfico:** Vera Nosti. **Portada:** Caballero.
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Colaboran en este número: Pepa Martín, Begoña Olabarrieta, Beatriz Rodríguez y Julia Sola.
Comité de redacción: Presidencia: Mario Garcés Sanagustín *(Subsecretario de Fomento).* **Vicepresidencia:** Eugenio López Álvarez *(Secretario General Técnico).* **Vocales:**, María García Capa *(Directora del Gabinete de Prensa),* Pilar Garrido Sánchez *(Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda),* Eloísa Contín Trillo-Figueroa *(Jefa del Gabinete del Subsecretario),* Juan Antonio López Aragón *(Director del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),* Mª José Rallo del Olmo *(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),* Pedro Guillén Marina *(Director del Centro de Publicaciones)* y Antonio Recuero *(Director de la Revista).*
Información de publicaciones del Ministerio de Fomento: 915 976 449 / 78.
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: 161-12-004-1

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

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

EL TRAMO TORRIJOS-TOLEDO DE LA A-40 PERMITE LA CONEXIÓN POR AUTOVÍA ENTRE AMBAS CIUDADES

Toledo y Talavera, más cerca



JAVIER R. VENTOSA FOTOS: DCE CASTILLA-LA MANCHA

Las dos principales ciudades de la provincia de Toledo, su capital y Talavera de la Reina, han quedado enlazadas por autovía tras la reciente apertura de un tramo de 22 kilómetros de la A-40. Más de 20.000 vehículos utilizan a diario este anhelado tramo, que constituye un hito destacado en el proceso de construcción de este gran eje de comunicaciones en Castilla-La Mancha.

La autovía A-40, importante eje vertebrador que se desarrolla de oeste a este por las provincias castellano-manchegas de Toledo y Cuenca, ha registrado un impulso decisivo en su proceso de configuración con la reciente puesta en servicio del tramo Torrijos-Toledo, de 22 kilómetros de longitud. Su aper-



La TO-21 penetra desde el noroeste en la zona periurbana y urbana de Toledo.



El enlace de Guadarrama incluye dos viaductos gemelos sobre el cauce fluvial (uno de nueva construcción) y otro nuevo para la N-403.

tura fue presidida el pasado 7 de noviembre por la presidenta de Castilla-La Mancha, María Dolores de Cospedal, y por la ministra de Fomento, Ana Pastor, quienes destacaron en la inauguración los beneficios de vertebración territorial, de cohesión social y de oportunidades para el desarrollo económico que esta infraestructura tan demandada supone para la comunidad autónoma. Los usuarios, por su parte, destacan la utilidad y la mayor seguridad que aporta la nueva vía.

El nuevo recorrido cierra el tramo Maqueda-Toledo de la A-40, con lo que se salda la demanda histórica de comunicar por autovía las dos principales ciudades de la provincia de Toledo, su capital (83.000 habitantes) y Talavera de la Reina (88.000), distantes 76 kilómetros entre sí. Hasta ahora, este viaje se hacía por dos caminos: bien a través de la carretera autonómica CM-4000, siguiendo el curso del río Tajo, bien a través de la autovía A-5 entre Talavera y Maqueda y de la carretera nacional N-403 y el tramo en servicio de la autovía A-40 entre Maqueda y Toledo. Desde noviembre pasado, los conductores pueden realizar el trayecto directo entre ambas ciudades íntegramente por vías de gran capacidad (la A-5, la A-40 y la TO-21), con una reducción de diez minutos en el tiempo de recorrido.



Construcción del viaducto para la calzada izquierda sentido Torrijos.

Tres singularidades

El tramo Torrijos-Toledo presenta tres características especiales que lo distinguen definitivamente de otros tramos de la A-40. En primer lugar, contiene dos partes claramente diferenciadas, cada una de las cuales abarca prácticamente la mitad del recorrido: una primera parte entre Torrijos y el enlace de Guadarrama, perteneciente a la autovía A-40, y una segunda parte, desde el enlace de Guadarrama hasta la ciudad de Toledo, que es una penetración a Toledo en alta capacidad denominada TO-21.

En segundo lugar, el recorrido Torrijos-Toledo es el tramo que soporta mayor volumen de tráfico de toda la autovía A-40. En concreto, las intensidades medias diarias son de 12.166 vehículos/día en la zona Torrijos-Enlace de Guadarrama y de 8.908 vehículos/día en la zona Enlace de Guadarrama-Toledo, que se incrementan hasta 21.900 vehículos/día cuando la autovía se aproxima a Toledo, debido al movimiento que generan las urbanizaciones existentes en la parte noroeste de la ciudad. Son cifras que justifican por sí solas la necesidad de este nuevo tramo.

Y en tercer lugar, el tramo final de unos 4 kilómetros de longitud, dentro de la denominada TO-21, está sujeto a un convenio de cesión de su ti-



Vista de los ramales del enlace de Rielves-Barciente, uno de los cuatro de que consta el nuevo tramo de autovía.

tularidad a favor del Ayuntamiento de Toledo, con motivo de su inclusión en la trama urbana de la ciudad definida en el Plan de Ordenación Municipal de Toledo. Esta cesión entrará en vigor cuando el Ministerio de Fomento recepcione la obra.

Coste y características

El presupuesto de la obra del tramo Torrijos-Toledo asciende a 63,43 M€, cantidad a la que hay que añadir el coste de la redacción del proyecto, el importe estimado de las expropiaciones de bienes y terrenos afectados y el coste de la asistencia técnica para el control y vigilancia de la obra, con lo que la inversión total ha sido de 80,17 M€.

La plataforma del nuevo tramo de autovía consta de dos calzadas que albergan dos carriles de 3,50 metros de anchura cada uno, con arcenes exteriores de 2,50 metros, interiores de 1 metro y bermas exteriores de 1 metro, siendo la mediana de una anchura variable entre 8 y 12 metros. El firme del tronco está formado por una explanada tipo E3 formada por 50 centímetros de suelo adecuado y 30 centímetros de suelo estabilizado con cemento, sobre la que se han extendido 20 centímetros de suelo cemento y 20 centímetros de mezclas bituminosas en caliente, distribuidos en 10 centímetros de una mezcla G-25 en la capa base, 7 centímetros de S-20 en la capa intermedia y 3 centímetros en la capa de rodadura tipo M-10.

El trazado cumple los parámetros definidos en la Norma 3.1-I.C. de trazado para una autovía con velocidad de proyecto de 120 km/h, con un radio mínimo en planta de 900 metros, pendiente mínima del 0,5% y pendiente máxima de 5,5%.

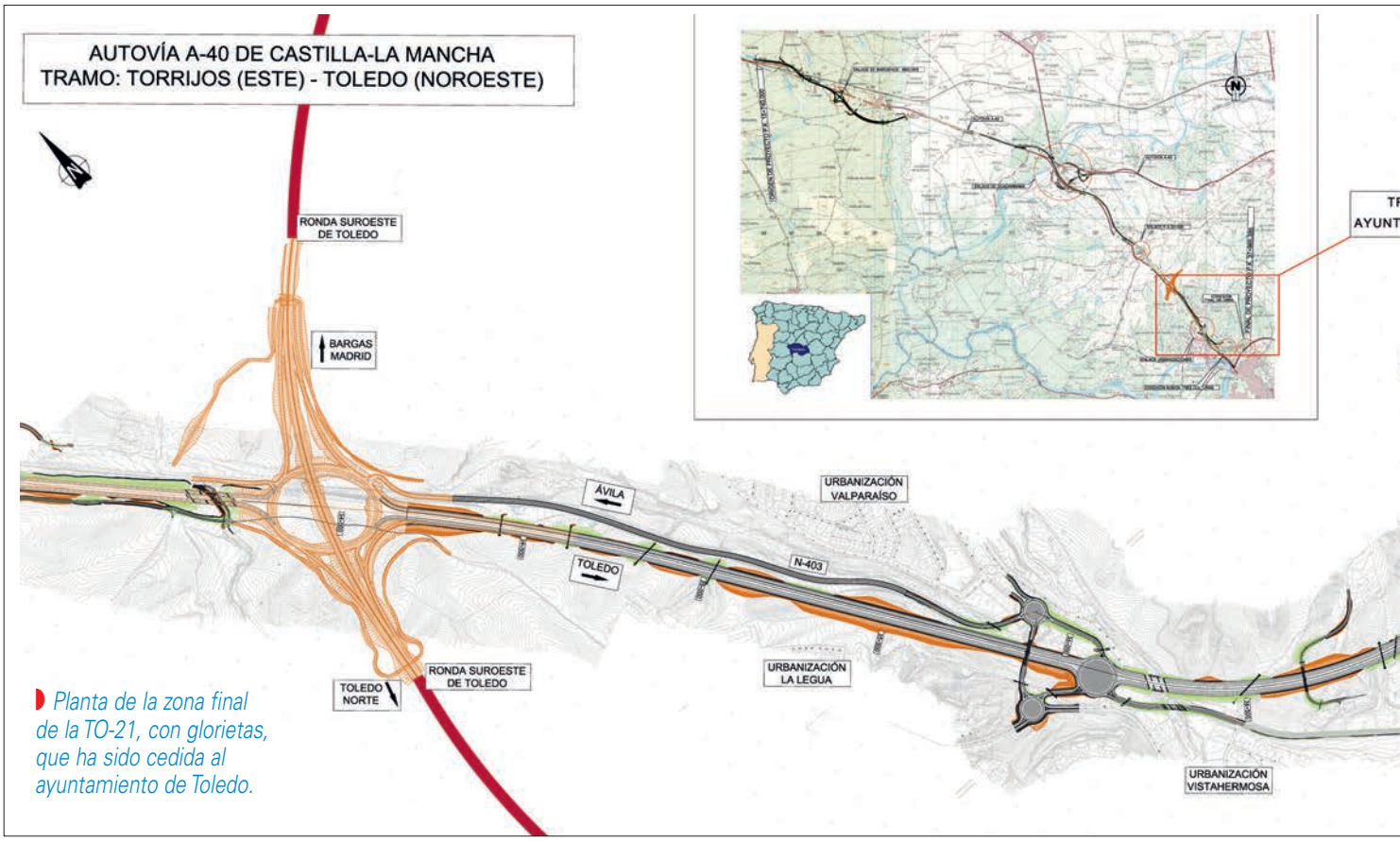


Una de las cuatro glorietas de la TO-21 en la entrada a Toledo.

Trazado

Con una longitud total de 22,25 kilómetros a través de los términos municipales de Torrijos, Barcience, Rielves, Bargas y Toledo, todos en la provincia de Toledo, el nuevo trazado de autovía discurre en paralelo a la carretera nacional N-403. Este trazado, como ya se dijo, se divide en dos partes: Torrijos-Enlace de Guadarrama y Enlace de Guadarrama-Toledo.

La primera parte se inicia al final del tramo en servicio Maqueda (A-5)-Torrijos de la A-40, al este de la localidad de Torrijos, desarrollándose en sentido sureste. En los primeros dos kilómetros la autovía discurre paralela al norte de la carretera nacional N-403 –salvando las vías del ferrocarril Madrid-Valencia de Alcántara– hasta llegar a la localidad de Rielves, donde la cruza para circunvalar por el sur dicha población. Con esta variante se evita la travesía por esta lo-



Planta de la zona final de la TO-21, con glorietas, que ha sido cedida al ayuntamiento de Toledo.

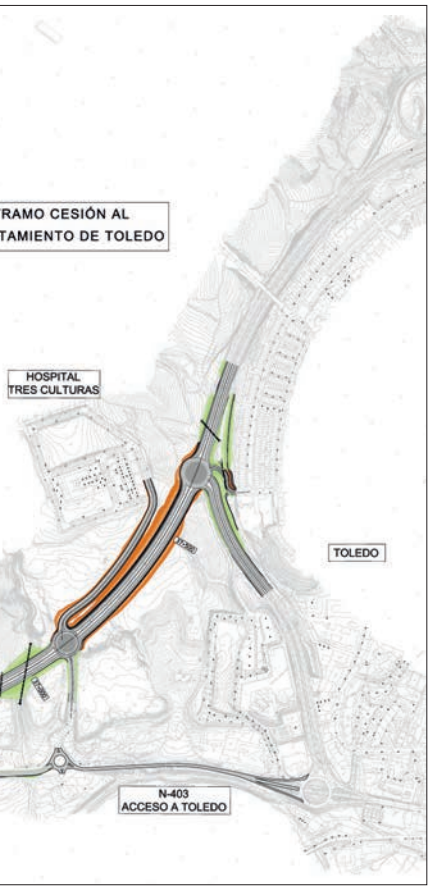
calidad, lo que supone una mejora de la seguridad vial. Al este de Rielves se sitúa el primer enlace del tramo, Rielves-Barciente, situado entre ambas localidades. Es de tipo diamante con pesas, con cuatro ramales directos, dos glorietas y una vía de enlace, que conecta con la N-403 y permite el acceso a ambas poblaciones.

Una vez finalizada la variante de Rielves, la autovía discurre paralela por el sur de la N-403, siempre en sentido sureste, hasta las inmediaciones del cruce con el río Guadarrama, donde cambia de margen para aprovechar el puente existente sobre el cauce fluvial, que forma parte del enlace de Guadarrama. En paralelo se ha construido un viaducto gemelo de 161 metros de longitud para acomodar la calzada izquierda sentido Torrijos de la autovía. El enlace de Guadarrama, de tipo trompeta, es una remodelación del existente que se ha convertido en una conexión entre autovías, ya que desde este punto parten la circunvalación Norte de Toledo (tramo de la A-40 ya en servicio, en dirección Bargas) y la TO-21 (hacia Toledo), además de conectar con las carreteras N-403 y CM-4006 (de titularidad autonómica). En esta zona está previsto construir un nuevo enlace, recientemente adjudicado, que conectará con la carretera CM-4011 hacia Villamiel y Fuensalida.

A partir del enlace de Guadarrama, situado aproximadamente a mitad del tramo, se desarrolla la segunda parte del trazado, constituido por un acceso de alta capacidad a la ciudad de Toledo, denominado TO-21, cuyo objetivo es eliminar la congestión de la carretera N-403 en su acceso a la capital castellano-manchega, utilizada a diario por más de 20.000 vehículos. En esta parte, el trazado, que acentúa su orien-



Conexión a nivel con las urbanizaciones de ambas márgenes de la autovía, en le TO-21.





La autovía de Castilla-La Mancha tiene actualmente 183 kilómetros en servicio en Toledo y Cuenca.

tación hacia el sur, se desarrolla por el norte de la N-403, cruzándola posteriormente para discurrir por el sur de la misma hasta sobrepasar el enlace Estación de Residuos, de tipo diamante



Isolux Corsán

De Adanero a Teruel

La autovía A-40 es un eje transversal de alta capacidad diseñado originalmente por el Ministerio de Fomento para mejorar las comunicaciones dentro de los límites de Castilla-La Mancha que en el futuro se prolongará hasta Aragón y Castilla-León, configurando un corredor de cerca de 500 kilómetros que será uno de los más importantes de la zona central de la Península. Su itinerario actual por tierras castellano-manchegas sigue los corredores de otras carreteras nacionales (N-400 Toledo-Cuenca y N-403 Ávila-Toledo), a las que en unas ocasiones desdobla para convertir en autovía y en otras discurre en nuevos trazados en paralelo o cerca de las mismas.

Actualmente se desarrolla el tramo central de la A-40 en las provincias de Cuenca y Toledo, entre las localidades de Maqueda y Cuenca, a lo largo de casi 220 kilómetros, conformando un eje este-oeste que incluye en su itinerario las principales ciudades de ambas provincias (Cuenca, Toledo, Ocaña y Tarancón), y que enlaza con más de media docena de autovías y autopistas que la interceptan (A-3, AP-36, R-4, A-4, AP-41, A-42 y A-5).

Desde que en octubre de 2004 entró en servicio el primer tramo de la autovía de Castilla-La Mancha (Abia de la Obispalía-Cuenca) se han abierto otros 11 más, con lo que la infraestructura tiene actualmente 183 kilómetros operativos, de ellos 126,7 continuos en su parte oriental (Ocaña-Cuenca) y otros 56,3 seguidos en la parte occidental (Maqueda-Toledo). Esto supone el 83% del tramo central. Para concluirlo restan otros 36,6 kilómetros, correspondientes a dos tramos situados entre la AP-41 (Toledo) y la radial R-4 (Ocaña), actualmente en fase de proyecto o estudio.

Por decisión de la Dirección General de Carreteras, el trazado central de la A-40 se extenderá más adelante por el este hasta Teruel (150 kilómetros) y por el oeste hasta Ávila (90 kilómetros), actuaciones que ya son objeto de sendos estudios informativos. Además, el programa de inversiones del Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI 2012-2024) del Ministerio de Fomento ha incluido también la prolongación de la autovía desde Ávila hasta Adanero (unos 48 kilómetros), donde enlazará con la autovía del Nordeste (A-6).



Enlace de la A-40 con la Variante Suroeste de Toledo (CM-42), donde arranca el tramo de la autovía cedido al Ayuntamiento de Toledo.

con pesas, que conecta con la N-403 y permite el cambio de sentido.

En su parte final el trazado se desarrolla al norte de la carretera N-403 hasta alcanzar el enlace con la autovía autonómica CM-42 (Variante Suroeste de Toledo). Este enlace con glorieta inferior, construido por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha en el marco del proyecto de la CM-42, se sitúa en el inicio de la zona urbana de Toledo y delimita el origen del tramo objeto de cesión al Ayuntamiento de Toledo, tanto de la TO-21 como de la N-403. En la glorieta inferior situada en el plano de la A-40 confluyen todos los ramales y carreteras, de forma que los automovilistas pueden efectuar todos los movimientos posibles.

Los cuatro kilómetros finales de la TO-21, al quedar incluidos en la trama urbana de la ciudad, serán cedidos al Ayuntamiento de Toledo en virtud de lo estipulado en el convenio de colaboración con el Ministerio de Fomento firmado el 21 de abril de 2008. Para ello se ha adaptado el proyecto a unas características más urbanas, construyéndose tres glorietas a nivel –en sustitución de los enlaces previstos en el proyecto– que permiten estas conexiones: conexión entre urbanizaciones de ambos lados de la autovía y con la N-403 (el enlace proyectado se ha convertido en una conexión a nivel mediante una glorieta a la que acceden la TO-21, la N-403 y las urbanizaciones de ambas márgenes de la autovía); conexión en la subida a Tres Culturas (se introdujo esta conexión a nivel mediante una glorieta, que en el proyecto no existía), y conexión con la actual circunvalación de Toledo (se sustituyó el enlace previsto por otra conexión a nivel mediante una gran glorieta que recoge todos los movimientos, incluido el de la calle Alemania y permitiendo el acceso al barrio de Buenavista), donde finaliza.

AUTOVÍA DE CASTILLA-LA MANCHA (Tramo Maqueda-Cuenca)

Tramo	Longitud (km)	Estado actual
Maqueda (A-5)-Torrijos	16,2	En servicio
Torrijos-Toledo	22,2	En servicio
Circunvalación Norte de Toledo	17,9	En servicio
Conexión AP-41 – Conexión N-400	7,1	Estudio informativo aprobado
N-400 – Radial R-4 (Ocaña)	29,5	Redacción de proyecto
Ocaña (R-4)-Autovía A-4	3,9	En servicio
Autovía A-4 – Noblejas	9,6	En servicio
Noblejas-Villarrubia de Santiago	10,0	En servicio
Villarrubia de Santiago-Santa Cruz de la Zarza	12,2	En servicio
Sta. Cruz de la Zarza-Autovía A-3	13,3	En servicio
Tarancón-Alcázar del Rey	22,5	En servicio
Alcázar del Rey-Horcajada de la Torre	16,8	En servicio
Horcajada de la Torre-Abia de la Obispalía	16,0	En servicio
Abia de la Obispalía-Cuenca	22,4	En servicio



Isolux Corsán

La parte final de la autovía TO-21 se desarrolla en la zona periurbana y urbana de la ciudad de Toledo.

Estructuras

En total, a lo largo del trazado se han construido 21 estructuras: ocho viaductos, cinco pasos superiores y ocho pasos inferiores para dar permeabilidad territorial a la autovía. Entre los viaductos, construidos para el paso de arroyos y ríos, destacan los dos que salvan el río Guadarrama, de tipología similar: el situado en la autovía, de 161 metros de longitud divididos en siete vanos, y el que sirve para el paso de la N-403 sobre el mismo cauce, de 136 metros divididos en seis vanos. Los tableros de ambos son losas postesadas con canto constante de 1,20 metros. Otro viaducto, el que salva el río Valdelobos, de 110 metros, es una estructura de vigas prefabricadas pretensadas tipo doble T de 2 metros de canto y dos tableros con anchos de 11,60 metros.

Las cinco obras de fábrica construidas salvan diferentes cauces (arroyos Barcience, Rielves y Carrasco), siendo todas ellas puentes de vigas de tres vanos, con tableros de vigas prefabricadas tipo doble T y cimentaciones pilotadas.

Asimismo, se han ejecutado cinco pasos superiores, resueltos con estructuras de dos y tres vanos, dependiendo de la estructura, donde los tableros son losas postesadas con canto variable. Su anchura es de 6,80 metros en el caso de pasos para caminos y de dos vanos y 10,80 metros en el caso de los de carreteras.

Los ocho pasos inferiores son de tipologías diversas. Tres de ellos son marcos de hormigón armado de 8,00 x 5,50 metros, otros tres son pórticos de hormigón armado de dimensiones entre 8 y 15 metros de anchura por 5,5 metros de altura, y los dos restantes son estructuras de vigas de dos tableros de un solo vano y anchura de 11,70 metros, que sirven para el paso sobre el ferrocarril Madrid-Valencia de Alcántara y para el paso sobre la carretera N-403. Los estribos del primero de ellos están constituidos por muros de tierra reforzada y los del segundo por muros prefabricados de hormigón armado.

También se han ejecutado un total de 63 obras de drenaje transversal de diverso tamaño para dar continuidad a los pequeños cauces interceptados por la autovía. Su tipología abarca desde tubos de 1,80 metros de diámetro hasta cajones de 3 x 3 metros, según los caudales a evacuar.

Medidas ambientales

El acceso a las propiedades colindantes desde la N-403, que ha quedado como vía de servicio, y la reposición de carreteras, vías pecuarias y caminos agrícolas afectados por el trazado de la autovía queda garantizado por 9,2 kilómetros de variantes de carretera y 6 kilómetros de caminos agrícolas de servicio. Asimismo, se han restituido numerosos servicios afectados (gas, electricidad, telefonía, telégrafos, saneamientos, abastecimientos, etc.), sobre todo en el entorno de Toledo, cuya coordinación en la zona de conexión de urbanizaciones ha sido muy laboriosa.

Para la adopción de medidas de prevención y corrección del impacto ambiental de la obra en el entorno se ha destinado un presupuesto de 1,7 M€. Entre las medidas llevadas a cabo destacan, entre otras, los trabajos de prospección arqueológica, la revegetación de taludes de terraplén y desmonte mediante tierra vegetal, hidrosiembra y plantaciones, la disposición de pantallas fonoabsorbentes de protección contra el ruido en las zonas próximas a edificaciones de la conexión con la circunvalación de Toledo y la colocación de más de 45.000 metros de valla de cerramiento a lo largo de la autovía para impedir el paso de fauna terrestre. ■



EN SERVICIO EL TRAMO IBROS-ÚBEDA DE LA AUTOVÍA A-32 EN JAÉN

Doble calzada entre olivares





Enlace de Canena, de tipología diamante con pesas, y origen del tramo, que discurre en gran parte en paralelo a la N-322.

JAVIER R. VENTOSA FOTOS: DCE ANDALUCÍA ORIENTAL

El Ministerio de Fomento ha puesto en servicio el tramo Ibros-Úbeda de la autovía Linares-Albacete (A-32), un nuevo trazado de doble calzada por sentido, de 15,1 kilómetros de longitud, que mejora las comunicaciones viarias en la provincia de Jaén, acercando las localidades de Linares y Úbeda. El nuevo tramo de autovía, que discurre por un paisaje inacabable de olivares, aumenta la seguridad vial en la zona al evitar varias travesías urbanas que antes se realizaban por la carretera nacional.

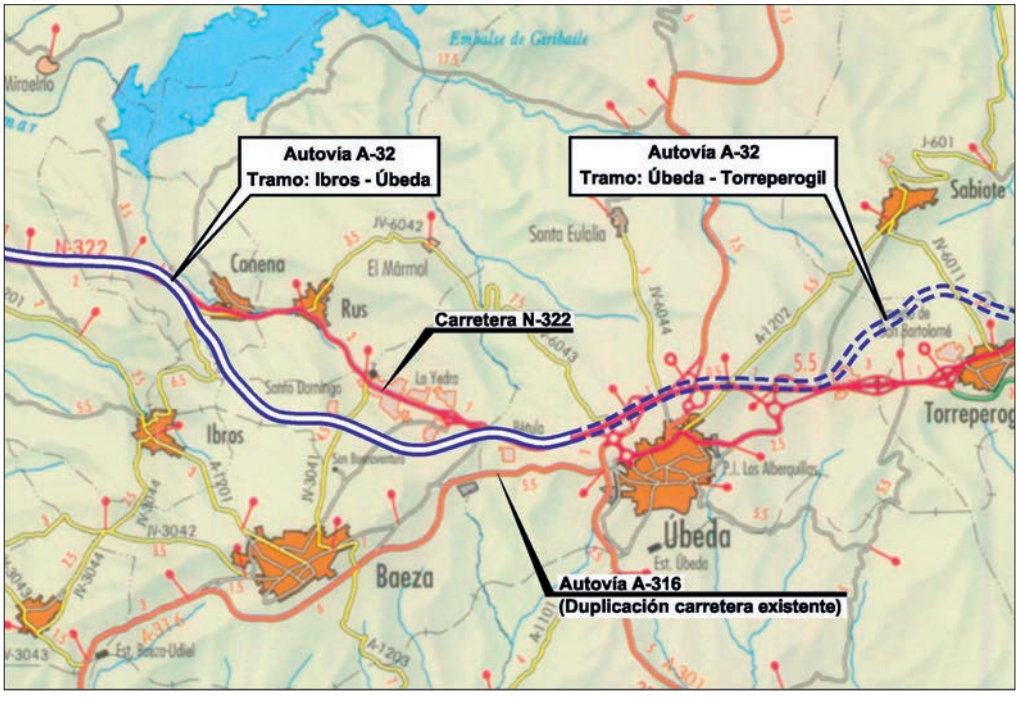
El tramo Ibros-Úbeda de la autovía A-32 fue puesto en servicio el pasado 5 de noviembre por la ministra de Fomento, Ana Pastor, quien destacó que la nueva infraestructura, en la que se han invertido más de 67 M€, «hace más fácil la comunicación, sobre todo en una zona muy poblada y con un volumen de tráfico impor-



El viaducto de Canena, de 168 metros de longitud divididos en seis vanos, es la principal estructura del tramo.

tante». Y es que este tramo de autovía, además de insertarse en un importante corredor de comunicaciones viarias entre Andalucía y Levante, forma parte del eje vertebrador de la comarca de la Loma de Úbeda, en la parte central de la provincia de Jaén, donde se sitúan destacados núcleos urbanos –Linares (61.000 habitantes), Úbeda (36.000) y Baeza (16.500)–, entre ellos estos dos últimos, ciudades declaradas Patrimonio de la Humanidad por la Unesco, que atraen cada año a decenas de miles de turistas por carretera para admirar ambos conjuntos monumentales renacentistas.

En total, se estima que alrededor de 10.000 vehículos que circulaban a diario por el itinerario Ibros-Úbeda de la carretera nacional N-322 –ahora relegada a una vía de servicio– han comenzado a hacerlo ya por el nuevo tramo de autovía. Como principales beneficios para el usuario, la flamante infraestructura proporciona mayor comodidad en el trayecto y reduce los tiempos de desplazamiento entre Linares y Úbeda. Pero además, en el nuevo tramo se ha construido una larga variante –ocupa prácticamente dos terceras partes del recorrido total– que evita la travesía de la N-322 por las localidades de Canena, Rus y La Yedra, donde se producían las principales retenciones. La variante, por tanto, supone una importante mejora para la seguridad vial, especialmente para los más de 6.000 habitantes de estos pequeños municipios de la campiña olivarera de Jaén.



Características técnicas

Con una longitud total de 15.108 metros (a los que hay que sumar 3,6 kilómetros de los 16 ramales de enlace), el



Semienlace de conexión con la autovía del Olivar y con la carretera N-322, en el final del tramo. Debajo, vista del lecho de frenada del tramo.

nuevo tramo presenta un radio mínimo de 1.350 metros y una pendiente máxima del 5%, permitiendo una velocidad de proyecto de 120 km/h. La sección tipo consta de dos calzadas de dos carriles por sentido de 7 metros de anchura cada una, separadas por una mediana de 5 metros de anchura. El firme del tronco de autovía, ejecutado sobre una explanada de tipo E3, consta de una subbase de suelo cemento (20 centímetros) y una sucesión de tres capas de mezclas bituminosas (MBC G-25 para la capa base, MBC S-20 para la intermedia y MBC M-10 para la rodadura discontinua) de 20 centímetros de espesor total.

El nuevo tramo de autovía, que discurre por los términos municipales de Ibros, Canena, Rus, Baeza y Úbeda, a través de un terreno de relieve ondulado dedicado en su práctica totalidad al cultivo del olivo, se localiza entre los kilómetros 128 y 144 de la actual carretera nacional N-322, en



sentido oeste-este. Con origen en la intersección de la N-322 con la carretera A-6101, de acceso a la localidad de Ibros, se desarrolla en sus primeros cinco kilómetros en una franja paralela a la N-322 por su margen derecha. En el pk 5+210 se sitúa el primer enlace, el de Canena, con tipología de diamante con pesas, que permite la conexión entre la autovía y la carretera nacional, desde la cual se accede a las poblaciones de Canena, Rus y La Yedra.

A la altura del pk 5+500 el trazado de la autovía se separa progresivamente de la carretera N-322 para acometer la circunvalación de las poblaciones de Canena, Rus y La Yedra por el sur, enfrentándose a importantes desniveles que obligan a adoptar una rasante del 5% a lo largo de 4,5 kilómetros.

A partir del pk 10+000, la rasante de la autovía prosigue con inclinaciones bastante más suaves, inferiores al 3%, siempre en una variante de



El nuevo tramo de autovía mejora las comunicaciones entre Linares y Úbeda.

trazado. En la parte final, el trazado converge de nuevo con la carretera N-322, situándose incluso sobre su traza. El tramo concluye finalmente en el semienlace de conexión con la carretera autonómica A-316 Jaén-Úbeda (autovía del Olivar) y nuevamente con la N-322, en las proximidades de Úbeda, conectando con el tramo siguiente de la autovía Úbeda-Torreperogil, actualmente en fase de ejecución.

Movimiento de tierras

Excavación de tierra vegetal	235.674 m³
Excavación en desmonte	2.322.390 m³
TOTAL EXCAVACIÓN	2.558.064 m³
Relleno en núcleo	1.514.854 m³
Relleno en coronación	406.717 m³
TOTAL RELLENO	1.920.571 m³
TOTAL MOVIMIENTO DE TIERRAS	4.478.635 m³

Estructuras

A lo largo del trazado se han construido un total de ocho estructuras, destacando entre ellas, en el pk 6+500, el viaducto de Canena sobre la vaguada del arroyo adyacente y sobre la carretera JA-4104 (Canena-Ibros). Se trata de un puente doble –un tablero para cada calzada– de 168 metros de longitud dispuestos en seis vanos iguales de 28 metros, siendo el tablero de vigas de hormigón pretensado de 1,60 metros de canto, con una anchura de 11,50 metros para alojar dos carriles de 3,50 metros. Las pilas se conforman mediante un fuste de sección rectangular de hormigón armado, con un capitel de tipo «martillo» del mismo material.

El resto de estructuras son dos pasos superiores de carretera o de camino, resueltos mediante sendos tableros de hormigón hiperestático pretensado de tres vanos, y cinco pasos inferiores de carretera o de camino, conformados tres de ellos por marcos de hormigón armado de dimensiones interiores de 9,5x5,5 metros y los dos restantes por puentes dobles de uno o tres vanos, con tableros de vigas de hormigón prefabricadas. También se ha construido un muro de contención de tierras en el tronco de la autovía de más de 300 metros de longitud y altura máxima de 10 metros, que evita que la explanación invada la carretera N-322.

Por otro lado, se han realizado caminos de servicio para garantizar la accesibilidad a las diferentes fincas afecta-



Paso superior de la autovía sobre una carretera, formado por dos tableros de hormigón hiperestático pretensado de tres vanos.

das y actuaciones puntuales para reducir la gran erosionabilidad de los terrenos de la zona. Asimismo, a lo largo del tramo se han construido 70 obras de drenaje transversal, 28 de ellas situadas a lo largo del tronco de la autovía y el resto en los ramales de enlace y otros viales secundarios. De ellas, algo más de la mitad son marcos o bóvedas de hormigón armado. Por último, a lo largo del tronco de autovía se han dispuesto nueve pasos de mediana, con una longitud mínima libre de 40 metros, y un lecho de frenada.

Medidas ambientales

La inversión en la adopción de las medidas destinadas a prevenir o corregir el impacto medioambiental de la obra, que están previstas en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), ha sido de aproximadamente 2,60 M€.

Entre las medidas preventivas adoptadas durante la fase de obras destacan actuaciones sobre los suelos y la vegetación, sobre el sistema hidrológico y la calidad de las aguas (control de los movimientos de tierras, máxima conservación de la vegetación de riberas y dotación de balsas de decantación en las instalaciones auxiliares de obras y de balsas de limpieza de cubas de hormigón en los tajos de obra), sobre la fauna (se adecuaron las actividades de obra al calendario de periodos sensibles de reproducción, nidificación y cría de la fauna), de protección atmosférica y sobre el patrimonio cultural (medidas encaminadas a salvaguardar el patrimonio arqueológico en los yacimientos identificados, entre ellos el yacimiento Corral del Manchego, de origen romano, así como a dar continuidad a las vías pecuarias afectadas por el trazado), entre otras.

En el capítulo de medidas correctoras, destacan, entre otras, las actuaciones sobre la geología (restauración de vertederos y zonas para el acopio temporal de tierra vegetal), sobre yacimientos arqueológicos, sobre el confort sonoro (se han instalado 2.731 metros de pantallas fonoabsorbentes en varios tramos del tronco de la autovía) y sobre la vegetación. En este último apartado se incluye la restauración paisajística de las superficies alteradas por la obra mediante la hidrosiembra y la plantación en lugares aledaños a la autovía de arbustos y árboles autóctonos de la zona, entre ellos el olivo. ■

Entre Andalucía y Levante

La futura autovía Linares-Albacete (A-32) se configura como la alternativa de gran capacidad a la carretera nacional N-322 (de Córdoba a Valencia), que constituye en la actualidad una de las grandes vías de comunicación entre Andalucía y Levante (esta ruta se conoce desde hace siglos en territorio andaluz como el Camino hacia el Levante), así como una de las principales arterias vertebradoras de las provincias de Jaén y Albacete. El objetivo de este futuro eje de gran capacidad actualmente en fase de desarrollo, de aproximadamente 210 kilómetros de longitud, es mejorar la vertebración territorial y la cohesión social en esta zona, así como propiciar su desarrollo económico.

El Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI) del Ministerio de Fomento incluye la continuidad de los trabajos en la autovía A-32 en la programación inversora de los ejes de alta capacidad a desarrollar en el periodo 2012-2024. Esta autovía, que para su construcción fue dividida en 16 tramos (nueve en la provincia de Jaén y siete en la de Albacete), presenta actualmente tres tramos en servicio (Bailén-Linares, el reciente Ibros-Úbeda –ambos en la provincia de Jaén– y la circunvalación Norte de Albacete, que suman 32 kilómetros) y otro más en fase de obras (Úbeda-Torreperogil, de 14 kilómetros de longitud).



Ministerio de Fomento

La ministra de Fomento, Ana Pastor, saluda a Juan Miguel Villar Mir, Premio Nacional de Ingeniería 2012.

JUAN MIGUEL VILLAR MIR, PREMIO NACIONAL DE INGENIERÍA 2012

Un talento a prueba de crisis

R. F.

El Ministerio de Fomento ha concedido el Premio Nacional de Ingeniería 2012 a Juan Miguel Villar Mir. Con el galardón, el jurado, presidido por el secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, ha querido reconocer «la meritoria labor profesional de Juan Miguel Villar Mir en el ámbito de la realización de la ingeniería civil, así como su constancia, dedicación al trabajo y caracter emprendedor».

El pasado 13 de noviembre, Juan Miguel Villar Mir, doctor ingeniero de caminos canales y puertos, recibió de manos del secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, Rafael Catalá, el Premio Nacional de Ingeniería 2012 que concede el Ministerio de Fomento. El galardón le ha sido otorgado en «reconocimiento a su densa y fructífera trayectoria profesional marcada por la constancia, la dedicación al trabajo, la eficiencia y un carácter emprendedor». En la entrega del premio, el secretario de Estado quiso agradecer especialmente a Juan Miguel Villar Mir «su contribución al mundo de la innovación en



Estación y estructura del Metrorail Orange Line, en Miami (Florida, EE UU), un ejemplo de la expansión internacional del grupo de Villar Mir.



Enlace del Guadalhorce, origen del tramo Autovía del Guadalhorce (A-357)-Conexión C-3310, de la ronda de circunvalación Oeste de Málaga.



España, además del importante legado de iniciativas empresariales en el campo de las infraestructuras y los destacados avances en materia de I+D+i».

Número uno

Juan Miguel Villar Mir nació en Madrid en 1931, en el seno de una familia de clase media, en la que él mismo ha subrayado en numerosas ocasiones que nunca antes hubo otros precedentes de empresarios o financieros. Estudiante brillante, concluyó el bachillerato a los 16 años con el premio extraordinario en el examen de Estado. A los 18 años superó las pruebas de ingreso en la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, donde se licenciaría cinco años después como número 1 de su promoción y simultaneando esos estudios con los de Derecho, carrera en la que también se licenciaría, indeciso aún del campo profesional al que se consagraría en el futuro. Esa indecisión le llevó hasta la Escuela de Ingenieros Industriales, donde durante dos años realizó el Curso Superior de Administración de Empresas y donde finalmente afloró su decidida vocación empresarial. A fin de completar esos estudios se trasladó a Estados Unidos, donde realizaría una de las diplomaturas del Economic Development Institute del Banco Mundial, en Washington.

De regreso a España solicitó la excedencia en el cuerpo de ingenieros del Estado para aceptar una oferta de trabajo en la empresa Dragados y Construcciones, como jefe de obra primero y luego como responsable en la delegación de Andalucía, Ceuta y Melilla. En 1958 ingresó en la Dirección General de Puertos del entonces Ministerio de



OHL



Viaducto de O Eixo, en el eje de alta velocidad Ourense-Santiago. Debajo, boca del túnel Juan Carlos I en Vielha (Lleida).



THO

Los bloques cubípodos, empleados en las obras de los puertos de Málaga y exterior de A Coruña, son un ejemplo de la aplicación de los avances del grupo en materia de I-D+i.



THO

Viaducto Bicentenario, perteneciente a una autopista construida en régimen de concesión en México.

Obras Públicas. Tras trabajar en el puerto de Cádiz, pronto desempeñaría el cargo de subdirector general de Puertos y Señales Marítimas, desde el que participó en la elaboración del primer Plan Nacional de Puertos, además de en la formulación de las leyes de Regímen Financiero y de Autonomía de los Puertos Españoles.

Giro profesional

Tras casi una década en el ministerio, siempre en la Dirección General de Puertos, en 1968 acepta el reto de ponerse al frente de Hidro Nitro Española S.A., empresa por entonces al borde de la suspensión de pagos. En un año de gestión consiguió que la empresa diera beneficios y en otro año más logró que sus acciones multiplicaran su valor por más de diez. Comenzó a forjarse así una intachable reputación como salvador de empresas al borde de la quiebra.

En 1970, con 38 años, aceptó otro reto si cabe aún más difícil: rescatar de los números rojos al grupo de Altos Hornos de Vizcaya. Y al cabo de seis años el grupo obtuvo los mayores beneficios de su historia y se convirtió en el primer grupo industrial español. Seguirían varias empresas más, siempre estancadas o con muy serias dificultades en sus cuentas de resultados: Cementos del Cinca, Cementos Portland Aragón, Carbonífera del Sur, o empresas públicas como Nacional de Celulosas o Electra del Viesgo. Y siempre, tras su gestión, con los mismos magníficos giros en los balances, dejando atrás ejercicios de pérdidas y consquistando otra vez sólidos beneficios. Preguntado en más de una vez por el secreto de su éxito para sacar adelante proyectos que parecían irremediablemente abocados al fracaso, Villar Mir siempre ha reiterado que no posee fórmulas mágicas, que en todas las empresas en las que tuvo o mantiene alguna responsabilidad «antes que empresario procuró ser un buen administrador, y fijarse para él y su equipo unos objetivos siempre claros y precisos, introducir organización y motivar a las personas».

Llevado de su vocación docente, de la nostalgia de su época de estudiante y del deseo de estar otra vez cerca de



THO

Circuito Exterior Mexiquense, autopista de peaje en México. Debajo, el grupo de Villar Mir participó en el proyecto de la T4 de Barajas.

los jóvenes, opositó y ganó la cátedra de Contabilidad y Legislación de la Escuela Técnica de Ingenieros de Obras Públicas de la Universidad Politécnica de Madrid, y doce años más tarde obtuvo también la cátedra de Organización de Empresas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, en la que sucedió a uno de sus maestros más queridos, José María Aguirre Gonzalo.

Breve paso

Si durante la dictadura rechazó en dos ocasiones sentarse en el Consejo de Ministros, en el primer Gobierno de la Monarquía, con el país sumido en plena crisis económica y política, aceptó del presidente Arias Navarro las carteras de Hacienda y de Vicepresidencia. Permaneció en el Gobierno hasta junio de 1976, apenas siete meses. Pero durante ese breve periodo impulsó las primeras grandes



Caballero

reformas de la transición: nueva Ley del IRPF y los proyectos de Disciplina Contable y de represión del fraude fiscal.

Tras casi una década dirigiendo empresas ajenas, en 1987 adquiere Obrascón, una pequeña constructora enfrentada a un abismo anual de 1.000 millones de pesetas en pérdidas. Sólo su probada y larga experiencia como salvador de empresas le permitió obtener la financiación necesaria para sacar adelante su proyecto. En apenas un año la empresa entraba otra vez en beneficios y en 1991 sus acciones eran de las más demandadas en Bolsa, convirtiéndose en la piedra angular de un grupo que se iría ampliando con el tiempo hasta sumar unas 27 sociedades con presencia en más de 30 países, con actividad en sectores de la construcción, la industria y la minería, y en el que la I+D+i se ha constituido como principal motor de la productividad. ■



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
CENTRO DE PUBLICACIONES







NUEVO TRAMO DEL TERCER CARRIL EN EL ALJARAFE SEVILLANO

La A-49 gana capacidad



La implantación del tercer carril incrementa la fluidez del tráfico en la autovía A-49.

J.R.V. Fotos: DCE Andalucía Occidental

La ampliación de capacidad de la autovía A-49 (Sevilla-Huelva-frontera portuguesa) continúa su progresión, con la reciente apertura de dos nuevos kilómetros de tercer carril y la ejecución de otros 6,9 kilómetros más en curso. La actuación contribuye a desahogar la autovía en la zona metropolitana sevillana del Aljarafe, que soporta la circulación de 80.000 vehículos diarios.

La autovía del Quinto Centenario (A-49), de 132 kilómetros, se configura como la principal vía de comunicación entre Sevilla, Huelva y la frontera con Portugal, además de enlazar la capital hispalense con la vecina comarca del Aljarafe (335.000 habitantes), donde reside buena parte de la población metropolitana de Sevilla. La autovía viene soportando en los últimos años una elevada intensidad de tráfico de vehículos privados, camiones y autobuses (hasta 80.000 diarios), con retenciones frecuentes en temporada estival y en fines de semana. Para revertir esta situación y mejorar la movilidad en la zona, el Ministerio de Fomento decidió ampliar







De arriba abajo, progresión de los trabajos de ampliación y situación final en un mismo punto de la A-49.

la capacidad de la autovía con un tercer carril por sentido, un proyecto iniciado la pasada década y que recoge el capítulo de Mejora de la Red de Gran Capacidad del Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI).

La implantación del tercer carril, que se lleva a cabo de forma gradual, se inició en La Pañoleta (Camas) y progresó en sentido oeste hasta el enlace de Gines-Bormujos (pk 5,400). A partir de aquí, el Ministerio de Fomento adjudicó la ampliación hasta el pk 16,500 (enlace de Sanlúcar la Mayor-Benacazón), por importe de 24,89 M€. De este contrato en 2011 entraron en servicio los primeros 2,2 kilómetros (entre los pk 5,400 y 7,600, donde se sitúa el futuro nudo de la autovía de circunvalación SE-40 en Espartinas), y el pasado 7 de noviembre se abrieron al tráfico otros dos kilómetros, entre los pk 7,600 y 9,600, donde se ubica el enlace de Bormujos-Umbrete. El presupuesto estatal para 2013 prevé partidas para continuar ejecutando el proyecto hasta Sanlúcar la Mayor-Benacazón (6,9 kilómetros más) y para estudiar su prolongación hasta Chucena (Huelva).

Proceso de ampliación

El proceso de ampliación ejecutado en el tramo entre los pk 7,600 y 9,600, puesto en servicio inicialmente en la calzada Huelva-Sevilla y poco después en la Sevilla-Huelva, es similar al realizado en los tramos anteriores. Consiste en la ampliación de la autovía de dos a tres carriles por sentido por el interior de las calzadas actuales, es decir, ocupando parte de la mediana que divi-

Remodelación de enlace

La implantación del tercer carril en la A-49 entre los enlaces de Gines-Bormujos y Sanlúcar la Mayor-Benacazón incluye la remodelación del enlace de Gines-Bormujos, que da servicio a las localidades de Gines, Bormujos y Espartinas, con una población conjunta de casi 50.000 habitantes. Su objetivo es descongestionar la glorieta de entrada en la que confluyen los vehículos que se dirigen o proceden de estas tres localidades. La solución elegida consiste en ampliar el ramal de salida desde Sevilla, pasando a dos carriles, del que se segrega uno que cruza la glorieta norte con un paso inferior y otro que accede sentido Bormujos sin pasar por dicha glorieta, además de un nuevo carril directo para que el tráfico procedente de Gines con dirección a Sevilla no tenga que acceder a la glorieta sur en Bormujos. Los trabajos de remodelación, en pleno desarrollo (foto inferior), estarán concluidos a finales del próximo año.



de ambos sentidos de la circulación. El resultado es una sección de autovía formada por dos calzadas con tres carriles de 3,50 metros de anchura, arcenes exteriores de 2,50 metros, interiores de 1,50 metros y berma exterior de 1 metro de anchura. La nueva anchura de la mediana es de 4 metros, por lo que se ha dotado a la misma de barreras de seguridad rígidas de hormigón.

Dado que la ampliación se ha llevado a cabo en un tramo de autovía en servicio, durante los trabajos ha sido necesario desviar el tráfico, ocupando parte de los arcenes derechos de la autovía con objeto de garantizar una distancia de seguridad entre obras y circulación de vehículos. En el espacio de la mediana se han retirado las plantaciones existentes y se ha excavado la misma para proceder al saneo y drenaje profundo de la nueva explanada estabilizada. El firme ejecutado en las ampliaciones de carril consta de 25 centímetros de suelo cemento bajo 11 centímetros de mezcla G-25 en capa base, 6 centímetros de mezcla S-20 en capa intermedia y 3 centímetros de mezcla discontinua en rodadura M-10.

El nuevo tramo ha sido señalizado provisionalmente con marcas viales de obra, ya que resta aún por ejecutar la nueva capa de rodadura a todo el ancho de las calzadas, que se extenderá de forma continua una vez se completen nuevos tramos de tercer carril. ■









Evolución de las obras y situación actual en el pk 11,160 de la A-49.

TRAS EL RESCATE DE LOS BUQUES VARADOS, COMIENZA LA REGENERACIÓN DE LA COSTA DE EL SALER

S.O.S. en la arena



BEGOÑA OLABARRIETA FOTOS: SALVAMENTO MARÍTIMO

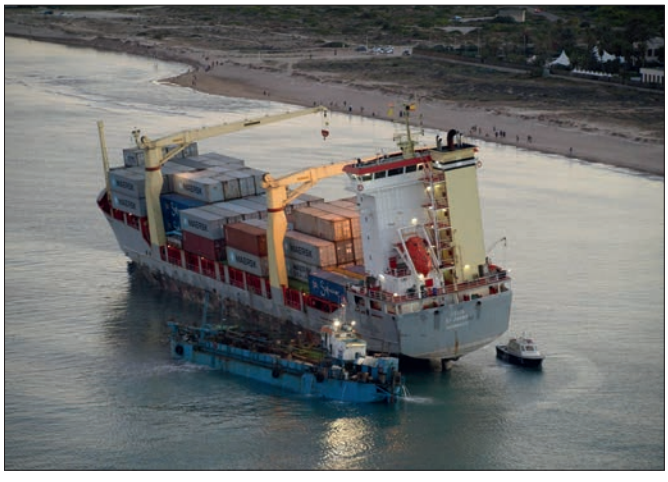
El pasado 3 de noviembre, la playa valenciana de El Saler amanecía por fin en calma. Atrás quedaban 34 días de intenso trabajo para conseguir reflotar los dos buques que quedaron varados frente a su orilla el 28 de septiembre debido al mal tiempo. Algo más de un mes para «arrancar» a ambos barcos del banco de arena en el que habían quedado atrapados, en un complicado operativo coordinado por la Capitanía Marítima de Valencia y en el que han intervenido medios de Salvamento Marítimo y de la Autoridad Portuaria.

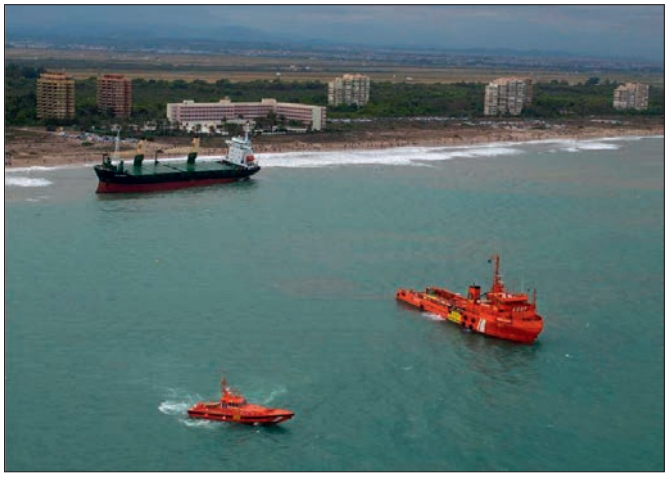
Los valencianos se levantaban el 29 de septiembre con una imagen insólita. Dos grandes buques permanecían varados frente a la playa de El Saler, el *bulkcarrier BSLE Sunrise* y el *container Celia*.

Ambos se encontraban fondeados en el Puerto de Valencia la noche del 28 de septiembre cuando, a causa del fuerte viento del noreste, de 60 nudos, y de la fuerte marejada, garrearon sus anclas hasta varar frente a la playa. Ni la carga, ni las tripulaciones se vieron afectadas, y se comprobó que no había riesgo de contaminación medioambiental, pero su reflotamiento no iba a ser sencillo.









Tres imágenes de los buques varados frente a la playa de El Saler y de las operaciones de dragado y salvamento.

El *BSLE Sunrise*, que navegaba bajo bandera panameña, con 113 metros de eslora, 18 tripulantes y una carga de 790 tubos de hierro, estaba situado a unos 70 metros de la orilla y presentaba una escora de 7 grados.

El *Celia*, con bandera de Antigua y Barbuda, cargado de contenedores vacíos, le hacía compañía frente al Saler con una escora de 10 grados.

El operativo para reflotar ambos buques se inició de inmediato. Desde el momento en que se produjo el accidente, y siguiendo instrucciones de la Capitanía Marítima de Valencia, encargada de coordinar los trabajos de reflotamiento y retirada de los buques, los medios de Salvamento Marítimo se movilizaron.

Los primeros en llegar a la zona fueron los remolcadores *Punta Mayor* y *Sar Mesana* (a los que se uniría unos días después el *Marta Mata* procedente de Palma de Mallorca), la Salvamar *Pollux* y el helicóptero *Helimer 207*.

No tardarían en presentarse después las dragas *Ardenza*, *La Isleta*, *Los Olivillos* y *Antignano*, cedidas por las Autoridades Portuarias de Valencia, Tarragona y Almería, que serían las encargadas de sacar toda la arena posible del banco donde se hallaban atrapados los buques.

Después de un primer análisis de la situación se concluyó que los buques estaban fuertemente encallados en la arena, y la Capitanía Marítima solicitó a los armadores de ambos barcos un plan de reflotamiento.

Trabajos en paralelo

Ambos armadores se decidieron por contratar a la empresa holandesa Svitzer para llevar a cabo unos trabajos que se alargarían durante algo más de un mes, en una operación complicada debido a la zona de varada de los barcos, que requirió un intenso trabajo de dragado. Todo ello sin que el mal tiempo diera tregua, con olas de más de un metro que obligaron a parar las dragas en varias ocasiones.

En un primer intento de liberar al *BSLE Sunrise*, los remolcadores tiraron de él y lo desplazaron unos 45 metros y 90 grados con respecto al rumbo original, posicionándolo en perpendicular a la línea de costa.

En camino estaba ya el *Marta Mata*, con el que se volvería a intentar de nuevo. Este buque sería el encargado de tirar por la amura de estribor del *BSLE Sunrise*, mientras el *Punta Mayor* lo haría por el centro y el *Sar Mesana* por la amura de babor.

A pesar de que entre los tres remolcadores sumaban 200 toneladas de *bollard pull* (capacidad de tiro a punto fijo), a lo que se añadía la propulsión del buque varado, no se consiguió reflotarlo. El banco de arena ganaba esta batalla, por lo que, con la aprobación de Capitanía Marítima, se diseñó un plan alternativo: realizar un dragado de la zona de varada y deslastrar los buques antes de volver a intentarlo.

Las 5.998 toneladas del *BSLE Sunrise,* a las que se sumaba la carga de tubos que transportaba, no hacían fácil la tarea. Además, se encontraba acunado en una duna de



Ambos buques quedaron encallados en la arena a escasa distancia de la playa valenciana. Debajo, labores de dragado.

arena en una posición que lo aprisionaba y que hacía muy complicado el dragado.

Mientras, en paralelo, comenzaron las tareas de reflotamiento del *Celia*, de 6.264 toneladas, retirando arena por la popa del barco para proceder posteriormente al remolque del mismo.

Luchando contra la arena

Para conseguir sacar la arena que aprisionaba a los dos buques varados se contó con las dragas cedidas por distintas Autoridades Portuarias, que trabajaron sin descanso para conseguir liberarlos.

La draga *Los Olivillos*, cedida por la Autoridad Portuaria de Valencia, apoyó las labores de la empresa Stvitzen para conseguir reflotar al *Celia*, tarea a la que más tarde se le unió *La Isleta*, procedente de Tarragona.

La retirada de la arena que aprisionaba al *BSLE Sunrise* también comenzó sin descanso con las dragas *Ardenza*, cedida por la Autoridad Portuaria de Valencia, y *Artignano*, procedente de Almería, una vez que los buzos, con el apoyo de la Salvamar *Pollux*, hicieron una evaluación de situación.



En total, se dragó la zona casi sin descanso durante 12 días, siempre que el tiempo lo permitió, extrayendo un total de 78.000 m^3 de arena: 50.000 del banco que atrapaba al *BSLE Sunrise* y 28.000 del *Celia*.

Finalmente, casi un mes después del accidente, el remolcador *Punta Mayor*, de Salvamento Marítimo, consiguió tirar del *Celia* con éxito, reflotarlo y llevarlo a puerto. Los esfuerzos de casi 30 días de trabajo comenzaban a dar frutos, mientras las labores de retirada de arena proseguían en el *BSLE Sunrise* que, ocho días después, también fue liberado gracias a un tiro por proa del *Sar Mesana* y un tiro por popa del *Punta Mayor*.

La operación de salvamento había concluido con éxito. El 2 de noviembre entraba en el puerto de Valencia el segundo de los buques varados en la playa de El Saler.

Unos días más tarde, el buque *Celia* era despachado con dirección a Cádiz, habiendo garantizado previamente el abono de unos 175.000 euros destinados a regenerar la parte de playa afectada que le correspondía, mientras que el *BSLE Sunrise* aportará otros 423.000 euros para este mismo fin.

Una vez retirados ambos buques daba comienzo un nuevo proceso, el de recuperación de la línea de playa que se había visto muy afectada, especialmente una zona de dunas que serán regeneradas artificialmente. Mientras tanto, en la playa húmeda también se han iniciado los trabajos de rehabilitación rellenando las zanjas dragadas para devolverle al Saler su estado original. ■









Foto superior, tranvía de Barcelona, en servicio desde 2004. A la izquierda, de arriba abajo, fotos históricas de tranvías en las plazas de Cibeles y Puerta del Sol, en Madrid, y en la plaza del Paraíso, en Zaragoza.

DEL TRANVÍA AL METRO LIGERO, 150 AÑOS DE HISTORIA

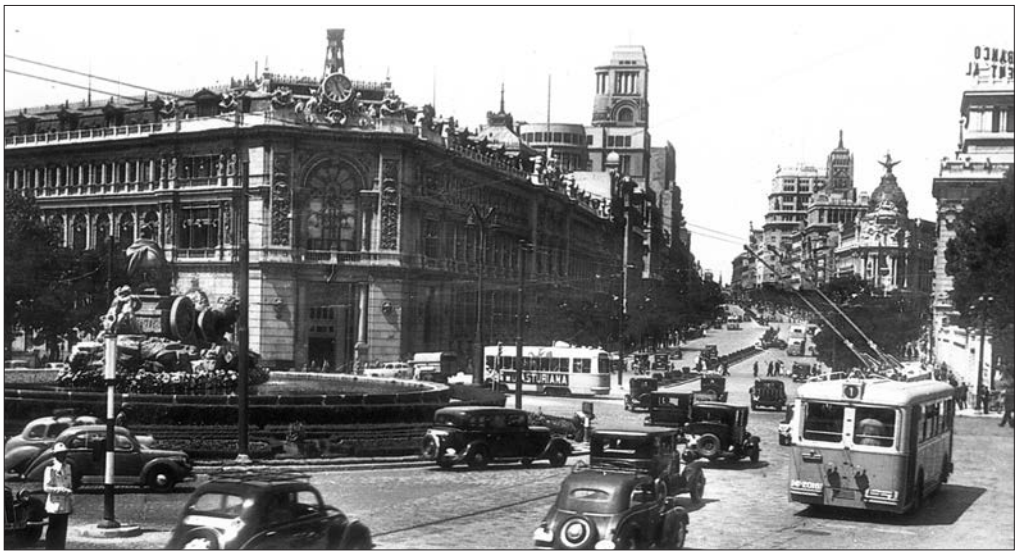
El viaje continúa



JULIA SOLA LANDERO FOTOS: CABALLERO Y CONSORCIO REGIONAL DE TRANSPORTES DE MADRID

Casi 150 años han transcurrido desde que se puso en marcha el primer tranvía de España, tirado por mulas y a una velocidad de cuatro kilómetros por hora. Fue el 31 de mayo de 1871 en Madrid, ciudad a la que siguieron Barcelona en 1872, Valencia y Bilbao en 1876 o Zaragoza en 1885. España se sumaba así a los nuevos aires que soplaban en Estados Unidos y Europa, donde al calor de la segunda Revolución Industrial ya se había implantado el que se consideraba el más barato, rápido y fiable medio de transporte colectivo.

El primer tranvía tirado por caballerías, exclusivamente urbano y dedicado al transporte de viajeros, rodó en Nueva York en 1832, pero la fiebre del nuevo medio de transporte se extendió pronto por todo Estados Unidos y por las principales ciudades europeas. En España, la idea de instalar el



El trolebús y el tranvía convivieron durante más de tres décadas en Madrid.



Tranvía circulando en una anegada calle de Alcalá (Madrid) en 1942.

tranvía surgió a partir de 1860. Por esas fechas en Madrid se comenzaron a proyectar posibles trazados a lo largo y ancho de la capital, y al poco tiempo se solicitaron autorizaciones para la construcción de varias líneas.

La primera en funcionar fue la de Serrano-Princesa, construida por una compañía tranviaria inglesa como «la primera línea del llamado Tram-vía de Madrid». Una línea que llegó a contar con 24 coches con capacidad para otros tantos pasajeros y 120 caballerías. Pocos años después, la capital contaba con una red de transporte amplísima que llegaba a los barrios de Chamberí, Cuatro Caminos, Prosperidad, Embajadores, Ventas del Espíritu Santo o Pacífico. En Barcelona el tranvía llegó el 27 de junio de 1872 y corría entre el Pla de la Boquería y Josepets (actual *plaça* Lesseps).



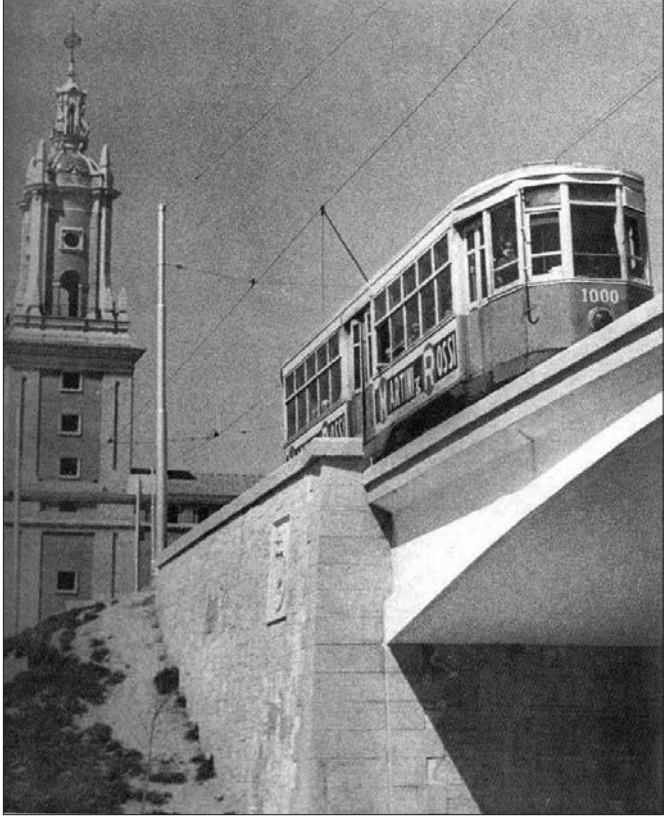
Pasajeros colgados de un tranvía de la línea Sol-Chamartín, hacia 1910

El tranvía de tracción animal circuló poco tiempo. En 1910 ya había desaparecido de la mayoría de las ciudades europeas y americanas. En España, el llamado «tranvía de sangre» comenzó a sustituirse apenas tres décadas después de su aparición por vehículos con motor a vapor, que contaban con una pequeña locomotora que les permitía arrastrar a varios coches en cadena y recorrer mayores distancias. Conocidos como «tranvías de fuego», tuvieron una vida efímera –entre 1873 y 1890–. Motivos: eran considerados poco seguros, muy molestos por la emisión de humos y demasiado ruidosos para circular en la ciudad.

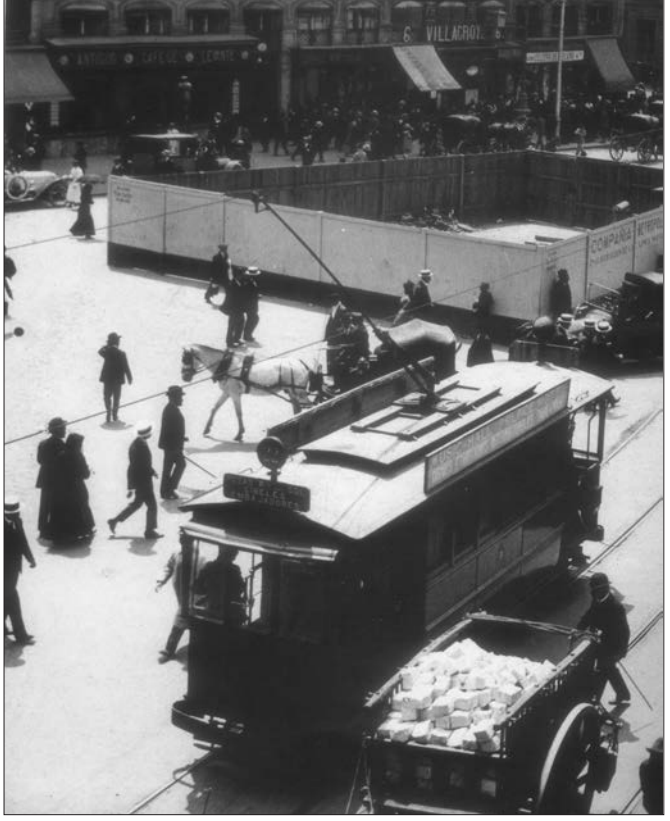
Para atender la creciente demanda de las pujantes ciudades, se buscaron afanosamente alternativas al motor a vapor: aire comprimido, gas y gasolina. Incluso se probó el tranvía de cable, que consistía en una plataforma por la que discurre un cable en continuo movimiento y al que se engancha el tranvía para que tire de él. Pero esos fueron experimentos llevados a cabo en Londres, Melbourne o San Francisco, que nunca llegaron a España.

Y llegó la luz

La solución definitiva vino de la mano de la electricidad. En 1879, Werner von Siemens comprobó que mediante una dinamo se podía generar suficiente potencia como para empujar un tranvía. Dos años después se abrió la primera lí-



El tranvía de la Ciudad Universitaria madrileña hacia 1930.



Tranvía en la Puerta del Sol de Madrid a principios de siglo.

nea regular de tranvía de tracción eléctrica en el mundo. Fue en la ciudad de Lichterfelde, cerca de Berlín.

Las primeras líneas presentaban problemas de seguridad para los peatones debido al paso de corriente por los raíles. Para solucionarlo, se pensó en proveer de electricidad al tranvía a través de cables aéreos conectados al vehículo mediante un aparato llamado pantógrafo. Dicho y hecho. En 1883 se abrió la primera línea de tranvía con catenaria, en Mödling and Hinterbrühl, ciudad cercana a Berlín. El prodigioso invento enseguida se convirtió en el medio de transporte favorito en las principales ciudades europeas.

En España fue Bilbao la ciudad que vio circular el primer tranvía eléctrico que cubría el trayecto hasta Santurce. En 1898 se implantó en la capital a través de la Compañía del Tranvía de Madrid, y en Barcelona se electrificaron todas sus líneas en 1907.

La electrificación de las redes supuso la remodelación de los carriles en casi todas las ciudades. Hubo que estrechar el ancho de vías, implantar los postes, las líneas aéreas y sus conexiones con las subestaciones eléctricas. Y en el camino, algunos de los depósitos de grano y paja fueron reconvertidos en improvisados talleres de electricidad.

En 1915 se termina de electrificar toda la red en Madrid, aun con las trabas de los diferentes anchos de vía que existían en aquellos momentos. Tan solo cuatro años después se consiguieron más de 188 millones de viajeros gracias a su alta frecuencia de paso y a su buena accesibilidad y alcance. Solo en la Puerta del Sol confluían por entonces siete líneas de tranvía, lo que empezaba a suponer un problema de movilidad.

Mientras tanto, el rápido crecimiento de las ciudades entre finales del siglo XIX y principios del siglo XX obligaba a buscar nuevos medios de transporte capaces de absorber la creciente demanda.

Alternativas

La primera alternativa al tranvía fue el trolebús –«filobús» según algún documento oficial–, que apareció oficialmente en España de la mano de la Ley de 5 de octubre de 1940 que regulaba la concesión de líneas de trolebuses. Sin embargo, hubo que esperar al final de la década de los 50 para que los trolebuses alcanzaran su efímero apogeo y sustituyeran a los tranvías en ciudades como La Coruña, Santander, San Sebastián, Bilbao, Valencia, Cádiz o Zaragoza. Pero pronto caerían en desgracia de la mano de la Ley de 21 de julio de 1973, que cuestionaba su limitada capacidad de maniobra, la escasa capacidad y velocidad de los vehículos, y daba un golpe mortal a futuras concesiones de líneas. El trolebús desapareció definitivamente en 1989. El transporte colectivo de tracción eléctrica mantendría dos líneas de carácter testimonial: Tibidabo en Barcelona y Sóller en Mallorca.

Mientras tanto, ya desde el año 1886 llegaban a España noticias de los Ferrocarriles Metropolitanos –el metro– de Londres y París, lo que hizo plantearse a algunos ingenieros y arquitectos la posibilidad de establecer una red de ferrocarriles eléctricos subterráneos. En el año 1916 se aprobó en Madrid la concesión de cuatro líneas subterráneas del Ferrocarril Central Metropolitano, inaugu-



El vehículo privado acabó con el tranvía a mediados de los años 70.



El tranvía fue durante décadas un medio de transporte masivo en muchas ciudades españolas.

rado por Alfonso XIII el 17 de octubre de 1919, y que llegaría cinco años más tarde a la Ciudad Condal.

Otra de las alternativas de transporte al tranvía que circulaba por las principales capitales españolas fue la implantación de redes de autobuses urbanos. Los primeros circularon en el paseo de Gracia de Barcelona en 1922, y dos años más tarde en Madrid, que abrió cinco líneas. Pronto la competencia entre ambos tipos de transporte se manifestó en una guerra de tarifas, que momentáneamente perdió el autobús.



Años difíciles

Entre 1930 y 1975 se produjo la paulatina desaparición de aquella primera generación de tranvías que ya ha pasado a formar parte de la historia sentimental de las ciudades. Aquellos vehículos ligeros, discurriendo bajo una maraña de líneas eléctricas, dejaron su impronta, ya teñida de nostalgia, en el paisaje urbano.

El primer golpe se le dio en 1933, cuando un decreto firmado por el presidente de la República, Niceto Alcalá-Zamora, marcó una toma de posición oficial contra el tranvía. Según el texto, el interés público estaba perfectamente servido con autobuses y «trolley-buses» (sic), ya que para unos y otros no hacía falta construir carriles. En lo sucesivo, según el decreto, no se otorgarían nuevas concesiones. Sin embargo, su planteamiento era tan drástico que en años posteriores se aprobaron numerosas excepciones que permitieron la apertura de nuevos tramos en Madrid, Barcelona o Zaragoza.

Durante la Guerra Civil y los años posteriores, fueron numerosos los trenes destruidos o dañados. Muchos otros sirvieron para transportar escombros o para repartir alimentos entre los ciudadanos desabastecidos. Debido a la falta de repuestos y a las nulas posibilidades de adquirir vehículos nuevos, todas las compañías ferroviarias se dedicaron a reconstruir los viejos tranvías a base de operaciones estéticas en sus carrocerías. Siguiendo la tendencia de las líneas redondeadas que buscaban la mejor aerodiná-

La segunda generación

La desaparición del tranvía no fue total en Europa. Si Francia, España o Reino Unido optaron por sustituirlo por otros medios de transporte, los países de la Europa Central y Oriental, con Alemania a la cabeza, continuaron modernizando o ampliando las líneas. Incluso perviven, como en el caso de Lisboa, algunas líneas, reliquias del pasado, por donde ruedan vehículos centenarios.

A mediados de los años 80 comienza a primar el concepto de sostenibilidad en las políticas urbanas. Se valora la calidad ambiental y la capacidad del tranvía: un solo vehículo puede transportar entre 2.000 y 20.000 personas por hora y sentido; las emisiones de gases de efecto invernadero son mínimas, consume poca energía, es poco ruidoso, ocupa menos suelo y es muy seguro. Con todas esas ventajas encima de la mesa, su vuelta a las ciudades que lo habían eliminado era imparable. Para esa nueva generación de tranvías que sustituyeron a los viejos vehículos, los tiempos modernos alumbraron una nueva denominación: metro ligero.

Francia, pionera en eliminar el tranvía de sus calles, lo recuperó en 1985 en Nantes, seguida por Grenoble, y en 1991 volvió a rodar por las calles de París. La recuperación del tranvía se ha extendido también a partir de los años 80 a otros muchos países, entre ellos, Gran Bretaña, que los han implantado en Londres, Manchester y Birmingham, o Estados Unidos, que ha vuelto a instalarlo en ciudades como Los Ángeles, Portland o San Diego, y amplía y mejora las redes ya existentes de Boston, San Francisco, Filadelfia o Nueva Orleans. Sin embargo, la dificultad de insertar las vías del tranvía en la trama urbana de las grandes ciudades hace que sean las ciudades medianas las que más están recuperando este venerable medio de transporte.

En la actualidad, 346 ciudades del mundo disponen de redes de tranvías, de las cuales 71 han sido construidas a partir de 1978. La extensión de la red europea de tranvías de nueva generación es de aproximadamente 1.300 kilómetros, un 11% de la red total. En España, fue Valencia, en 1994, la primera ciudad en implantar el tranvía moderno. La siguieron, ya en la primera década del nuevo siglo, Bilbao, Alicante y Barcelona, y poco después, Santa Cruz de Tenerife, Murcia, Sevilla, Vélez-Málaga, Parla y Madrid, mientras que A Coruña utiliza su tranvía histórico desde 1997 tras la ampliación y reforma de la vía, y numerosas ciudades reflexionan sobre sus ventajas y estudian las posibilidades de su retorno.



El metro ligero de Madrid, que entró en servicio en 2007, comunica los barrios de la periferia con el centro de la ciudad.

mica, nacieron los tranvías reconstruidos conocidos como «huevos» o «topolinos».

A pesar de los desperfectos, y contra viento y marea, los viejos tranvías siguieron prestando servicio a los muchos viajeros que los utilizaban durante la contienda. Las cifras muestran el daño que ésta causó en la red: de los 556 tranvías que había en Madrid en 1936, en 1939 sólo quedaron 158 disponibles para circular.

Muchas de las líneas existentes por entonces tardaron años en restablecer su normal funcionamiento, mientras que otras fueron eliminadas, como las de Bilbao y San Sebastián, donde decidieron sustituir los tranvías por trolebuses en 1940. Sin embargo, en otras ciudades las dificultades económicas no frenaron su expansión, y siguieron sumando coches importados de Italia y mejorando la circulación mediante la construcción de nuevas raquetas y proyectos de líneas.

Anunciado final

El final del tranvía comenzó a evidenciarse en Madrid a partir de los primeros años cincuenta. Además de la implantación de los trolebuses, el número de vehículos que se almacenaban en los parques sin darles uso era cada vez mayor y el parque automovilístico comenzaba a crecer significativamente. Consecuencia: empezaron a desaparecer terminales y se suprimieron líneas que conectaban importantes barrios de la ciudad.

Sin embargo, el tranvía se resistía a morir definitivamente. En Madrid, la lucha por su supervivencia hizo que se bajara el precio del billete, de 20 a 15 céntimos y que se admitiera el pago en sellos pegados en cartulinas, vales de canjeo de 15 céntimos emitidos en papel por la Sociedad Madrileña de Tranvías o monedas republicanas tras la Guerra Civil. Y pese a las dificultades, se siguieron realizando obras de mejora, lo que llevó incluso a que el año 1956 fuera el que más demanda tuvo, superando los 260 millones de viajeros al año.



El tranvía comunica los barrios más alejados de Vitoria-Gasteiz con el centro desde finales de 2008.

Pero a principios de los años sesenta el coche privado se convierte en protagonista del tráfico urbano. El metro ya contaba con 420 millones de pasajeros/año y el autobús iba igualándose en cifras al tranvía. Durante la década prodigiosa, estos dos modos de transporte, hasta entonces secundarios, fueron ganando posiciones. El autobús pisa fuerte: pone en circulación vehículos articulados con gran capacidad y abre carriles bus, lo que hacen de él un competidor imbatible. Año tras año se cierran las líneas de tranvía más antiguas.

En los primeros años 70 España da carpetazo al tranvía. El 18 de marzo de 1971 en Barcelona y el 2 de junio de 1972 en Madrid fueron las fechas definitivas. Las líneas 49 y 51 de la Ciudad Condal, y la 70 y 77 de la capital fueron las últimas en desaparecer en ambas ciudades. El resto de las líneas que aún circulaban en España fueron cerrándose con la misma rapidez con la que los coches iban ganando terreno en las ciudades. El 23 de enero de 1976 el viejo tranvía que recorría la línea Parque-San José en Zaragoza hizo su último viaje. ■



LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN ABREN UN NUEVO FUTURO A LAS METRÓPOLIS

La inteligencia urbana se hace



Las ciudades inteligentes basarán todos sus servicios en la tecnología digital, con edificios sostenibles energéticamente (como los rascacielos de Madrid) y la conectividad expandida en todos los ámbitos.



BEATRIZ RODRÍGUEZ

Hoy, un tercio de la población mundial vive en ciudades de más de 100.000 habitantes, una tendencia creciente también implantada en nuestro país, con más de la mitad de los españoles residiendo o trabajando en ciudades de este tamaño. Este proceso de concentración urbana, impensable hace unas décadas, plantea retos de gestión de recursos y servicios para los que las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se muestran como una herramienta imprescindible.

Recientemente se ha acuñado el término *smart city* o ciudad inteligente para referirse a aquellas urbes que han comenzado a implantar el uso de las nuevas tecnologías para gestionar sus infraestructuras o canalizar la oferta de sus servicios a los ciudadanos. Las ventajas de esa utilización deberían de traducirse casi de inmediato en una mayor eficiencia, al tiempo que en un mayor conocimiento y accesibilidad para los potenciales usuarios. Pero, si en algo están hoy de acuerdo los expertos, es que aún no se ha desarrollado lo suficiente ningún modelo de «ciudad inteligente» ideal, capaz de aprovechar todo el actual potencial tecnológico, en ninguna parte del mundo.





La urbe inteligente de New Songdo acogerá a 65.000 habitantes. Debajo, recreación de la planta solar para la ciudad de Masdar (Abu Dhabi).

Cambios

Son muchas las ciudades del planeta que aspiran a ello y están aplicando más o menos intensivamente las nuevas tecnologías para optimizar su gestión en aquellas áreas en las que tienen algún tipo de competencia (tráfico, medio ambiente, movilidad), pero aún son muy pocas o casi ninguna las que se sirven de ellas de un modo integrador con vistas a alcanzar objetivos más globales como satisfacer, a través de las nuevas tecnologías, todas las demandas y necesidades de sus habitantes.

En pos de esos objetivos se están creando ciudades enteras de nuevo cuño, como New Songdo, al oeste de Seúl (Corea del Sur), que acogerá unos 65.000 habitantes y a la que el Gobierno surcoreano destinará más de 35.000 millones de dólares para hacer de ella una ciudad inteligente de principio a fin, un gran centro de negocios internacional cuyos servicios tendrán la tecnología digital como principal soporte y vehículo, tanto de la oferta y demanda ciudadana como de su gestión por parte de las autoridades. Y también en el emirato de Abu Dhabi, en el golfo Pérsico, se está levantando la ciudad de Masdar, que acogerá a 50.000 habitantes con el objetivo de ser la urbe más ecológica del planeta, sin ninguna partícula de contaminantes ni residuos. Su horizonte de desarrollo es el año 2015.



El adjetivo inteligente aplicado a las ciudades, y quizá más apropiadamente a la forma de gestionarlas, comenzó a usarse de forma más o menos generalizada a partir de 2007, poco antes de la actual crisis, principalmente en el ámbito anglosajón, donde se acuñó el término *smartcities* a partir del acrónimo *self monitoring analysis and reporting tecnology*, o tecnología orientada a la evaluación y análisis en tiempo real.

De ahí, de la capacidad de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para ofrecer información y diagnóstico de los problemas urbanos en tiempo real, y de convertirse también en una buena herramienta para su solución mediante la interacción con expertos y ciudadanos, se generalizó el término para este tipo ciudades que hacía un uso más o menos extensivo de ese nuevo arsenal tecnológico en alguna de sus áreas de gestión: edificios y espacios públicos, movilidad, energía, medio ambiente, etc.

Pioneras

En España, donde, al igual que en la mayor parte del viejo continente, la crisis y los patrones culturales no favorecen



Recreación digital de la ciudad inteligente de New Songdo (Corea del Sur).

la creación de nuevas ciudades, el tránsito de muchos municipios hacia formas de gestión «inteligentes», basadas en las nuevas tecnologías, no ha sido sin embargo tardío. Por el contrario, ciudades como Barcelona, Santander, Madrid, A Coruña, Bilbao o Málaga caminan, desde hace ya más de cuatro años, a buen ritmo en la adopción de estrategias orientadas hacia una gestión cada vez más soportada por las nuevas tecnologías.

Y en su camino hacia esa transformación inteligente esas capitales no están solas, pues, de acuerdo con alguno de los informes expuestos en el último Congreso Mundial de Ciudades Inteligentes, celebrado a finales del pasado mes de noviembre en Barcelona, hay al menos otras cinco aspirantes más, que han tomado decisiones importantes en esta línea: Valladolid, Zaragoza, Vitoria, San Sebastián y Pamplona.

Pero también es un hecho cierto que todas las ciudades que aspiran a adquirir el calificativo de inteligente como nueva seña de identidad se enfrentan a muy diversos problemas para materializar su estrategia, como se puso de manifiesto en ese mismo Congreso. Además de la coyuntura actual de crisis y de las dificultades para atraer los necesarios recursos financieros, uno de sus grandes retos es la necesidad de definir un nuevo modelo de ciudad cuyos requerimientos sean compatibles y no hagan desaparecer o pongan en peligro sus señas de identidad tradicionales. Cada urbe es, pues, una singularidad, y en su evolución hacia la gestión integral inteligente podrá tomar de otras algunas referencias o patrones, pero seguramente una gran mayoría deberá crearlos a su justa medida.



La ciudad de New Songdo estará «gobernada» por las TIC.

Búsqueda de modelos

Frente a la escasez aún de ejemplos o casos modélicos a seguir, especialmente en lo que concierne a ciudades con una larga historia a sus espaldas como ocurre en España, empresas de telecomunicaciones, energía y grandes constructoras, estimuladas por las previsiones de una muy alta demanda, trabajan en la actualidad conjuntamente para ofrecer soluciones que se configuren como el motor de arranque hacia la gestión inteligente de los espacios urbanos.

Conforme a las propuestas de los expertos en ese ámbito, para obtener nuevos modelos de gestión inteligente que aseguren una máxima eficacia, es



necesario acometer previamente por lo menos cuatro pasos obligados: planificación, diseño, construcción y ejecución. Es preciso también que el proyecto se extienda a la mayor cantidad posible de áreas, desde el gobierno municipal a todos los servicios y políticas, como ordenación urbana, movilidad, energía o medio ambiente. Y, conforme a las recomendaciones de los expertos, es igualmente muy necesario que el nuevo modelo de ciudad al que se aspira sea lo más inclusivo o participativo posible, donde los mismos ciudadanos conectados en red proporcionen puntualmente información de retorno que ayude a dilucidar si el problema se ha solucionado de manera definitiva o exige nuevas intervenciones, el grado de satisfacción con la respuesta, etc.

Tras el análisis de algunas de las experiencias que han comenzado a desarrollarse ya en nuestro país, los expertos han definido también algunos factores que, si bien no garantizan a priori el éxito a la hora de poner en práctica modelos de gestión urbana inteligente, sí despejan bastante el camino. Y, en síntesis, esos factores son básicamente cinco: asociación de los ámbitos público y privado, estrategia de financiación viable, estímulos a la implicación ciudadana, procesos internos eficientes y, por último, un fomento continuado de la innovación.

Ciudades avanzadas

En el caso de A Coruña, su desarrollo hacia un modelo de ciudad inteligente se basa en un proyecto con horizonte en el año 2020 que busca hacer de la urbe herculina una ciudad sostenible e inclusiva, donde el uso eficiente de las TIC sea el soporte que contribuya a lograr los objetivos trazados de desarrollo institucional y socioeconómico, así como al incremento en la calidad de vida de la ciudadanía.

Su Ayuntamiento ha llevado a cabo bajo esas premisas una agenda digital, concebida como un compromiso estratégico que incluye el proyecto Smart Coruña, cuyo fin es afrontar el complejo proceso de transformación necesario para convertirse en una ciudad inteligente y coordinar ac-



El uso de las TIC busca conseguir una mayor eficiencia en los sistemas de transporte urbano.



Varias ciudades españolas implementan estrategias de conectividad en su evolución hacia el modelo de urbe inteligente.



tuaciones a corto, medio y largo plazo.

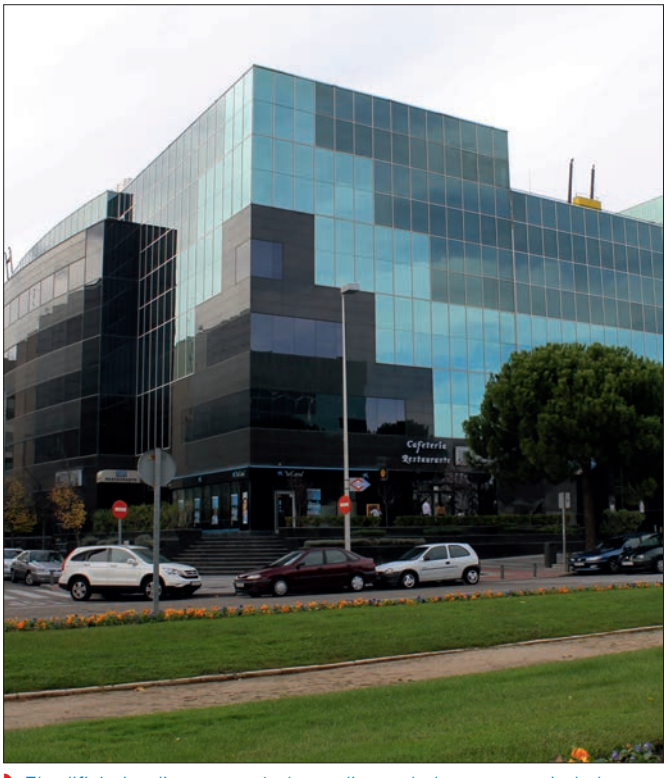
Por su parte, en la Ciudad Condal el proyecto Smart City Barcelona pretende convertir las tecnologías de la información en el instrumento básico para alcanzar sus objetivos estratégicos de cara a estos próximos años. Esos objetivos se concentran, sobre todo, en conseguir la mayor eficiencia en los sistemas de transporte y movilidad urbana, la administración electrónica, la gestión inteligente y la innovación. Hace apenas un año lanzó el programa de Manzanas Autosuficientes, orientado a fomentar nuevos modelos de construcción y rehabilitación de edificios que permitan obtener la máxima autosuficiencia energética con un mínimo de impacto ambiental.

En el caso de Bilbao, sus responsables articulan su estrategia en torno al plan Agenda Digital 2012, que en los últimos seis años ha mejorado los indicadores del uso ciudadano de las nuevas tecnologías. A medio y largo plazo, tras una mayor implantación de esos soportes, se han trazado también ambiciosos objetivos de mejora de la eficiencia en los servicios, así como de la competitividad y la innovación.

Santander tiene igualmente perfilada una estrategia muy abierta y participativa que busca mejorar su competitividad e implantar sistemas de gestión que faciliten la automatización y la eficiencia de sus infraestructuras. Busca también reforzar su oferta de servicios turísticos, comerciales, de negocios, ocio y cultura, y la potenciación de sinergias innovadoras en ciencia y tecnología mediante la estrecha participación de empresas, universidades y otras instituciones del ámbito público y privado.

En Málaga, las autoridades locales están también acometiendo iniciativas que favorecen la accesibilidad a los servicios en red. Asimismo, está implantando nuevas tecnologías en centros de control modernos que facilitan la gestión del tráfico y los sistemas de transporte.

En la capital española, Madrid, se han hecho grandes progresos orientados a lograr una mayor eficiencia en los consumos energéticos y de agua, así como para facilitar la movilidad y gestión del tráfico. Su estrategia de desarrollo se sustenta en potenciar sinergias entre el ámbito público y privado que mejoren la oferta de servicios de la ciudad en el mayor número de áreas: ocio, turismo, cultura medio ambiente, comercio e innovación y desarrollo tecnológico.



El edificio inteligente será el paradigma de las nuevas ciudades.

Del examen de todos esos modelos se deduce, en definitiva, que no existe ninguna solución aplicable a todas las ciudades que garantice su éxito seguro en la búsqueda de la inteligencia. Se trata de una transformación múltiple que exige análisis individualizados y el examen exhaustivo de muy diversos aspectos hasta definir las iniciativas más adecuadas a cada perfil de ciudad. Es un camino con numerosas bifurcaciones, pero que irremediablemente hay ya que empezar a recorrer para no perder el tren de la competitividad y del futuro. ■



Aspecto de uno de los muelles del puerto de El Musel a principios del siglo XX. En la imagen inferior, retrato de Alejandro Olano.

EL PUERTO DE GIJÓN RINDE HOMENAJE AL INGENIERO OLANO Y A LOS CUATRO TRABAJADORES FALLECIDOS EN EL TEMPORAL DE 1912

Más allá del valor

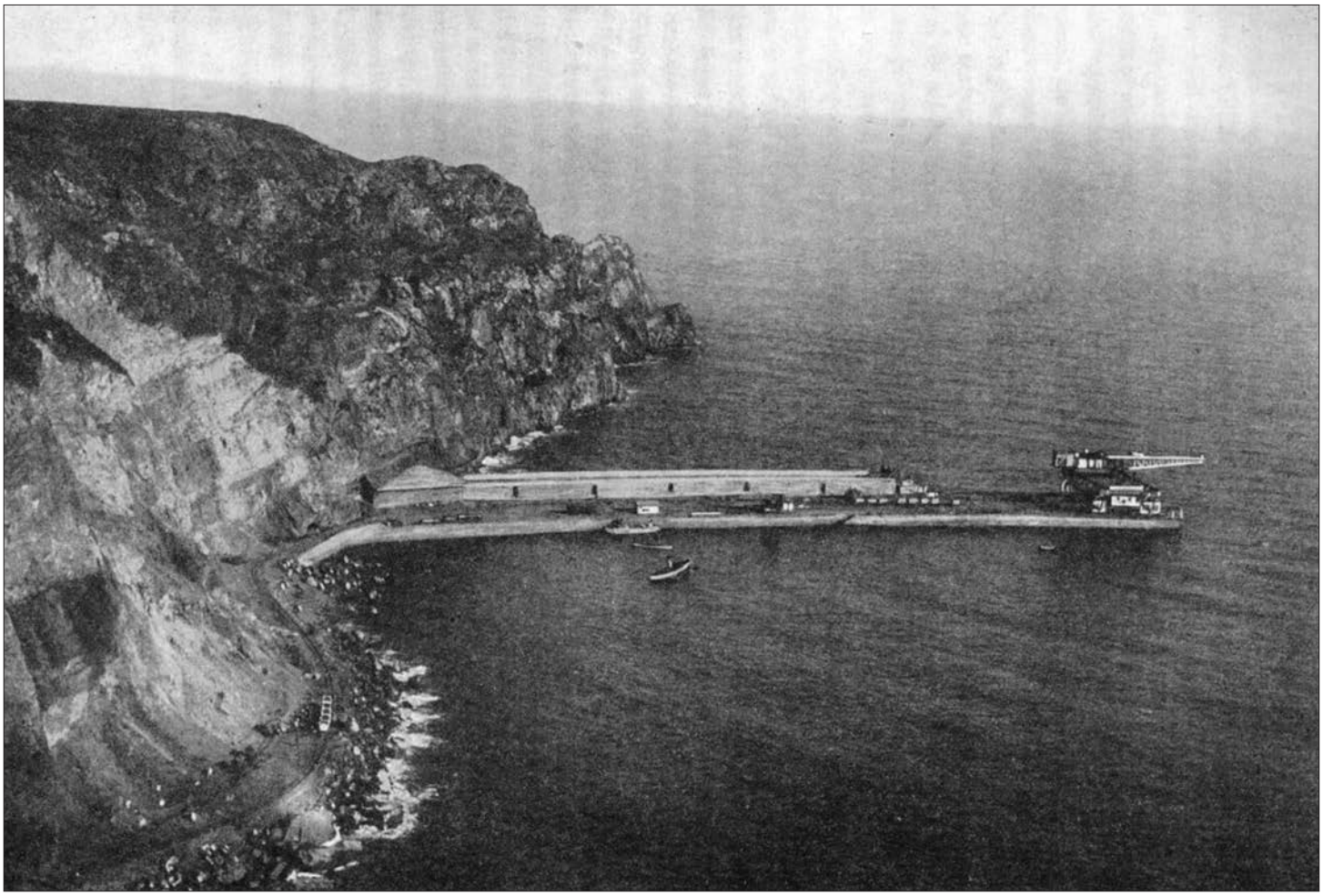


PEPA MARTÍN FOTOS: AUTORIDAD PORTUARIA

El puerto de Gijón ha rendido homenaje a Alejandro Olano, una de las figuras más importantes de la historia de El Musel. Artífice de una de las primeras grandes ampliaciones acometidas en el puerto, Olano falleció hace ahora un siglo junto a otros cuatro trabajadores, mientras intentaban poner a salvo una de las grúas Titán del dique Norte.



Grúa volcadora izando un vagón de 45 toneladas en el el muelle de ribera del puerto de El Musel, en 1940.



Vista del dique Norte del puerto gijonés, con una grúa Titán en su extremo.

La figura de Casto Alejandro Olano de la Torre, artífice de la Memoria para la ampliación de El Musel, ha sido el centro del homenaje que la Autoridad Portuaria de Gijón celebró en memoria de este ingeniero que falleció junto a otros cuatro trabajadores –Evaristo Álvarez Cadrecha, José María Álvarez García, Tomás Bango y Eugenio García Suárez– mientras protegía durante un temporal la grúa Titán colocada en el dique Norte.

Olano, nacido en Manila (Filipinas) en 1869, pero asturiano de adopción, siguió la estirpe familiar y se formó como ingeniero de caminos, canales y puertos en la Universidad de Madrid. Al terminar sus estudios regresó a su lugar de origen para realizar el proyecto de reedificación del palacio del Gobernador y otros vinculados a la ingeniería portuaria en las islas, pero en 1897 solicitó una licencia de nueve meses para regresar a España, donde se quedó definitivamente.

Olano perdió la vida junto a sus compañeros durante la fuerte tormenta que se registró en la localidad asturiana la noche del 21 de octubre de 1912. «En el ejercicio de su trabajo –según palabras de la presidenta de la Autoridad Portuaria de Gijón, Rosa Aza, durante el homenaje–, fue su coraje y el amor que ya desde años atrás venían demostrando por este puerto lo que les impulsó a defender la obra que estaban realizando».

Aquel día, la tormenta amenazaba con derribar la grúa Titán que se utilizaba en los trabajos de construcción del dique Norte para mover los bloques de hormigón de 80 toneladas destinados a levantar los muros. Olano, junto con una treintena de trabajadores, intentó asegurar la grúa trasladándola a otro lugar, con la mala fortuna de que una enorme ola abatió a cinco de ellos, entre ellos el ingeniero.

La importancia de la obra que ejecutaban y el carácter trágico del suceso hicieron mella en la sociedad gijonesa, que se organizó para socorrer económicamente a los familiares de las víctimas y para elevar un monumento, y luego una placa, en su memoria. Los miembros de la sociedad «La Peña», a la que pertenecía Olano, iniciaron una suscripción que la sociedad encabezaría con 500 pesetas de la época para costear una lá-





Olano y los operarios perdieron la vida al tratar de fijar una grúa Titán amenazada por una galerna cantábrica.

pida situada en el lugar de la catástrofe, una placa que aún se mantiene y que dice: «En memoria del ingeniero D. Alejandro Olano y los obreros José María Álvarez, Tomás Bango, Evaristo Álvarez y Eugenio García, muertos en el cumplimiento del deber el 21 de octubre de 1912».

Trayectoria

Su vínculo con Asturias arranca en 1900, año en el que Olano comenzó a trabajar en la jefatura de obras públicas de Oviedo y se hizo cargo, como director del Sindicato Asturiano del puerto de El Musel, de las obras potuarias. El proyecto contemplaba la construcción del dique Norte y el muelle de ribera, diseñado por Eugenio Ribera en 1898, a partir del puerto de El Musel reformado de Francisco Lafarga en 1891.

Este ingeniero había presentado un nuevo proyecto portuario que contemplaba la construcción de un gran dique de abrigo, el dique Norte, más o menos perpendicular a la línea de costa, y un muelle de costa, el muelle de Ribera. La ejecución de las obras de Lafarga y la descoordinación en los trabajos de los contratistas provocaron que los industriales mineros se erigieran en promotores y ejecutores de la infraestructura. Así, en agosto de 1900 crearon el Sindicato Asturiano del Puerto de El Musel como filial del Crédito Industrial Gijonés.

Esta nueva sociedad, que asumió las obras adjudicadas a los dos contratistas, nombró al ingeniero Alejandro Olano para la dirección técnica de las mismas, y un año después, la Dirección General de Obras Públicas le autorizó a redactar un proyecto reformado que modificaba la cimentación de los muros del dique y las dimensiones de los bloques que los formaban para hacer posible su construcción.

En previsión de que el puerto de El Musel se quedase pequeño, en 1903 Olano presentó el proyecto de ampliación y publicó, además de numerosos artículos en la *Revista de Obras Públicas*, la memoria descriptiva de las obras del puerto gijonés. Una vez Olano se vinculó al proyecto,



Colección Martín Carrasco Marqués

Material flotante (gánguiles, remolcadores y botes) utilizado en la ampliación del dique Norte. Hacia 1930.



Colección Martín Carrasco Marqués



Lancha de vapor de transporte de pasajeros. Al fondo a la derecha, grúa Titán. Hacia 1914.

las obras avanzaron rápidamente y se inició la explotación comercial en 1907, cuando concluyeron las obras del ramal de 8 kilómetros de la Compañía del Ferrocarril de Langreo que desde Sotiello a través del valle de Aboño llegaba hasta el arranque del dique Norte, donde se construyó el primer cargadero de vagones del ferrocarril de El Musel mediante una concesión a dicha compañía.

El aumento de la demanda del tráfico portuario obligó a revisar las obras adjudicadas, por lo que Olano presentó un proyecto de reforma del muelle adosado al dique Norte para realizar las operaciones comerciales, que pasó de los 597 metros iniciales a los 939,21 finales. Olano proyectó la prolongación con su muro vertical formado por cajones flotantes de hormigón de 20x15 metros de base y 11,30 metros de altura, una técnica avanzada y novedosa para aquella época, luego empleada para construir los muelles de atraque. Con esta propuesta sólo quedaban 10 metros hasta el morro del dique, por lo que Olano solicitó alargar su longitud en 500 metros para asegurar la tranquilidad en el atraque, pero le fue denegado. Tras su muerte, en 1926, siendo ingeniero director de la Junta de Obras del Puerto Eduardo Castro, se proyectó y adjudicó dicha prolongación.

Además de la construcción del dique Norte, Olano intervino en el proyecto del muelle de Ribera. Partiendo del arranque del dique, el muelle se extendía en una sola alineación, con una longitud de 1.272,70 metros hacia el sur, pero Olano sugirió reformarlo para que sus muelles tuviesen mayor calado, proponiendo la construcción de tres alineaciones, hoy conocidas como las de Ribera, y un espigón, el Espigón I.

Tras el fallecimiento de Olano continuaron las actuaciones de ampliación y consolidación previstas en los distintos proyectos. Las obras del Espigón I finalizaron en 1913 y en 1923 se concluyó la Estación Marítima en sus cuatro alineaciones, quedando operativas para el tráfico las dos primeras desde 1928. A fi-

Un puerto con historia

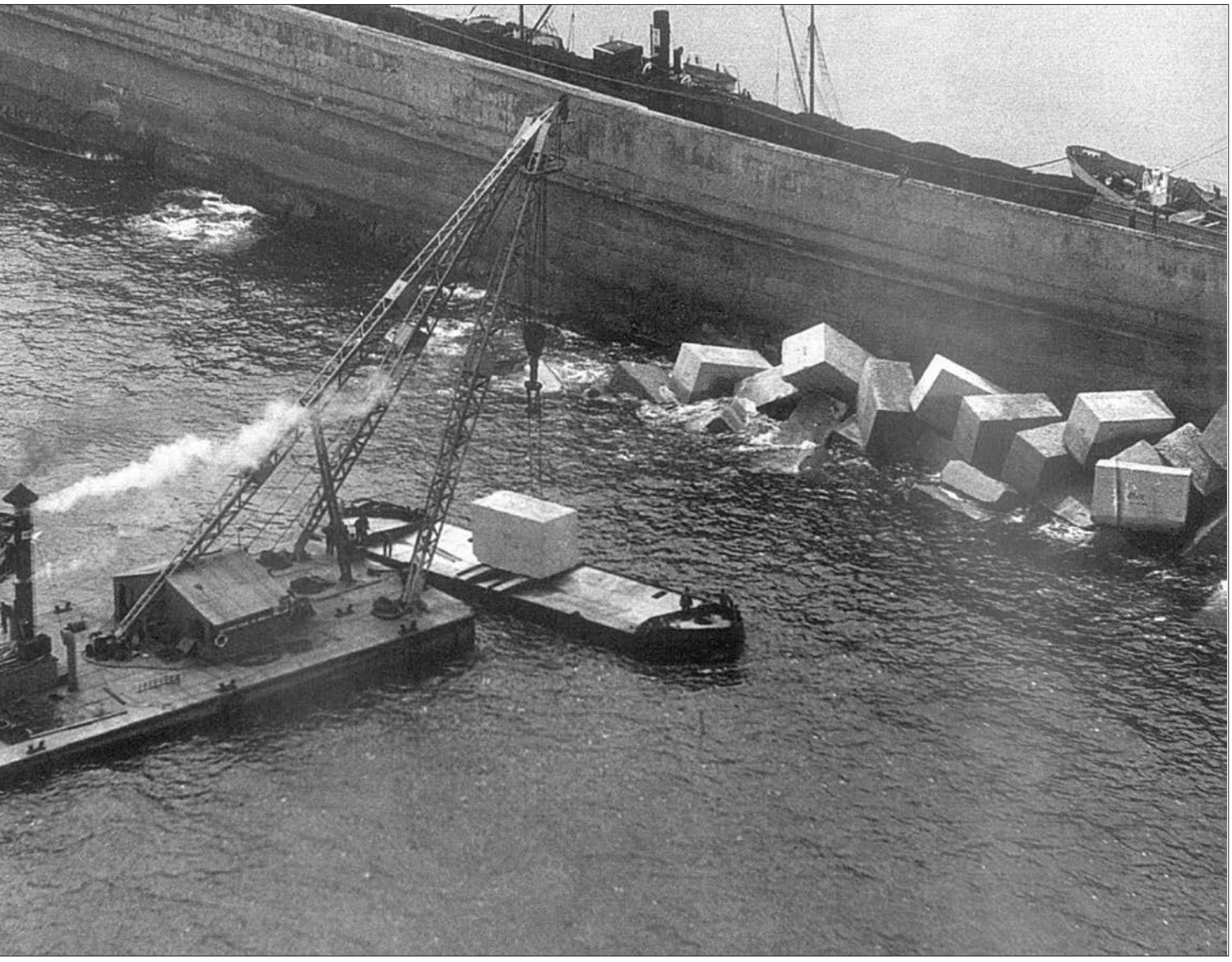
La siderurgia y la explotación de la hulla en las cuencas centrales de Asturias durante los años 40 del siglo XIX impulsaron la construcción del puerto de El Musel, por aquel entonces una pequeña dársena que se quedaba en seco en las bajamares y que era insuficiente para atender las demandas de la nueva situación económica. Por ello se planteó la necesidad de construir un gran puerto comercial en la zona central de Asturias, próxima tanto a las minas como a las fábricas.

Hubo varios proyectos de reforma y ampliación, destacando los de Eugene Flachat (1848-1850), José Elduayen (1853) y Pedro Antonio de Mesa (1856). De este último se ejecutó la parte del dique exterior de Santa Catalina, concluido en 1864, que permitió a los buques abrigarse de los temporales mientras esperaban para cargar las mercancías.

En las décadas finales del XIX se aprobaron los proyectos de ensanche de los muelles del Bombé, hoy calle Claudio Alvargonzález, y de Santa Catalina, ejecutados en los primeros años del nuevo siglo. En 1870, con la intervención de la iniciativa privada, se construyó el muelle Victoria o muellín de Anselmo Cifuentes.

En 1879 se creó la Sociedad del Fomento de Gijón, encargada de construir y explotar los muelles y dársenas de su nombre, mientras que el incremento de los tráficos carboneros haría florecer talleres de reparación y construcción naval, con la instalación en 1888 del primer astillero gijonés, el dique seco de la sociedad Cifuentes, Stoldtz y Cía., donde hoy se ubica Naval Gijón.

Toda esa intensa actividad evidenció la necesidad de habilitar mayores instalaciones que permitiesen muelles y áreas de servicio acordes con el tráfico portuario. Es entonces cuando Olano inició el proyecto de ampliación de El Musel, un puerto especializado en el embarque de carbón pero que carecía de una zona terrestre de servicios donde almacenar este material, por lo que los embarques se realizaban con los vagones desde las



Cabria flotante colocando bloques de escollera en el dique Norte del puerto gijonés. 1962.

explotaciones mineras hasta el propio puerto. Más tarde se habilitó el valle de Aboño como estación clasificadora y se construyeron cargaderos de vagones en sus muelles. Los primeros embarques se produjeron en el arranque del dique Norte, que comenzó a operar en 1907 y cuyo ramal ferroviario atravesaba por un túnel el cabo de Torres.

Según la Memoria Descriptiva de las obras de El Musel, en ese primer año de funcionamiento el puerto registró un movimiento de 280.000 toneladas de carga. La infraestructura ferroviaria se amplió con otros dos ramales, también desde Aboño, a cargo del Ferrocarrril del Noroeste (vía ancha) y la Sociedad Minas de Hierro y Ferrocarril de Carreño (vía estrecha).

También en 1908 el Sindicato obtuvo la concesión para construir un primer cargadero en la segunda alineación. En 1910 entró en servicio en la tercera alineación de Ribera el segundo cargadero alto, denominado el Embudo, que estaba conectado con dichos ramales ferroviarios. Por el ferrocarril del noroeste llegaba el carbón de la cuenca del Caudal y por el de Carreño el mineral de hierro.

Ya en el siglo XXI, El Musel es el primer puerto granelero del sistema portuario español y mantiene un tráfico anual de 20 millones de toneladas, de los cuales 16 millones son descargadas a través de la terminal de graneles sólidos EBHISA. Esta terminal, diseñada para descargar un máximo de 12 millones de toneladas al año, atiende hasta 17 millones de toneladas tras sucesivas mejoras en sus instalaciones.

En 2011 finalizaron las obras de ampliación del puerto, con un nuevo dique de abrigo de 3.834 metros–todo un reto para la ingeniería portuaria española– a cuyo abrigo se han generado 145 hectáreas de superficie terrestre y 140 hectáreas de agua abrigada, lo cual prácticamente duplica las dimensiones del puerto existente.

nales de 1930, en la segunda alineación de la Estación Marítima entró en servicio un nuevo cargadero, el denominado Parque de Carbones, que ayudaría a acortar las largas estadías de los vapores carboneros y por el que se llegaría a cargar hasta el 25 % de todo el carbón salido desde el puerto.

Las obras del dique Norte finalizaron en 1930, 36 años después de su inicio y 38 años después de su primera adjudicación. En este periodo ocurrieron numerosos percances, averías y accidentes –entre ellos la muerte de Olano- debido a los temporales invernales y a la explotación de la cantera de Torres para obtener materiales para las obras. ■

MUSEO DEL FERROCARRIL



www.museodelferrocarril.org

MUSEO DEL FERROCARRIL
Fundación de los Ferrocarriles Españoles

Paseo de las Delicias, 61
28045 Madrid



Índice temático de la revista Fomento

2012

AEROPUERTOS

Balance de pasajeros en los aeropuertos de Aena en 2011
DESPEGUE DE CIFRAS
Nº 615. Pág. 16

Plan de eficiencia aeroportuaria
DINÁMICOS Y ADAPTADOS
Nº 620. Pág. 24

En servicio la segunda pista del aeropuerto de Málaga
CRECIMIENTO OPERATIVO
Nº 620. Pág. 34

Implantación de la ficha electrónica de progresión de vuelo en la torre de control de Málaga
MÁS MEMORIA, MEJOR GESTIÓN
Nº 621. Pág.46

ARQUITECTURA

Tricentenario de la Biblioteca Nacional
EL LUGAR QUE OCUPA EL SABER
Nº 614. Pág. 38

Jardines verticales y consumo energético de edificios
NO SOLO DE ADORNO
Nº 615. Pág. 32

VIII Bienal Iberoamericana de Arquitectura y Urbanismo
COMPARTIR SOLUCIONES
Nº 618. Pág. 40

AVIACIÓN

Vuelo internacional del primer avión propulsado por energía solar
SOLO CON SOL
Nº 613. Pág. 54

El auge del tráfico aéreo revolucionará la industria aeronáutica y la gestión del tráfico
EFICIENCIA OBLIGADA
Nº 616. Pág. 36

España y Portugal avanzan hacia la constitución del bloque suroccidental del Cielo Único de la UE
COMPROMETIDOS CON UN RETO
Nº 617. Pág. 30

Observatorio de la Sostenibilidad en Aviación
UN FARO PARA EL SECTOR
Nº 622. Pág. 28

CARRETERAS

En ejecución la fase IV de la circunvalación de Las Palmas de Gran Canarias (GC-3), con el viaducto más alto de la isla
POR UN ACCIDENTADO RELIEVE
Nº 613. Pág. 12

Fomento destina 432,1 M€ a la conservación y explotación de carreteras del Estado
RECUPERANDO FIRME
Nº 614. Pág. 10

Nuevo tramo Navia-Tapia de Casariego de la autovía del Cantábrico (A-8)
POR EL OCCIDENTE ASTURIANO
Nº 614. Pág. 20

Entra en servicio la conexión Suroeste de Murcia (MU-31)
ENLACE DE AUTOVÍAS
Nº 615. Pág.10

En servicio el tramo Salas-La Espina (1ª calzada) de la autovía A-63 en Asturias
MEJORA DE COMUNICACIONES
Nº 616. Pág.16

Variante de Ferreries en Menorca
UN ANTES Y UN DESPUÉS
Nº 617. Pág. 24

Nueva variante de Despeñaperros en la autovía del Sur (A-4)
CAPACIDAD, SEGURIDAD Y RAPIDEZ
Nº 618. Pág. 2

Nuevo tramo Rosselló-Almenar de la autovía A-14 en Lleida
POR TIERRAS DEL SEGRIÁ
Nº 618. Pág. 22

En servicio siete nuevos tramos de autovía y un gran enlace
INYECCIÓN DE MOVILIDAD
Nº 620. Pág. 2

Nuevo tramo Sabiñánigo-Fiscal de la carretera N-260 en Huesca
PARA EVITAR RODEOS
Nº 620. Pág. 28

En servicio la totalidad de la ronda de la bahía de Santander (S-30)
CIRCUNVALACIÓN ESTRATÉGICA
Nº 621. Pág.38

En servicio el subtramo Llanes-San Roque de la autovía del Cantábrico (A-8)
OTRO PASO ADELANTE
Nº 622. Pág. 12

Puente Villarente-León, primeros kilómetros en servicio de la nueva autovía
EN MARCHA LA A-60
Nº 622. Pág. 18

El tramo Torrijos-Toledo de la A-40 permite la conexión por autovía entre ambas ciudades
TOLEDO Y TALAVERA, MÁS CERCA
Nº 623. Pág. 2

En servicio el tramo Ibros-Úbeda de la autovía A-32 en Jaén
DOBLE CALZADA ENTRE OLIVARES
Nº 623. Pág. 10

Nuevo tramo del tercer carril en el Aljarafe sevillano
LA A-49 GANA CAPACIDAD
Nº 623. Pág. 22

CARTOGRAFÍA

El Mapa Topográfico Nacional incorpora datos del sistema de información de ocupación del suelo
ORIENTANDO LA CARTOGRAFÍA AL USUARIO
Nº 618. Pág. 16

Nuevos mapas y DVD interactivos de los Parques Nacionales
PASEO VIRTUAL POR LO MEJOR DE LA NATURALEZA
Nº 620. Pág. 44

EXPOSICIONES

'Arquitectura española 1975-2010. +35 años construyendo en democracia'
EL POSO DEL TIEMPO
Nº 614. Pág. 46

FERROCARRIL

Nueva conexión Ourense-Santiago-A Coruña de alta velocidad
DE SUR A NORTE EN APENAS UNA HORA
Nº 613. Pág. 4

La línea C-2 amplía la red de Cercanías sevillana
CERRANDO EL ANILLO
Nº 613. Pág. 20

Nueva estación de Logroño
TERMINAL PARA EL SIGLO XXI
Nº 613. Pág. 26
Duplicación de vías Atocha-Torrejón de Velasco para afrontar las futuras líneas AVE a Levante
LA NUEVA PUERTA DEL SUR
Nº 614. Pág. 2

Primera línea de alta velocidad saudí, con presencia de empresas españolas
EL AVE DEL DESIERTO
Nº 614. Pág. 16

El tramo de alta velocidad Albacete-Alicante, en ejecución avanzada
HACIA EL MEDITERRÁNEO
Nº 615. Pág. 2

La línea C4 de Cercanías de Madrid, pionera en el sistema Ertms
TRENES RIGUROSAMENTE VIGILADOS
Nº 615. Pág. 22

Adif actualiza su ´declaración sobre la red' para el periodo 2012-13
INFORMACIÓN DE SUMA UTILIDAD
Nº 615. Pág. 26

Cercanías de Zaragoza estrena su estación más céntrica
REFERENTE DE MOVILIDAD
Nº 616. Pág. 22

Fase final de la obra de plataforma de la variante ferroviaria
RECTA FINAL EN PAJARES
Nº 617. Pág. 16

El tren Al Andalus vuelve a surcar Andalucía
UN TREN DE LUJO
Nº 617. Pág. 36

En servicio el Talgo dual S 730
TODOTERRENO SOBRE RAÍLES
Nº 618. Pág. 10

Ahorro energético del transporte ferroviario de Renfe
ALTA RENTABILIDAD
Nº 620. Pág. 38

150º aniversario del ferrocarril Madrid-Irún
LA CONQUISTA DE LA FRONTERA
Nº 621. Pág.56

Últimas actuaciones en el tramo de alta velocidad Barcelona-Figueres
CASI A PUNTO
Nº 622. Pág. 2

Presentación del tren de muy alta velocidad Avril
MÁS RÁPIDO, MÁS CAPAZ
Nº 622. Pág. 40

GEOGRAFÍA

Las fuentes saladas del Solsonés
ORO BLANCO PIRENAICO
Nº 615. Pág. 38

Índice temático de la revista Fomento 2012

HISTORIA

La Séquia de Manresa, obra hidráulica de la ingeniería medieval
EL CANAL DE LA MISTERIOSA LUZ
Nº 613. Pág. 60

Llega a la red la colección de maquetas del museo virtual del Cedex
UN LEGADO EN CASA
Nº 616. Pág. 30

Exposición de la historia de la carta en España
EN LA HORA DEL ADIÓS, HASTA SIEMPRE
Nº 617. Pág. 50

Un atlas traza las vías históricas de Europa y América
LOS CAMINOS DEL MUNDO
Nº 618. Pág. 46

Central hidroeléctrica de Seira (Huesca)
Y EL AGUA HIZO LA LUZ
Nº 622. Pág. 50

Del tranvía al metro, 150 años de historia
EL VIAJE CONTINÚA
Nº 623. Pág. 30

Homenaje de El Musel al ingeniero Olano, fallecido en el temporal de 1912
MÁS ALLÁ DEL VALOR
Nº 623. Pág. 42

I+D+i

Experiencias con materiales compuestos basados en polímeros como alternativa al hormigón
PUENTES DE PLÁSTICO
Nº 614. Pág. 32

Aprovechamiento de la energía de los trenes para cargar coches eléctricos
UNA ESTACIÓN PARA PONERSE LAS PILAS
Nº 618. Pág. 36

Nuevos satélites en órbita del sistema Galileo
PASO DECISIVO
Nº 622. Pág. 22

«Trenes de carretera»
CONDUCCIÓN AUTÓNOMA EN GRUPO
Nº 622. Pág. 44

INGENIERÍA

Nuevo puente atirantado de Talavera de la Reina
EL MÁS ESBELTO
Nº 613. Pág. 40

Exposición 'Puentes arco en España'
CONECTANDO ORILLAS
Nº 617. Pág. 42

Juan Antonio Villar Mir, Premio Nacional de Ingeniería 2012
UN TALENTO A PRUEBA DE CRISIS
Nº 623. Pág. 16

MARINA MERCANTE

Salvamento Marítimo pone a prueba sus efectivos en Galicia
EXAMEN EN LA RÍA
Nº 618. Pág. 30

Sasemar extrae el hidrocarburo de un petrolero hundido en 1937
OPERACIÓN DE LIMPIEZA SUBMARINA
Nº 622. Pág. 34

Rescate de dos buques varados en la playa de El Saler
SOS EN LA ARENA
Nº 623. Pág. 26

PITVI 2012-1024

Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI)
UNA NUEVA PLANIFICACIÓN
Nº 621. Pág.10

PRESUPUESTOS

Los presupuestos del Grupo Fomento destinarán a inversión 11.928 M€ en 2012
INCREMENTAR LA EFICACIA
Nº 616. Pág. 2

Los presupuestos del Grupo Fomento destinarán a inversión 10.161 M€ en 2013
GANAR RENTABILIDAD
Nº 621. Pág. 2

PUERTOS

Terminal agroalimentaria del puerto de Santander
TECNOLOGÍA PUNTA EN RAOS
Nº 613. Pág. 48

Evolución del tráfico portuario en 2011
RECUPERANDO EL CRECIMIENTO PERDIDO
Nº 616. Pág. 10

Obras de abrigo de la ampliación del puerto de Valencia
EL PRIMER PASO
Nº 617. Pág. 8

Nueva terminal ferroviaria y accesos del puerto Bahía de Algeciras
UN PUENTE CON EUROPA
Nº 620. Pág. 18

El puerto exterior de A Coruña estrena operatividad tras siete años de obras
LANGOSTEIRA ECHA A ANDAR
Nº 621. Pág. 24

TRANSPORTES

Reforma de la Ley de Ordenación del Transporte Terrestre
COMPETITIVIDAD CON GARANTÍAS
Nº 618. Pág. 26

URBANISMO

Vitoria-Gasteiz, capital medioambiental europea 2012
COMPROMISO VERDE
Nº 620. Pág. 48

Las TIC abren un nuevo futuro a las metrópolis
LA INTELIGENCIA URBANA SE HACE
Nº 623. Pág. 36

VÍAS VERDES

Molinos de agua
EL FERROCARRIL DEL TINTO
Nº 613. Pág. 66

Tajuña
EL TREN DEL AZÚCAR
Nº 614. Pág. 52

Ojos Negros
EL TREN QUE HIZO CIUDAD
Nº 615. Pág. 44

Eo
UN TREN EN TIEMPOS REVUELTOS
Nº 616. Pág. 42

VIVIENDA

Proyecto de balance energético cero para edificios
CONSUMIR SOLO LO PRODUCIDO
Nº 613. Pág. 32

Anteproyecto de ley de medidas de flexibilización y fomento del alquiler
MENOS RIGIDEZ, MÁS POSIBILIDADES
Nº 617. Pág. 2

II edición de Solar Decthlon Europe
PURA ENERGÍA
Nº 621. Pág.50

NÚMERO EXTRAORDINARIO

Transcantábrico Clásico
EL TREN PIONERO
Nº 619. Pág. 4

Transcantábrico Gran Lujo
EXCLUSIVIDAD SOBRE RAÍLES
Nº 619. Pág. 10

Tren Al Andalus
UN VIAJE MONUMENTAL
Nº 619. Pág. 16

Expreso de La Robla
NOSTALGIAS A BORDO DEL HULLERO
Nº 619. Pág. 22

Trenes turísticos del norte
VIAJES POR MAR Y MONTAÑA
Nº 619. Pág. 28

Ferrocarril de Núria
EL TREN DE LAS NUBES
Nº 619. Pág. 36

Tren cremallera de Montserrat
EL TREN DE LA MONTAÑA SAGRADA
Nº 619. Pág. 42

Tren de los lagos
UN VIAJE DE VÉRTIGO
Nº 619. Pág. 48

Ferrocarril del Alto Llobregat
EL TREN DEL CEMENTO
Nº 619. Pág. 54

Ferrocarril de Sóller
LA EXCEPCIÓN INSULAR
Nº 619. Pág. 60

Trenes Turísticos de Madrid
HISTORIA EN LAS VÍAS
Nº 619. Pág. 70

Tren turístico del Urola
VAPOR EN EL VALLE
Nº 619. Pág. 78

Ferrocarril Turístico Minero de Riotinto
EL TREN DE LAS MINAS
Nº 619. Pág. 82

Revista del Ministerio de

Fomento

SEGUNDA EDICIÓN



Ingeniería, Cartografía y Navegación en la España del Siglo de Oro

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO



Tiempo de Don Quijote

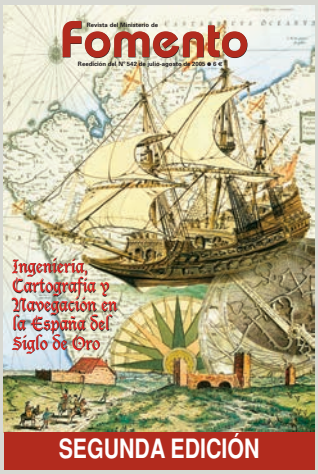
Conmemoramos hace ya siete años el cuarto centenario de la primera publicación de la obra más universal de nuestra literatura. Lejos de agravarla de achaques, el paso de los siglos no parece sino enriquecer vez tras vez el rebosante caudal de su poderosa capacidad sugestiva, su inagotable vigencia, esa cercanía que nos pone en tratos de amena amistad con las grandes cuestiones y dilemas que habitan en la conciencia del hombre moderno.

Aunque de sobra conocido, no está de más traer aquí un apretado esbozo de la obra. Abrumado por la llegada de la vejez y la monótona y mediocre existencia que le depara el cuidado de su hacienda, cautivo del severo orden doméstico impuesto por un ama y sobrina malhumoradas –no menos que del tedio provinciano encarnado en un cura y barbero tan vigilantes del buen orden como entrometidos–, nuestro Ingenioso Hidalgo decide escapar del gris destino que la vida le tiene trazado. Se lanza entonces a los caminos a restaurar los ideales de una gloriosa edad dorada que acaso sólo es el poso soñado de sus lecturas más ávidas e insomnes, en contra de un tiempo que ha relegado a los héroes e incluso hasta su recuerdo, y en el que ya también la épica ha sucumbido a la técnica. El tamaño de su empresa anticipa la desmesura de sus derrotas. Y de su locura. Pero igualmente las de su libertad y rebeldía, y acaso también el triunfo ulterior de sus buenas causas, deudoras en tantos aspectos de las grandes utopías de los pensadores renacentistas (Tomás Moro, Erasmo, Giordano Bruno…): el derecho del individuo a conquistar su propio destino –"la suerte es hija del alma", sentencia Pico della Mirandola, "la diligencia es la madre de la buena ventura", le aconseja Don Quijote a Sancho"–; la erradicación de la pobreza como condición previa de la justicia y paz universales; la libertad de pensamiento; la ruptura de las cadenas que ponen la razón al servicio de interpretaciones teosóficas en lugar de al conocimiento; la lícita aspiración, en definitiva, a alcanzar la felicidad en la tierra, el goce de los dones de la naturaleza y la belleza.



El tiempo de Don Quijote, el de Cervantes, es un tiempo de encarnizadas guerras, alentadas en buena medida por incipientes monopolios mercantiles que incrustan sus intereses en unos estados a la búsqueda de su identidad por la confrontación con otros estados. Es un tiempo en que la debilidad de los viejos dogmas sostiene su defensa con el espanto de la hoguera. Pero es también el tiempo de los grandes descubrimientos; la edad en que el conocimiento, con ayuda de la imprenta, inicia su globalización, ese término tan de hoy. Es, en definitiva, un tiempo de grandes innovaciones técnicas, de creación de ingenios que, aplicados a la industria, la construcción o la navegación, abocan a profundas crisis sociales pero también a nuevos umbrales de bienestar y progreso. A estos últimos aspectos hemos dedicado en esta ocasión nuestro número monográfico. Sólo resta expresar nuestro agradecimiento a las instituciones y personas que nos han ayudado a hacerlo posible, y muy en especial a Isabel Ortega, en la Biblioteca Nacional, y a Carmen García Frías, en Patrimonio Nacional, que guiaron siempre con acierto nuestro rumbo en un legado tan ignoto como ingente. ■

ANTONIO RECUERO



SEGUNDA EDICIÓN

Director de la Revista:
Antonio Recuero

Edición: Javier R. Ventosa.
Maquetación: J. A. Laiz.
Secretaria de redacción: Ana Herráiz.
Fotografía: José Caballero.
Archivo fotográfico: Juan Santiso.
Portada: Antonio Aragüez.
Elaboración página web:
www.fomento.gob.es/publicaciones.
Concepción Tejedor.
Colaboran en este número:
Soledad Búrdalo, Luis Guijarro, Mª del Carmen Heredia Campos, Pepa Martín, Gaspar Martínez Lorente, Mª del Mar Merino, Pedro Navarro Moreno, José I. Rodríguez, Javier Rubiato, Raquel Santos y Beatriz Terribas.

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

Información de publicaciones del Ministerio de Fomento: 915 976 449 / 78.
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
ISBN: 978-84-498-0924-8.
ISSN: 1577-4589
NIPO: 161-12-131-9
Dep. Legal: M-37717-2012
Imprime: Seg COLOR

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

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

Esta revista se imprime en papel con un 60% de fibra reciclada postconsumo y un 40% de fibras vírgenes FSC.

SUMARIO

4 El esplendor y la audacia inventiva de las obras hidráulicas en la España del 'Quijote'
Gigantes del ingenio

22 Viejas calzadas romanas y cañadas ganaderas configuraban la red caminera peninsular
De polvo y barro

40 La carestía de puentes en el Siglo de Oro contrastó con la construcción de algunos de indudable valor
Luces y sombras en el camino

55 Los fundamentos del servicio postal moderno
El correo en tiempos del 'Quijote'



72 España extendió por el Nuevo Mundo un modelo urbanístico basado en la cuadrícula

La ciudad ordenada

88 El monopolio del comercio con América y las guerras de los Austrias moldearon los puertos españoles

Baluartes costeros

106 La Casa de la Contratación de Sevilla centralizó el tráfico con las Indias y sentó las bases del arte de navegar

Emporio colonial, escuela de navegantes intrépidos

122 Los navegantes españoles ampliaron horizontes geográficos y científicos en sus viajes por América y Asia

Los límites del mundo

135 Comercio y guerras fomentaron la construcción abundante de buques

La era del galerón

150 Los descubrimientos geográficos de los siglos XVI y XVII abrieron la era de la cartografía

La nueva cara del orbe

164 Copérnico, Galileo y Newton sentaron las bases de la moderna astronomía

Una nueva idea del Universo

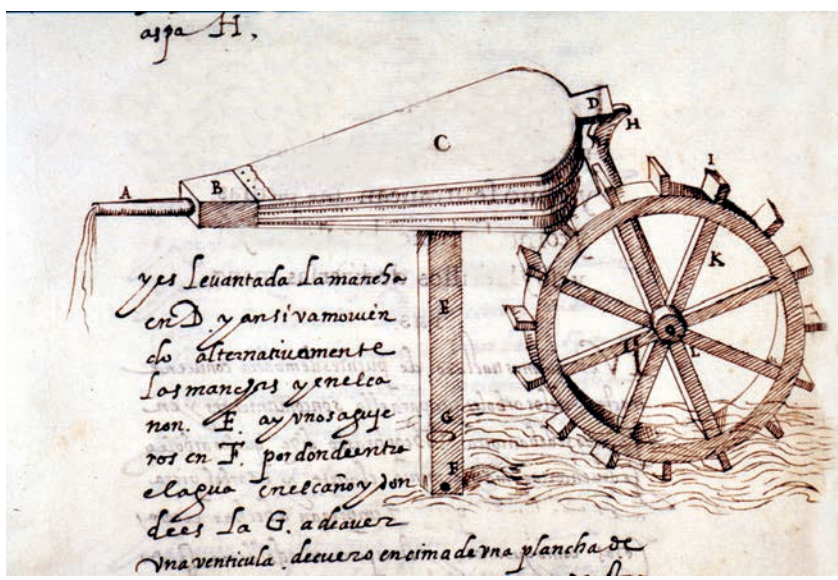


El esplendor y la audacia inventiva de las obras hidráulicas en la España del 'Quijote'

Gigantes del ingenio

SOLEDAD BÚRDALO

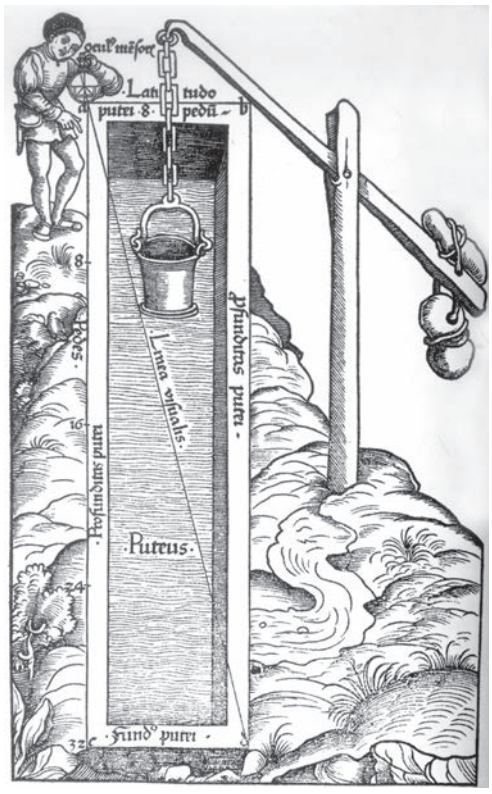
Presas, acueductos, canales, aljibes, molinos… las obras hidráulicas españolas conocieron en la época del 'Quijote' un inusitado desarrollo y esplendor, destacando la audacia inventiva de arquitectos, ingenieros y técnicos. Las presas de Tibi o de Almansa, el acueducto de Los Arcos, el "artificio de Juanelo", los trabajos hidráulicos en el Tajo, la mina de Daroca, el viaje de las Arcas Reales o los molinos de regolfo, son ejemplos de esta gigantesca explosión de ingeniería.



Página izquierda, presa de Almansa (1587), la de mayor capacidad de embalse de la época. Debajo, artilugio hidráulico de 'Los veintiún libros de los ingenios y las máquinas', de 1570. Biblioteca Nacional. Página derecha, paisaje con presa y molino. Anónimo flamenco. PN. Debajo, artilugio para elevar agua. Grabado de 'Institutionum geometricarum' (1534), de Alberto Durero. Biblioteca Nacional.



Al igual que en otros campos de la cultura científica y técnica española de la época, la segunda mitad del siglo XVI y comienzos del XVII supuso un notable desarrollo de las artes hidráulicas. Y no sólo por el abultado número de presas, azudes, canales, acequias, acueductos y fuentes que se llevaron a cabo en este periodo, sino, sobre todo, por la importante carga innovadora de sus realizaciones más brillantes. El XVI fue el siglo de la monumental y revolucionaria presa de Tibi (Alicante), que ostentó el récord mundial de altura durante más de doscientos años, y junto con la de Almansa (Albacete), precursoras de las primeras presas de bóveda del mundo. Y del "artificio de Juanelo", máquina para el abastecimiento de Toledo, que permitió elevar el agua del Tajo hasta el Alcázar, a 90 metros de altura, toda una proeza de la técnica hidráulica jamás lograda hasta entonces. Un fecundo periodo, en fin, que alumbró *Los veintiún libros de los ingenios y las máquinas*, el tratado de ingeniería hidráulica de mayor importancia de la Europa de la época y compendio de la sabiduría española en la materia.



Los artífices de estas obras fueron un excepcional plantel de arquitectos e ingenieros españoles y extranjeros, principalmente italianos, que pusieron sus conocimientos teóricos y prácticos al servicio de la Corona española. Figuras como Juan Bautista de Toledo, Juan de Herrera, Pedro Juan de Lastanosa, Jerónimo Gili, Benito de Morales, Juanelo Turriano, los Antonelli, o Juan Francisco Sitoni, por citar sólo las más renombradas, situaron la hidráulica española



Derecha, ilustraciones con trabajos de extracción de minerales, en canterías, de fundiciones y labores en el campo, de la obra 'De re metallica' (1561). Biblioteca Nacional. Debajo, restos del Real Ingenio de la Moneda de Segovia, primera ceca mecanizada de España (1583).



entre las más avanzadas del mundo. Sin olvidar la destacada participación de una larga nómina de hábiles constructores y maestros locales, como Pere Izquierdo, Pedro de Aguirre, Juanes del Temple o Sancho Cabrera, que dejaron testimonio de su buen hacer en numerosas obras.

Necesidad de agua

Buena parte de los proyectos hidráulicos abordados en la segunda mitad del XVI y comienzos del XVII nacieron para satisfacer las crecientes necesidades de agua del cultivo en regadío, que en estos años recibe un impulso significativo, principalmente en la cuenca del Ebro y Levante. Precisamente en tierras alicantinas se levanta uno de los hitos de la ingeniería española renacentista, la presa de Tibi, que con sus 42,7 metros de altura se convirtió en la más importante del mundo, no siendo superada hasta la construcción de los grandes reservorios de la Ilustración. Catorce años se tardó en levantar esta audaz y original fábrica, que permitió nuevos regadíos, convirtiéndose desde entonces en una pieza clave en el desarrollo económico de la huerta de Alicante.

La idea de su construcción partió de dos vecinos de Mutxamel, Miguel Alcázar y Pere Izquierdo, que propusieron represar las aguas del río Montnegre, alzando un muro en la garganta formada por los montes Mos del Bou y La Cresta, en el término de Ibi. Las obras comenzaron en 1580, pero pronto se paralizan por la falta de recursos, cuando sólo se llevaban alzados seis metros de pared. Los trabajos se reanudaron nueve años después, y hasta su culminación en 1594 se suceden las modificaciones, planos, infor-



Escenas de mediciones, utilización de cuadrantes, escuadras, etc, de distintos capítulos de la obra 'Quadrante geometrico libellus' (1594), del alemán Sibmacher. Biblioteca Nacional.

mes, consultas e inspecciones, en los que intervienen los más eminentes arquitectos e ingenieros de la Corona: Juan Bautista Antonellí, Cristóbal Antonelli, Jorge Palearo Fratin, Juan de Herrera… Un complicado proceso que da idea de la dificultad y envergadura de la empresa para la época.

La presa, cuya construcción dirigió Cristóbal Antonelli, se levanta en una excepcional "cerrada" –angostura del cauce de un río- entre dos farallones rocosos casi verticales, que proporcionan buen asiento a los estribos. La anchura de la cerrada a la altura del cauce es de tan sólo 9 metros, lo que permite construir muros de menor longitud y mayor altura. Su innovadora planta curva –un arco de 65 metros de longitud en coronación, con radio de 107–, junto al perfil ataluzado del muro situado aguas abajo, supuso una renovación técnica fundamental, marcando el inicio de las modernas presas de arco.

La obra, con núcleo de mampostería y paramentos formados por gruesos sillares labrados, disponía de un modélico sistema hidráulico compuesto de toma de agua a dife-

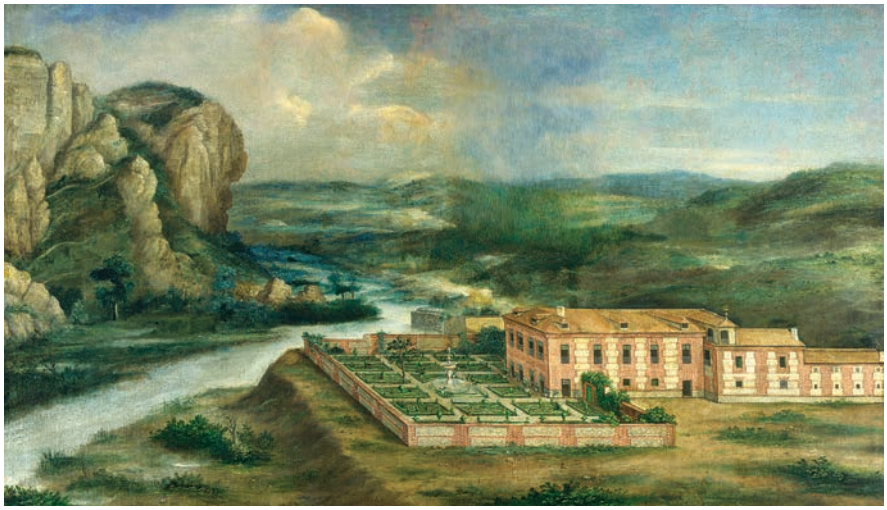




Foto superior, Casa de la Ceca entre Aranjuez y Toledo. Óleo de Giuseppe Leonardo. Patrimonio Nacional. Sobre estas líneas, el mar de Ontígola, que bajo Felipe II se convirtió, tras la construcción de una presa, en un estanque recreativo para disfrute de la Corte de Aranjuez. Foto Caballero.

mulación de sedimentos, esta joya de la ingeniería histórica española aún se mantiene en uso gracias a su esmerada ejecución.

Presa pionera

Coetánea y próxima a la de Tibi, la presa de Almansa (Albacete) es otra muestra pionera del tipo gravedad-arco, aunque de menor altura (22 metros) y con la pared de aguas abajo más escalonada. Situada a 3,5 kilómetros de la ciudad, en el río Belén Grande, se levantó en 1587, y en su traza intervinieron Pedro de Aguirre y Juanes del Temple. Maestro este último que figura también como autor del rentes alturas –mediante un pozo vertical y una serie de orificios o aspilleras–, aliviadero de superficie, y una original e innovadora galería de desagüe de fondo o "desarenador", para la limpia periódica de los acarreos depositados en el fondo de la presa. Este dispositivo consiste en un túnel de 1,8 por 2,70 metros, que se ensancha hasta llegar a 4 por 5,85 en la boca de salida, para favorecer el arrastre de los lodos acumulados. Su cierre se realizaba mediante dos puertas de madera, portón y contraportón, y puntales de gruesos maderos calafateados.

Con una capacidad de entre 4 y 5,4 millones de metros cúbicos –la máxima entre los embalses de la época–, el gigantesco reservorio sufrió una grave rotura en 1679 que lo dejó inservible hasta su definitiva reparación en 1738. Y aunque notablemente disminuida su capacidad de embalse por la acu-

Real Sitio de Aranjuez

De la mano de los mejores arquitectos e ingenieros, el Real Sitio de Aranjuez se convirtió, durante el reinado de Felipe II, en un sorprendente laboratorio de experiencias hidráulicas. Había que transformar un entorno hídrico pródigo pero hostil –sometido a avenidas y estiajes que convertían el lugar en un insalubre y cenagoso pantanal– en esa porción de "naturaleza urbanizada", tan del gusto del "rey prudente". Acequias, canales navegables, diques, estanques, lagunas, presas y surtidores fueron el soporte hidráulico indispensable para dar vida a un complejo universo ajardinado de estética renacentista, reflejo del nuevo ideal humanista de relación entre el hombre y la naturaleza.

Dentro de la red de sitios reales, el de Aranjuez ocupa un lugar destacado. Esta vega, bañada por los ríos Jarama y Tajo, ya fue elegida como tierra de descanso por los Reyes Católicos. Las sucesivas coronas tomaron el relevo y fueron dejando huella de su interés por el lugar. Durante el reinado de Carlos V se realizaron algunas obras para el riego de jardines y huertas –la presa de El Embocador y los dos canales que arrancan de ella, el de la Azuda y el de las Aves–, preludio de los trabajos hidráulicos que llevaría a cabo Felipe II para



Izquierda, construcción del monasterio de El Escorial, según Luca Giordano. El gran monumento de Felipe II se levantó siguiendo las trazas de Juan de Herrera (debajo), quien también participó en varias obras hidráulicas de la época. Ambos PN.

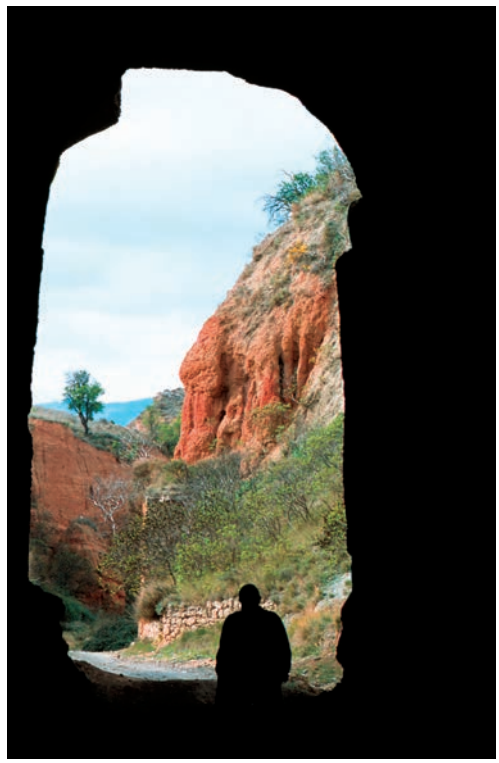


proyecto de la presa de Elche, otra excepcional aportación que supuso un gran avance en la línea iniciada en Tibi y Almansa, y que denota el perfeccionamiento hidráulico en este periodo. Aunque el proyecto se aprobó en 1590, las obras no comenzaron hasta cuarenta años después, finalizando su construcción hacia 1640. Es considerada por algunos autores como la primera presa del mundo del tipo bóveda. Y es que su sorprendente esbeltez– 23 metros de altura, y un espesor de sólo 9 metros en coronación y 12 en cimientos- no hubiera sido posible sin la curvatura de su arco en planta, de 62 metros de radio.

Junto al arco, otro novedoso sistema constructivo empleado en la época es el de contrafuertes. Esta tipología arraigó con especial fortuna en Extremadura, que conserva los mejores ejemplares de presas de contrafuertes. Como dato curioso, la mayoría de estos embalses o "albuheras" extremeñas no se idearon para el riego, sino para proporcionar la fuerza motriz necesaria para la molienda de trigo y otros cereales. Destaca la albuhera de San Jorge, próxima a Trujillo (Cáceres) –de 145 metros de longitud y 11 de altura, con seis contra-

convertir los jardines de Aranjuez entre los mejores de la Corona. Entre las obras que jalonan esta empresa destaca un estanque recreativo, conocido como "la mar de Ontígola". Los arquitectos e ingenieros Juan Bautista de Toledo, Jerónimo Gili y Juan de Herrera fueron sus artífices. Se trata de una antigua charca natural recrecida con una singular presa de contrafuertes. La presa original –levantada en 1573 sobre el arroyo Ontígola, a unos 3 km de su desembocadura en el Tajo– presentaba una peculiar geometría, consistente en dos muros de sillería que contenían entre ellos un relleno de tierras. Un diseño que se modificaría después, tras los problemas de inestabilidad que sufrió la estructura, y que provocaron el derrumbe de los dos muros. De esta forma se añadieron seis gruesos contrafuertes en el muro de aguas abajo y otros diez estribos en el de aguas arriba. El reservorio, con más de 400.000 m³ de capacidad, contenía islas artificiales y cenadores, en los que cisnes y peces hacían las delicias de sus visitantes. Un marco acuático que se empleaba como centro de espectáculos. No menos importantes fue el acondicionamiento para la navegación de un tramo del Tajo a su paso por las inmediaciones del palacio –obra que exigió la construcción de diques, empalizadas, esclusas y compuertas–, que la familia real y sus invitados utilizaban para paseos en barcazas de primorosa decoración.





Dos instantáneas de la mina de Daroca, construida en la segunda mitad del XVI para evitar las avenidas de agua en la calle principal de esta ciudad aragonesa. Fotos Ayuntamiento de Daroca.

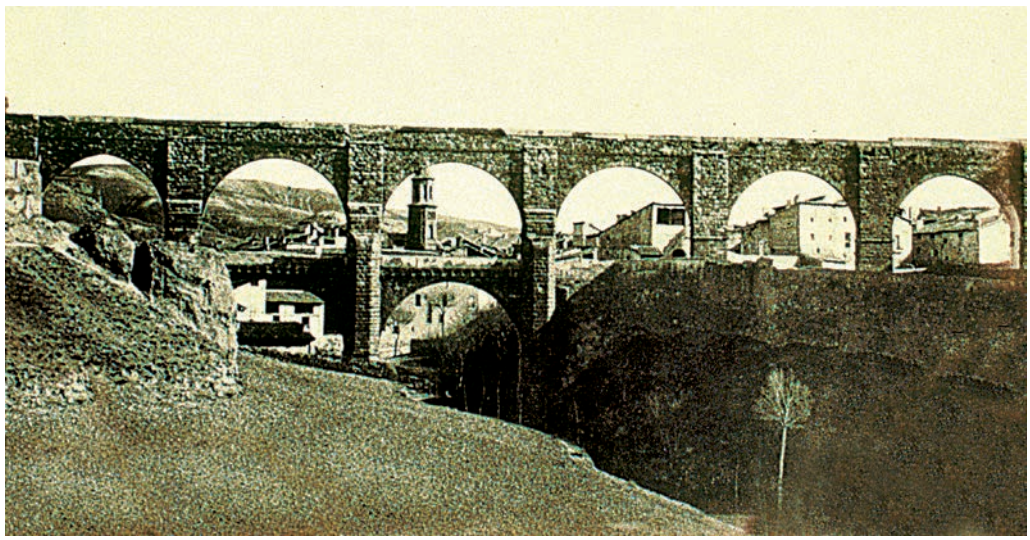
Mina de Daroca

Aunque poco conocida, la mina de Daroca es una de las joyas de la ingeniería española de la segunda mitad del XVI. Se trata de un gran túnel construido para defender a la ciudad aragonesa de las inundaciones que asolaban su calle Mayor. Debido a su localización en el fondo de un barranco, la principal arteria urbana se transformaba en épocas de tormentas en un auténtico río que anegaba todo lo que encontraba a su paso, provocando graves pérdidas a los vecinos y comerciantes. Para evitar estos cíclicos desastres, el concejo darocense se planteó construir una obra de ingeniería consistente en la excavación de una galería bajo uno de los montes que rodean la villa, que recogiera las avenidas y la condujera al río Jiloca, sin atravesar la ciudad. El arquitecto e ingeniero francés Pierres Vedel se encargó de llevar a cabo esta empresa. La perforación del túnel llevó cinco años de trabajos, de 1555 a 1560. La galería alcanzó una longitud de casi 600 metros, con una sección de 6 metros de anchura y entre 7 y 8 de altura. El interior del túnel está en su mayor parte sin revestir, aunque los tramos más sensibles se reforzaron con arcos de sillería para evitar desplomes. Las dos entradas también se remataron con portadas de sillería. Entre las construcciones auxiliares destacaba un largo dique o "barbacana" de cantería, de 300 metros, situado a la entrada de la mina, que contenía las aguas procedentes del barranco y las encauzaba hacia la galería. Este monumento hidráulico, que aún se mantiene en aceptable estado de conservación, fue una de las mayores obras de ingeniería de la época y también de las más admiradas.

fuertes–, con un singular sistema de molinos, uno adosado a la presa y otros dos más abajo, enlazados entre sí por un canal. Su construcción, finalizada en 1577, es obra de los maestros Sancho Cabrera y Francisco Becerra. Este último proyectó igualmente la albuhera de Casillas II, en Valdefuentes (Cáceres), de similares características.

Acequias y canales

Con el mismo propósito de atender las zonas regables se abordaron trabajos de mejora y ampliación de la vieja red de acequias medievales, así como de apertura de nuevas canalizaciones. Entre éstas destaca la Acequia Imperial de Aragón, diseñada para regar una enorme extensión de tierras entre Tudela y el río Jalón, en la margen derecha del Ebro. Después de diversas tentativas, Carlos V autorizó su construcción en 1528, con proyecto de Gil de Morlanes. Las obras avanzan hasta medida la centuria, y se construye la presa de El Bocal, la casa de compuertas –hoy Palacio de Carlos V–, y un tramo de acequia hasta Pinsaque. La presa, de la que apenas quedan restos, era un azud de derivación situado oblicuamente al cauce, de 338 metros de recorrido y 3,5 de altura, situado en Fontelles, aguas abajo de Tudela (Na-



Izda., acueducto-viaducto de Teruel, construido entre 1537 y 1580 para abastecer de aguas a la ciudad. BN. Debajo, dibujos de cubos y medidores de 'Los veintiún libros...'. BN.

varra). Ya en tiempos de Felipe II, quien había ordenado al ingeniero milanés Sitoni el reconocimiento de las obras, se llevó a cabo la ejecución de un triple sifón de sillería bajo el cauce del Jalón, con el fin de salvar el escollo que representaba el río. A partir de entonces la acequia languidece hasta que en el siglo XVIII, de la mano de la nueva dinastía borbónica, se retoma e impulsa el proyecto, incorporando al mismo un nuevo uso: la navegación. Así, la vieja acequia renacentista se transforma en el Canal Imperial de Aragón, una de las obras de ingeniería más emblemáticas de la Ilustración.

También en territorio aragonés se impulsó el canal de Tauste para regar las tierras de la margen derecha del Ebro. Y en Castilla, el canal de Colmenar de Oreja (Madrid), otra notable obra de ingeniería para riego que convocó a un selecto plantel de técnicos. La acequia, que deriva aguas del río Tajo por su margen derecha, surge inicialmente en 1530 como una iniciativa del municipio. Pero al no poder afrontar los gastos de la conducción, se solicita ayuda real para terminar las obras. Fue Sitoni el encargado de la puesta en marcha de las obras, pero sus errores de nivelación motivaron controversias técnicas y la intervención de los más destacados especialistas del momento: Juan de Herrera, Juanelo Turriano, el ingeniero-ermitaño Ambrosio Mariano Azaro, Benito de Morales, Juan de Castro, Francisco Montalbán y Jerónimo Gili, que la acabó en 1581.

Presas, canales y obras de abastecimiento a las ciudades fueron las principales actuaciones hidráulicas en España en el tránsito entre los siglos XVI y XVII



Abastecimiento de poblaciones

No menos brillantes fueron los logros en el terreno del abastecimiento de poblaciones, cuestión a la que los poderes públicos, en particular los concejos, fueron muy sensibles. Hay que tener presente que el aumento demográfico y el desarrollo urbano de la época acrecentaron notablemente la demanda de agua. Fueron muchos los municipios que empezaron a





Virgula A. Fossa B.

Attamen uenam dilatatam raro labor hominum aperit, sed plerumq; uis aliqua, interdum uero uenæ profundæ puteus aut cuniculus. Venæ autem inuentæ

Izda., molino de rodezno con todas sus piezas, grabado de 'Los veintiún libros...'. BN. Derecha, zahoríes en busca de agua. BN.

'Los veintiún libros de los ingenios y las máquinas'

El manuscrito anónimo conocido como 'Los veintiún libros de los ingenios y las máquinas' es, sin duda, el tratado europeo de ingeniería hidráulica más importante del Renacimiento y un compendio de la sabiduría española sobre la materia. Escrito en la segunda mitad del XVI, su autoría ha sido durante años motivo de controversia entre historiadores. Hasta fecha reciente fue atribuido al ingeniero e inventor Juanelo Turriano, aunque parece claro, a la luz de los últimos estudios, que se trataría de un ingeniero aragonés, debido a que en el texto aparecen constantemente usos lingüísticos de dicho territorio. Muy probablemente sería, según el especialista Nicolás García Tapia, el ingeniero e inventor Pedro Juan de Lastanosa, natural de Monzón (Huesca), que trabajó para Felipe II como maquinario y maestro de fortificaciones. Pero más allá de polémicas, lo cierto es que es un texto fundamental de la historia de la ingeniería civil renacentista. El códice consta de cinco volúmenes con más de 900 páginas, maravillosamente ilustradas con cientos de dibujos de gran calidad técnica y artística. Los dos primeros volúmenes –libros I al X– se ocupan de las técnicas de hallar agua, de los betunes y cementos utilizados en las conducciones, fuentes, presas, azudes, etc.. El tercer volumen –libros XI al XIII- está dedicado a los molinos, esencialmente hidráulicos, con prolijas consideraciones sobre su diseño y construcción, y detalles sobre sus aplicaciones: fabricación de harina, azúcar, aceite, pólvora, batanes, etc. El cuarto –libros XIV al XVIII– se dedica a los puentes, formas de cortar la madera y la piedra, y otras cuestiones referidas a la fabricación de mortero y yeso. El quinto y último volumen del códice nos acerca a las obras de construcción y defensa portuarias.

prestar atención a la calidad del agua potable y a la comodidad de los vecinos, afanándose en la construcción de canalizaciones para situar el preciado líquido en medio de las poblaciones, aplicándose para ello un amplio repertorio de soluciones técnicas. La traída de aguas mediante acueductos a la romana se repitió en varias ciudades, destacando por su excelente factura las obras llevadas a cabo en Plasencia, Oviedo –Los Pilares, del que sólo sobreviven cinco de los 41 arcos originales–, y por encima de todos, el acueducto de Los Arcos, en Teruel. Esta soberbia fábrica levantada por Pierres Vedel, ingeniero francés afincado en Aragón, formaba parte de la nueva traída de aguas a la ciudad, realizada entre 1537 y 1580, con la que se pretendió solucionar el precario suministro hasta entonces existente. El agua se traía desde un manantial, la Peña del Macho, situada a 4 kilómetros del centro ur-



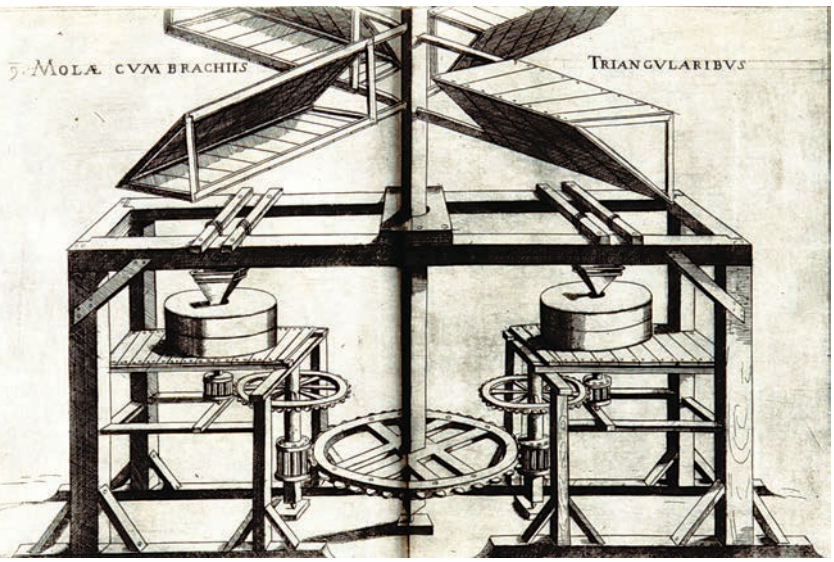
Arriba, la presa de Tibi, construida entre 1580 y 1594, fue la más importante de su época y un hito de la ingeniería renacentista española. Debajo, rueda de un molino de viento. A. R.

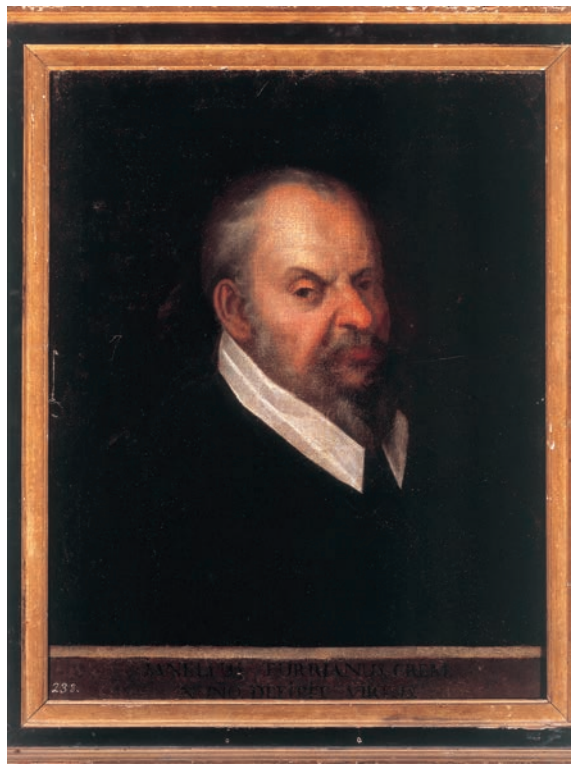
bano, mediante una conducción, en parte subterránea, jalonada por 140 "arcas" o registros. El último tramo del recorrido, un profundo barranco, se franqueó mediante este monumental acueducto con dos pisos de arquerías, que emula las grandes obras romanas. Como rasgo peculiar destaca su doble función como acueducto y viaducto a un tiempo; el segundo piso de arcos conduce el agua, mientras que el primero permite la comunicación entre el Teruel medieval y el moderno. Ya en la ciudad, el agua se distribuía a través de fuentes públicas instaladas en puntos estratégicos, desaparecidas con el paso de los años; sólo perdura la que se encuentra adosada a la Casa del Dean, en la plaza de la Catedral.

Viajes de agua



En otras ocasiones, se acudió a la explotación de acuíferos someros mediante galerías de captación y transporte, técnica ya utilizada por los musulmanes con sus "qanats", los populares "viajes de agua". El procedimiento –consistente en un túnel que conduce por gravedad las aguas desde un acuífero hasta alcanzar la superficie– se utilizó con eficacia en diversos lugares de Baleares, Andalucía, Valencia, y en Madrid. Durante siglos, los "viajes de agua" fueron la base del aprovisionamiento hídrico de los madrileños. El aumento de población de la ciudad –en 1561 contaba unos 50.000 habitantes–, obligó a reforzar esta infraestructura hidráulica de origen medieval, con ampliaciones y nuevas construcciones. Así, en las últimas décadas del XVI y primeras de la centuria siguiente se construyen nuevos "viajes de agua", entre otros, Alto Abroñigal, Bajo Abroñigal y Fuente Castellana, que recogían las aguas de los acuíferos





El polifacético Juanelo Turriano

Maestro relojero, matemático, astrónomo, ingeniero, inventor… Juanelo Turriano (1500-1585) es una de las figuras más fascinantes de la técnica española renacentista. Nacido en Cremona (Italia), este personaje, famoso por su artificio para subir el agua del Tajo al Alcázar de Toledo, llegó a España de la mano de Carlos V. El gobernador de Milán había regalado al emperador el reloj astronómico de Dondi, a la sazón desarmado. Giovanni Torriani –que así es como se llamaba en realidad- fue el único relojero que se ofreció a reparar esa pieza medieval, y aunque no logró rehacerla se comprometió a fabricar uno nuevo. El emperador, apasionado de los mecanismos de precisión, reclamó sus servicios y lo acogió en su Corte, y tal fue su confianza en el genio cremonés que fue una de las pocas personas que lo acompañó en su retiro de Yuste. A la muerte del rey pasó al servicio de Felipe II, quien le nombró matemático mayor, ocupándose asimismo, en su condición de ingeniero, de asesorar sobre obras hidráulicas, De su habilidad con los artilugios para medir el tiempo es una muestra su completo reloj astronómico destinado al emperador, formado por más de 1500 piezas.

Personalidad de múltiples talentos, Turriano se interesó también por la astronomía, colaborando en la observación del eclipse solar de 1577, además de participar en los trabajos de reforma del calendario promovida por el papa Gregorio XIII. Su fama como inventor hizo que se le adjudicarán obras que no realizó, como 'Los veintiún libros de los ingenios y las máquinas'. Una popularidad que, tras su muerte, se convirtió en mítica. La imaginación popular hizo correr toda clase de leyendas en torno a su figura, atribuyéndole la fabricación de complejos autómatas, tan fabulosos como imposibles. Como el mítico "hombre de Palo", que da nombre a una calle del viejo Toledo.

Izquierda, dibujo de un artilugio mecánico de 'Los veintiún libros...'. BN. Derecha, retrato del ingeniero cremonés Juanelo Turriano. PN.

del noroeste de la villa y las repartían conduciéndolas hasta las fuentes públicas.

Otras poblaciones solucionaron su aprovisionamiento mediante los tradicionales aljibes, como el conjunto construido en el interior del recinto amurallado de Melilla en 1571. Hasta mediados del siglo pasado permanecieron en uso estos históricos aljibes de las Pañuelas, formados por dos filtros y dos depósitos abovedados de sillería, que recogían el agua de lluvia y después la purificaban.

Desafío técnico

Pero, sin duda, la solución más original fue la aplicada en Toledo, cuyo abastecimiento mediante el "artificio de Juanelo" supuso todo un desafío técnico para la época. Desde la desaparición del monumental acueducto romano sobre el río Tajo, el abastecimiento de la ciudad había sido un problema constante. Toledo se asienta a más de 90 metros sobre el cauce del río, un desnivel muy difícil de vencer con las máquinas disponibles entonces –norias, bombas de émbolo, espirales de Arquímides–, cuya cota máxima no sobrepasaba los 40 metros. Para calmar su sed, los toledanos recurrían a los



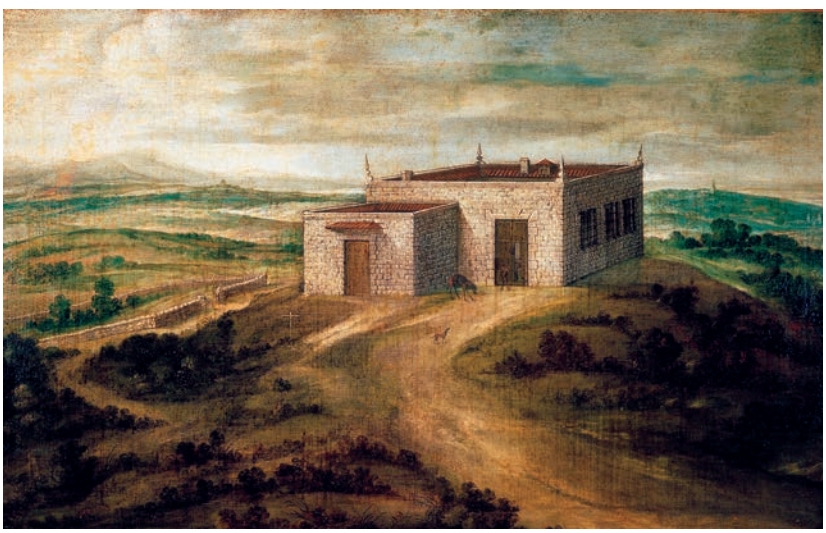
Derecha, maqueta del ingenio de Juanelo Turriano para elevar el agua del Tajo hasta Toledo. Debajo, paisaje castellano con una casa de nieve sobre un cerro, cerca de El Escorial. PN.

"aguadores" que, previo pago, se encargaban de transportar –a lomos de mulas– y repartir el preciado líquido por la ciudad. Además de caro, el sistema era insuficiente para garantizar el suministro de una urbe que a mediados del XVI ya superaba los 40.000 habitantes.

Durante la primera mitad de la centuria se sucedieron las tentativas para intentar resolver el problema a base de máquinas que remontaban el agua del Tajo, pero acabaron en fracaso. La ciudad lo intentó de nuevo, ya durante el reinado de Felipe II, ahora con el ingeniero de origen italiano Juanelo Turriano y con resultados más favorables. El técnico cremonés logró colocar el agua del Tajo en la explanada del Alcázar –la parte más alta de la ciudad, a unos 90 metros–, venciendo así los obstáculos geográficos.

El ingenio de Juanelo Turriano para elevar el agua desde el río Tajo hasta Toledo se convirtió en la principal atracción de la ciudad

Turriano ideó un ingenio cuyo mecanismo motriz consistía en dos grandes ruedas hidráulicas de paletas, a las que daba movimiento la propia corriente del Tajo. Una de las ruedas elevaba el agua hasta una altura de 14 metros, y la conducía mediante un acueducto hasta un depósito. A partir de éste arrancaban una serie de torretas a distinto nivel, provistas de largos caños terminados en cucharones, accionados por la segunda rueda, que alternativamente, llenándose y vaciándose, iban subiendo el agua hasta su

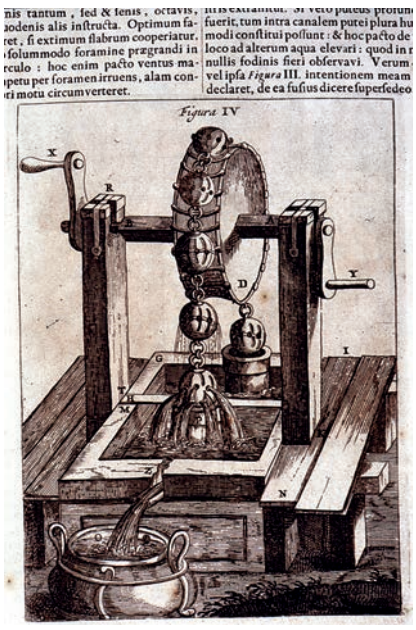




Derecha, restos de la obra de fábrica del ingenio ideado por Turriano en Toledo. Debajo, grabado de una máquina hidráulica. BN.

destino final. En total se debieron levantar del orden de 24 torretas, que trepaban por una ladera de fuerte pendiente, en un recorrido de unos 300 metros.

El espectacular dispositivo se convirtió pronto en la principal atracción de la ciudad, causando la admiración de cuantos la visitaban. Cronistas, pintores, viajeros y escritores como Cervantes, Góngora o Quevedo se hicieron lenguas del artificio. Sin embargo, para su inventor la realidad fue bien distinta. Turriano construyó dos ingenios: uno terminado en 1569 y el otro en 1584. Ambos funcionaron satisfactoriamente, proporcionando un caudal diario que superaba los 12.400 litros contratados. Pero el agua se quedaba toda en el Alcázar, y la ciudad, al no disponer del suministro acordado, no pagó a Juanelo el



Las grúas de El Carpio

Utilizada con éxito en la España musulmana, la "azuda" es un tipo de máquina hidráulica consistente en una enorme rueda vertical que, aprovechando la energía del agua al incidir sobre las paletas, gira lentamente subiendo agua en sus cangilones o arcaduces. Frecuente en el paisaje fluvial andaluz –son famosas las azudas de Écija, a orillas del Genil–, este tipo de ingenio fue una eficaz solución para el riego de cultivos situados en terrenos elevados, que continuó aplicándose también en la segunda mitad del XVI. A esta época pertenecen las grúas de El Carpio (Córdoba), una de las muestras más sobresalientes de este tipo de artificios, construido a orillas del río Guadalquivir con la finalidad de proporcionar agua para el riego de las huertas circundantes. Se trata de un complejo hidráulico que consta de un edificio de cantería de planta cuadrada, de 12,5 metros de lado, sustentado por cuatro grandes pilas paralelas de mampostería, de 2,20 metros de anchura cada una, entre las que discurría el agua que hacía girar las tres grandes ruedas de cangilones –de 16 metros de diámetro– allí ubicadas. Completan el conjunto un azud dispuesto transversalmente al cauce del río, de 120 metros de recorrido; y un sistema de distribución y almacenamiento compuesto por un acueducto de doble arcada de ladrillos, que conducía el agua a una compleja red de acequias y albercas. La obra, atribuida al ingeniero-ermitaño napolitano Ambrosio Mariano Azaro, es una de las pocas de esta tipología que perviven en toda la Península.



Izquierda, molino de marea en la costa gallega. Foto Caballero. Debajo, grabado de un zahorí (persona dedicada al descubrimiento de aguas subterráneas) en 'Los veintiún libros...'. BN.

dinero que éste había adelantado. A pesar del éxito de los ingenios, Juanelo murió en 1585 en Toledo, pobre y endeudado. Su nieto, Juanelo Turriano el Mozo, se encargó del mantenimiento de las máquinas hasta su muerte en 1597. A mitad del siglo XVII, los artilugios dejaron definitivamente de funcionar.

Menos conocido que el de Juanelo, en Valladolid también funcionó un ingenio que permitió elevar el agua del río Pisuerga y conducirla hasta el palacio de verano de la Corte. La máquina era una réplica de las bombas hidráulicas instaladas en el río Támesis para el abastecimiento de Londres, patentada por el holandés Peter Morris, que el marino vasco había copiado. Y es que eso que hoy llamamos espionaje industrial, lejos de ser un fenómeno reciente, es cosa que viene de lejos.



Corrientes fluviales

La navegación interior por ríos y canales fue otro de los grandes empeños de la época, e igualmente campo de interesantes trabajos hidráulicos. Se trataba de mejorar las comunicaciones por tierra, y para ello se consideró oportuno incorporar las corrientes fluviales a esa red, a semejanza de lo que ocurría en el resto de Europa. Y ello a pesar de las condiciones naturales tan poco favorables de los ríos ibéricos para este menester. Su escaso y errático caudal y su topografía atormentada constituían obstáculos muy difíciles de salvar con los medios técnicos de la época. Sin contar con el rosario de azudes, molinos, batanes y demás artefactos hidráulicos que poblaban los cauces, añadiendo aún más dificultad si cabe a la ya de por sí complicada tarea.

Estos condicionantes no impidieron la puesta en marcha de ambiciosos proyectos, aunque con resultados prácticos más bien escasos. Después de las primeras tentativas en la cuenca del río Pisuerga –promovidas durante la regencia de Maximiliano de Austria (1548-1550), que plantean por primera vez la construcción de canales para riego y na-



Izquierda, azud del Real Ingenio de la Moneda segoviana. Foto Caballero.

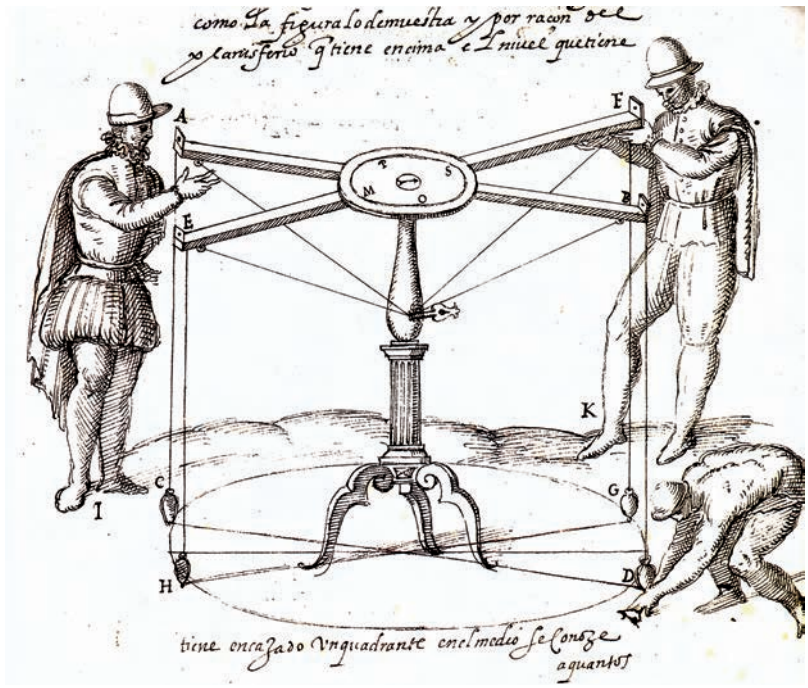
Real Ingenio de la Moneda de Segovia

Por su arquitectura y tecnología, el Real Ingenio de la Moneda de Segovia es un ejemplar único. Se trata de la primera ceca mecanizada que hubo en España, fundada como fábrica particular de Felipe II en 1583, y diseñada y construida por Juan de Herrera, con la ayuda de un equipo de técnicos alemanes. Desde que en 1586 salieran los primeros valores hasta su cierre definitivo en 1868, en esta vanguardista factoría –pionera en España en la aplicación de la energía hidráulica al proceso de laminación de la moneda– se fabricaron millones de piezas idénticas en serie. Entre otras, los famosos cincuentines de plata, las monedas más grandes de la historia de España. La maquinaria, regalo del archiduque Fernando de Austria a su primo Felipe II, fue fabricada en la Casa de la Moneda de Hall, cerca de Innsbruck (Austria). Casi un año tardó el convoy industrial que transportaba las piezas de los mecanismos en realizar el recorrido desde Innsbruck hasta que llegó a Segovia el 5 de junio de 1585. Fue una operación sin precedentes que se ha calificado como el trasvase de tecnología industrial más importante realizado hasta entonces. Para alojar los ingenios de laminación y otros mecanismos, Juan de Herrera proyectó y construyó un edificio a orillas del río Eresma, incorporando un molino harinero y otro de papel existentes en el emplazamiento. La fábrica contaba con 14 ruedas hidráulicas, alimentadas con la energía procedente del agua que entraba por un canal desde el Eresma. Frente al tradicional procedimiento manual a golpe de martillo, los poderosos ingenios hidráulicos acuñaban monedas casi perfectas, más regulares, y con unos bordes muy logrados.

vegación en el entorno fluvial vallisoletano, y que serían el antecedente del futuro Canal de Castilla–, las iniciativas más ambiciosas se llevaron a cabo en las últimas décadas de la centuria y en el Tajo como escenario protagonista. En 1581, el prestigioso ingeniero italiano Juan Bautista Antonelli presentó a Felipe II su famosa *Relación verdadera de la navegación de los ríos de España*, en la que proponía cruzar el país de vías navegables que permitirían el enriquecimiento del reino al facilitar el transporte de mercancías. Así, con buenas dosis de utopía y una ilimitada confianza en el caudal de los ríos hispanos, nuestro ingeniero aportaba ideas para establecer una comunicación fluvial entre Lisboa, Toledo, Madrid y Sevilla a través del Tajo y el Guadiana; el Duero serviría de soporte para enlazar Oporto con Zamora, Toro, Valladolid, León, Salamanca y Burgos; y por el Ebro se unirían Cataluña, Aragón, Navarra y Castilla. Sin olvidar las conexiones que se podrían establecer entre distintas comarcas a través de los ríos Júcar, Segura y Miño.

Se consideró oportuno comenzar por el Tajo para hacerlo navegable desde Toledo a Lisboa (con anterioridad ya se había abierto el tramo portugués del río, desde Abrantes hasta su desembocadura). El momento elegido no podía ser más oportuno, ya que Portugal acababa de incorporarse a la Corona española. Los trabajos comenzaron con celeridad. Entre 1581 y 1586 se acometieron numerosas obras de acondicionamiento en el río, incluidas labores de limpieza de chorreras, profundización y rectificación del cauce en determinados tramos, así como la construcción de canales laterales para sortear la gran cantidad de rápidos y azudes que jalonaban el recorrido. Finalmente, el 10 de no-

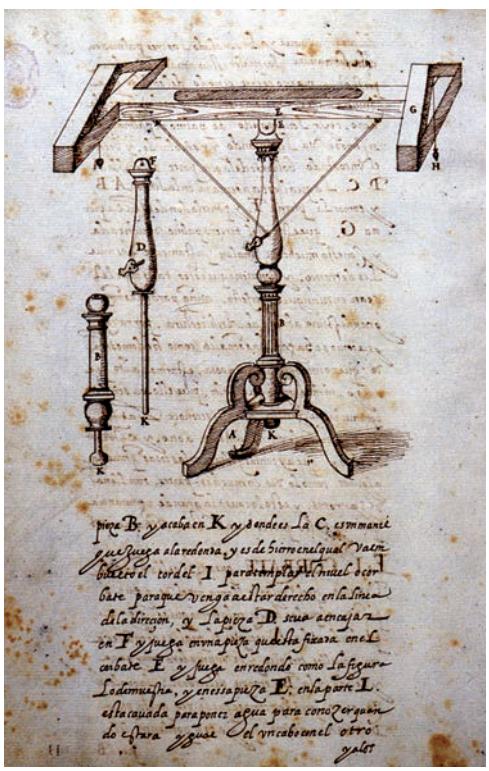
viembre de 1586, Antonelli comunicó a Felipe II que ya estaba abierta la navegación desde Toledo a Lisboa. Pero, aunque la navegación se mantuvo durante un tiempo, las dificultades no se hicieron esperar. Diversos acontecimientos –muerte de Antonelli, los problemas de la Corona, que acababa de sufrir el desastre de la Gran Armada– hicieron perder el interés por un proyecto que, no obstante, permanecerá durante los siglos venideros como referente de las posibilidades de esta ilusión de navegar.



Derecha, hombres nivelando. Debajo, dibujo de un corobate, instrumento de nivelación ya usado en la época romana. Ambos son grabados de 'Los veintiún libros...'. BN.

Fuente motriz

Pero no acaba aquí el despliegue de intervenciones ingenieriles en el medio hídrico. Las artes hidráulicas se aplicaron también al aprovechamiento energético de los cauces fluviales como fuente motriz de los más variados procesos industriales: desde la molienda de cereales, la actividad más importante, al abatanado o enfurtido de paños, sierra de maderos, forja de hierro, fabricación de papel de trapos, de pólvora o acuñación de moneda. Ya hemos visto más arriba cómo ruidosos batanes –que atemorizan en la noche a don Quijote y a su fiel escudero con el estruendoso golpear de sus potentes mazos– y molinos de todo tipo y condición se implantan masivamente en ríos y arroyos, dibujando el paisaje fluvial de la época. El uso de estos artefactos movidos por la corriente de agua estaba tan extendido



Las Arcas Reales

El "viaje de aguas" de los Argales, principal sistema de abastecimiento de Valladolid durante cuatro siglos, es una de las obras de ingeniería hidráulica más admirables de la España de finales del XVI. Más conocido como Arcas Reales, se trata de una infraestructura para conducir el agua desde el manantial de Argales, a 5 km. de la ciudad, hasta el núcleo urbano, mediante tuberías subterráneas y aprovechando el desnivel del terreno. Hasta su realización, el suministro de la ciudad era precario. Los vallisoletanos a duras penas calmaban su sed mediante captaciones en los ríos Pisuerga y Esgueva, con condiciones de salubridad precarias. Tras las epidemias de 1580 y 1582, la ciudad recurrió a Felipe II para solicitar una traída que dotara de agua sana a la población. El proyecto se encargó a Juan de Herrera. Sus cálculos de nivelación fueron decisivos para resolver con éxito la pendiente del abastecimiento. Y es que con un desnivel medio de tan sólo 0,12% entre la toma y la ciudad, había que hilar muy fino; el más mínimo error habría interrumpido el servicio por falta de presión. Las obras se prolongaron entre 1587 y 1622. El largo viaje, con 6.535 metros de recorrido, se acompañaba de "arcas" de registro. De las 65 arcas originales sólo se conservan 14. Se trata de edificaciones de piedra, sencillas y funcionales, por lo general de planta cuadrangular. Destaca por su belleza y monumentalidad el arca principal o Arca Real, pieza de elegante corte clasicista con el escudo real y una leyenda grabada en piedra en la que figura el año de su construcción, 1589.



Gigantes contra el viento

En su locura, el ingenioso hidalgo Don Quijote los confundió con pérfidos gigantes y arremetió contra ellos lanza en ristre al galope de su fiel Rocinante. No logró derribarlos, pero, en cambio, popularizó a escala mundial la existencia de estos ingenios en un lugar de La Mancha. Fueron los cruzados venidos de Tierra Santa los que introdujeron en España esta nueva construcción, capaz de poner en funcionamiento una maquinaria destinada a moler el grano no con la fuerza motriz del agua, como se hacía hasta entonces, sino aprovechando la fuerza del viento.

La devastadora sequía que sufrió España en el siglo XVI multiplicó la construcción de molinos de viento en las zonas más secas del centro peninsular. Estas construcciones cilíndricas y encaladas poseen una cubierta cónica de color negro que hace de techo y es giratoria., lo que permitía orientar las aspas en la dirección del viento. Las aspas, de madera, estaban recubiertas por una gran tela y el viento las movía al igual que mueve las velas de un barco velero. La fuerza del movimiento de estas aspas es lo que permitía a la maquinaria la acción de moler con grandes piedras los granos de trigo para convertirlos en harina, lo que se realizaba en el denominado moledero.

Por regla general, los molinos de viento se levantaban en las zonas altas de los pueblos manchegos –aunque también de otras regiones–, otorgando al paisaje una identidad que no ha variado desde los tiempos del Quijote. En la actualidad quedan ejemplos de molinos de viento en localidades como Campo de Criptana y Alcázar de San Juan (Ciudad Real), Mota del Cuervo (Cuenca), Madridejos y Consuegra (Toledo).

Arriba, molinos de viento en Consuegra. Debajo, noria en Murcia. Fotos Caballero.

y era tal su importancia para la vida económica, social y cultural de entonces, que fueron muchos los inventores que fijaron su atención en el universo de la molinería. Tal es así que de los privilegios de invención –verdaderos antecedentes de las actuales patentes– concedidos entre 1470 y 1650, los dedicados a las técnicas de molinería fueron los más numerosos.



La mejor descripción que ha llegado hasta nosotros sobre los molinos de este periodo la proporciona el manuscrito anónimo de *Los veintiún libros de los ingenios y las máquinas*, escrito hacia 1570. En los libros XI y XIII de este tratado de ingeniería hidráulica se consideran distintos tipos de molinos, con precisos dibujos de su geometría. El tema ocupó asimismo la atención del inventor Francisco Lobato, autor de un tratado sobre molinos, escrito entre 1577 y 1585, en el que se recogen apuntes y dibujos sobre estos artilugios, además de curiosas observaciones sobre su rentabilidad.

Los molinos que gozaron de más amplia difusión en la España de entonces fueron los de rodezno o rueda horizontal, debido a su adaptación a las características de los ríos peninsulares, de escaso caudal y con grandes variaciones. Junto a estas modestas instalaciones convivían, en los cursos más caudalosos, las "aceñas" o molinos de rueda vertical, que precisaban más agua para el accionamiento de sus ruedas motrices, y eran más costosos de construir debido al mecanismo de engranaje que incorporan. Sin ser muy





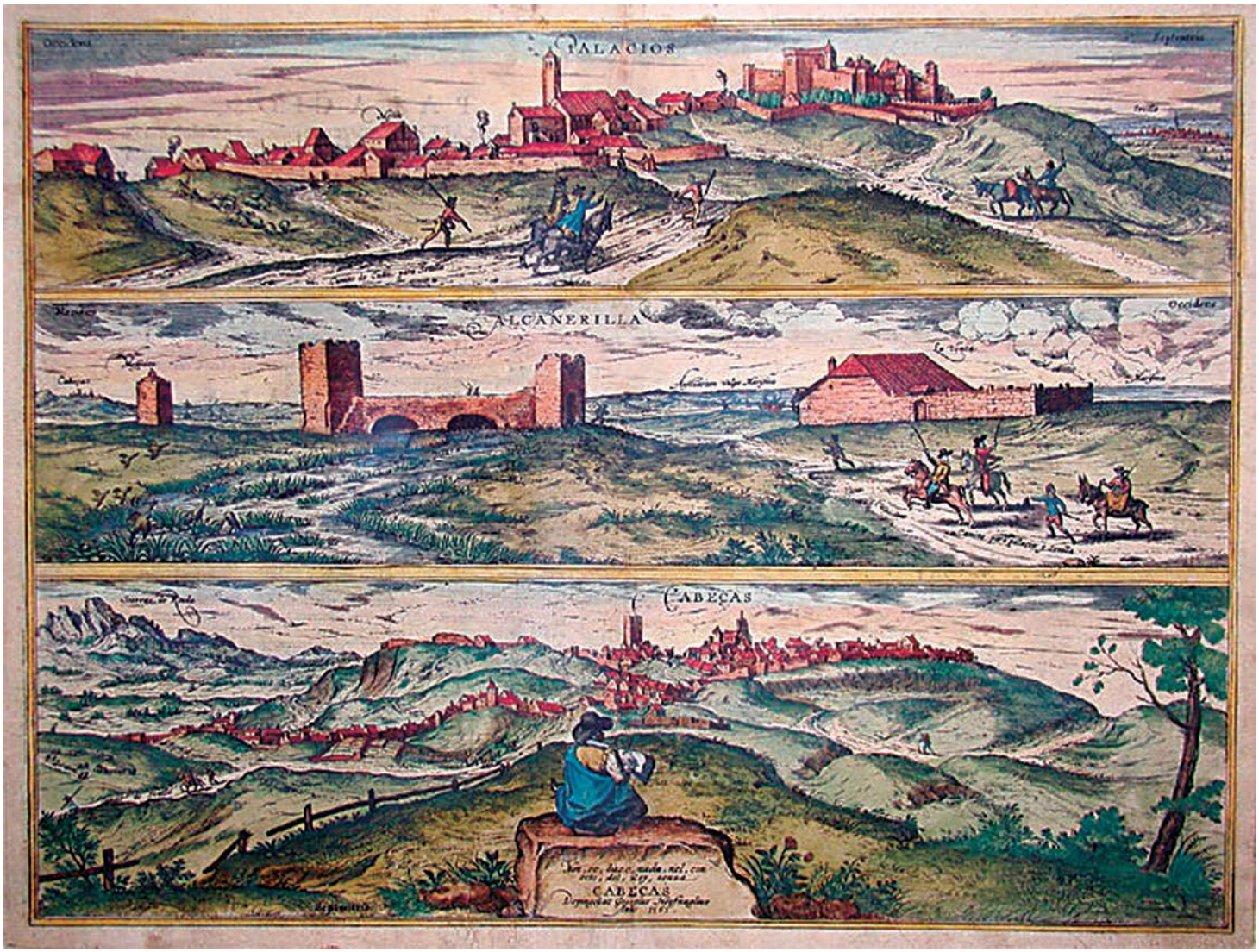
Grabados de 'Los veintiún libros de los ingenios y las máquinas' mostrando una máquina de dragado de acequias emplazada sobre una barca (izquierda) y un batán (derecha). BN.

abundantes, eran fácilmente reconocibles, ya que se trataba de grandes edificaciones de cantería, de sólida y señorial presencia. Aunque la imaginativa mente del ingenioso hidalgo Don Quijote confunda una de estas instalaciones en el cauce del río Ebro con castillos o fortalezas encantados, que encierran entre sus muros a algún caballero oprimido o alguna princesa malparada a los que debe liberar: "¿Qué diablos de ciudad, fortaleza o castillo dice vuesa merced, señor? –dijo Sancho– ¿No echa de ver que aquellas son aceñas, que están en el río, donde se muele el trigo?" (Segunda Parte, Cap. XXIX).

Todos estos ingenios movidos por ruedas hidráulicas –incluido el molino de cubo, variante del de rodezno, provisto de un depósito o "cubo", realizado con formas, tamaños y materiales diversos, que sirve para aumentar la presión del agua–, eran ciertamente semejantes a los desarrollados durante la Edad Media, por lo que puede hablarse de una línea de continuidad tecnológica respecto a épocas anteriores. La gran aportación de la época fue el molino de regolfo, invento español de la segunda mitad del siglo XVI, de extraordinaria importancia en la historia de la técnica, ya que se considera un antecedente de las actuales turbinas.

Los proyectos acometidos a finales del XVI para conectar varios ríos y hacerlos navegables no alcanzaron los resultados esperados

Este innovador molino, que aparece descrito con todo lujo de detalles en *Los veintiún libros de los ingenios y las máquinas*, se caracteriza fundamentalmente por trabajar con un rodezno a presión en el interior de una cámara cilíndrica o "cubete" aprovechando la energía del agua en parte como energía cinética y en parte como energía a presión. Además de los molinos de regolfo, que se difundieron sobre todo por Aragón –Zaragoza, Daroca, Pina, Tudela o Calatayud–, en este periodo histórico se generalizaron igualmente los molinos de marea, que aprovechan el flujo y reflujo del mar como fuerza motriz. Y los de viento, cuyo ámbito geográfico no se circunscribe exclusivamente a La Mancha, donde Cervantes sitúa el conocido episodio del *Quijote*. ■



Accesos terrestres a tres pueblos españoles del Siglo de Oro. Braun y Hogenberg, de 'Civitates orbis terrarum'. BN.

Viejas calzadas romanas y cañadas ganaderas configuraban la red caminera peninsular

De polvo y barro

Mª DEL CARMEN HEREDIA CAMPOS

"Andando se hace el camino" sería lo más adecuado para definir la caminería del Siglo de Oro español. Algunos, en carretas o mulos; pocos, privilegiados, en los primeros coches, y muchos andando, recorrían caminos de tierra y cruzaban ríos por pocos puentes, algunas barcas y muchos vados. Sin embargo, estos caminos acogían un trasiego de reyes, ejércitos, comerciantes, feriantes, correos de postas, embajadores, peregrinos, escritores curiosos, estudiantes extranjeros y rebaños. Polvo, barro, incomodidad, inseguridad y malos mesones les acogían.



A pie, a caballo o en coche, el medio de transporte definía el estatus del viajero. Braun y Hogenberg. BN.

El Siglo de Oro español, ese periodo enmarcado en los reinados de Carlos I a Felipe IV, según Bennassar y otros especialistas de la época histórica, y que reúne a artistas de la talla de Velázquez o el Greco, literatos como Cervantes, Lope de Vega o Calderón, músicos como Vitoria o Cabezón y místicos como Santa Teresa o San Juan de la Cruz, no tuvo el mismo brillo en las infraestructuras viarias. Los caminos no eran la primera inquietud de las autoridades. Tampoco lo eran de los viajeros, más preocupados por los impuestos y los bandidos que les acechaban –ambos, a lo largo de su andar– que de su desplazamiento y el de sus mercancías de un lugar a otro y que realizaban con resignación y cierto conformismo. Sin embargo, la difusión de los ideales humanistas, las nuevas técnicas y los nuevos comportamientos sociales del Renacimiento comenzaron a promover toda una red de intercambios que conduciría a los planes de mejora de las comunicaciones, cuya cristalización se haría ya patente con la Ilustración.



Grabado de un peregrino a pie, el principal usuario de los caminos. Anónimo alemán. Biblioteca Nacional.

Los caminos españoles de los siglos XVI y XVII, trazados por los arrieros en su andar, eran malos en su mayoría, aunque no eran mejores los europeos. Eran caminos sin más firme que la propia tierra, perfilados por el paso de animales de herradura o de carretas y, salvo algunos tramos próximos a ciudades importantes en los que se podían encontrar un par de hileras de piedra, no tenían firme pétreo. Allá donde el terreno era montañoso se tornaban tortuosos, llenos de curvas y subidas y bajadas siguiendo la morfología del terreno dada la ausencia de túneles o trincheras, tanto por su alto coste como por su dificultad técnica. Sin embargo, si el terreno era llano, se podía disfrutar de largas rectas trazadas de campanario a campanario de los pueblos, como aún puede verse en las rectas de La Mancha. Cuando llovía, todo se embarraba y las ruedas de los carros se atascaban, no respetando ni a poderosos ni a menesterosos.



Las historias de caballerías por los caminos europeos fueron una nota dominante de la literatura de la época. 'El caballero, la muerte y el diablo', grabado de Alberto Durero de 1513. BN.

El cuidado caminero estuvo muy repartido y, tras el interés de los Reyes Católicos en su "apertura y entretenimiento", resultó en realidad bastante abandonado hasta el siglo XVIII. Al no declararse servicio estatal su construcción y mantenimiento, los concejos se ocupaban de sus caminos vecinales y ninguna institución tenía competencia en los de largo recorrido ni en las calzadas romanas que, junto con los caminos de la Mesta, la ruta de los Foramontanos, el Camino de Santiago y las rutas del correo, componían el complejo caminero del Siglo de Oro español.

Repertorios camineros

En el siglo XVI, las rutas terrestres españolas recorrían unos 18.000 kilómetros, según los más conocidos repertorios de caminos del siglo (los de Villuga y Meneses), aunque no todos eran válidos para carruajes. Esta red se asentaba, en general, sobre el trazado de las antiguas calzadas romanas y no era un sistema de comunicaciones radial, como hoy día, sino de grandes rutas de base norte-sureste, que presentaba un entramado de caminos más denso en torno a ciudades importantes como Toledo o Valladolid. La red se había ido dibujando sobre el mapa en función del comercio, las ferias, la recaudación de impuestos, la exportación de lana, las necesidades de traslado de los ejércitos y los viajes reales. Fue el traslado de la corte de Valladolid a Madrid decretada por Felipe II, con un importante seguimiento de los nobles, lo que dio lugar a la paulatina centralización de actividades y conexiones entre esta villa y sus principales puntos de abastecimiento. Con su elección y los servicios que requería la corte –entre ellos el decisivo servicio de correos de postas–, se inició el sistema radial que domina en nuestros días, y ni el retorno temporal de la corte a Valladolid, con Felipe III, ni los esfuerzos de las clases dominantes por devolver el poder a las antiguas capitales pudieron desbancar el diseño viario que se perfilaba con fuerza, ni desplazar tampoco a Madrid como eje del nuevo sistema de comunicaciones.

En el siglo XVI la rutas terrestres españolas se componían de unos 18.000 kilómetros, aunque no todas ellas eran válidas para el paso de carruajes

Así como en infraestructuras de caminos no hubo avances en esta época histórica, sí que se intentó organizar la comunicación fluvial debido a que este sistema daba buen resultado en Europa y era más barato para el trasporte. Pero la navegabilidad de los ríos españoles nunca fue buena y los empeños no tuvieron éxito. Mucho tesón puso Felipe II en hacer navegable el Tajo hasta Portugal sin conseguirlo, y si se





Izquierda, 'Paisaje con camino', de Jerónimo A. Esquerra. Patrimonio Nacional. Arriba, traslado de tropas del duque de Alba cerca de Bruselas. La movilidad del caballo por caminos y campos fue básica en las campañas españolas en Flandes. Biblioteca Nacional.

trata del Guadalquivir, por donde subían los galeones de la Carrera de Indias, también constituyó una fuente de dificultades. El Ebro, por su parte, tan sólo permitía conducir el trigo de Zaragoza a Cataluña, pero siempre con pequeñas barcas.

El vado de los ríos sí era una necesidad de primer orden para viajeros y ganado y, sin embargo, los puentes eran muy escasos y muchos de ellos estaban en mal estado. Eran de madera o de piedra y en numerosos lugares inexistentes, con lo que había que cruzar los ríos en barca o vadeándolos, algo muy común. El lugar de los puentes coincidía habitualmente con un paso anterior por barca o un vado y, por supuesto, se intentaban ubicar siempre en los lugares más transitados y rentables. A pesar de su importancia, el repertorio de Villuga tan sólo recoge 21 puentes y 6 pasos en barca en toda España.

Planificación y financiación

La planificación y financiación de las obras públicas en los siglos XVI y XVII era un tanto compleja. Cada reino tenía sus leyes, fueros, instituciones e impuestos particulares; establecía sus métodos de financiación e incluso acuñaba su propia moneda. No había banco estatal ni capítulo presupuestario para todas las obras de la monarquía, y el rey recaudaba importantes sumas para gastos públicos, pero esos fondos se dedicaban en su mayor parte a sostener a la Corona y a sufragar las numerosas guerras en que estaba inmersa en Europa. Sólo en casos muy excepcionales la Corona intervenía, bien como ejecutora directa o promoviendo la iniciativa de los municipios u otros inversores privados, que construían con cargo a sus rentas y bienes adquiriendo derechos de explotación. Los puentes, generalmente, se costeaban por los municipios, mediante "repartimientos" de los gastos entre sus habitantes. La iglesia, con inmensos recursos económicos, y los nobles, con sus rentas, contribuían a edificar puentes pero no se interesaban por los caminos. La poderosa Mesta, por contra, mantenía en buen estado sus cañadas.







Estampas de viajeros del XVI cerca de las ciudades andaluzas de Veger, Vélez-Málaga y Conil, de Braun y Hogenberg en 'Civitates orbis terrarum'. BN.

Esta financiación y ejecución de las obras públicas, supeditada a quién detentase el poder de los territorios afectados y su conveniencia, daba lugar a caminos muy desiguales que, incluso, podían no llegar a construirse por rivalidades entre los municipios, como ocurrió con el camino de Álava a Castilla. A estos problemas de competencias en la financiación se unieron otros circunstanciales, como la crisis del siglo XVII, siglo de grandes guerras europeas, pestes, malas cosechas, hambrunas y despoblación, ante lo cual las obras públicas no podían exigir un lugar preferente. Los caminos reales eran antiguos caminos, algo mejor cuidados porque estaban orientados a permitir el acceso a las ferias y no se podían ocupar ni roturar, es decir, algo equivalente al dominio público de hoy día.

El mal estado de caminos y puentes no impedía, sin embargo, que los impuestos acecharan sin piedad al viajero a lo largo de su trayecto. Portazgos (por entrar en las ciudades), pontazgos (por cruzar los puentes), barcajes (por pasar el río en barca) y otros muchos impuestos esperaban al caminante, al que, si ya habían despojado los bandoleros, le hacían falta grandes dosis de optimismo para continuar su viaje y poder resarcirse de sus gastos mediante la venta de sus mercancías, que, por supuesto, se encarecían con los largos recorridos llenos de incidentes.



Vista de El Campillo, cerca de la sierra de Guadarrama. Patrimonio Nacional. Foto inferior, puente medieval empleado por Carlos V en su ruta hacia Yuste. Foto A. R.

Es en el siglo XVI cuando merced al desarrollo de la imprenta tiene lugar una eclosión en la difusión de los saberes constructivos, gracias sobre todo a la proliferación de tratados de todo tipo. Si anteriormente el conocimiento se transmitía de forma oral entre los miembros de los gremios, estando éstos obligados a guardar el secreto, el libro rompe de manera radical con esa tradición. Pero en el caso de la caminería hispana estos conocimientos son aplicables sólo a la construcción de puentes, pues los caminos no precisaban obras de infraestructura al estar hechos sobre terreno sin afirmar.

Grandes itinerarios

El centro neurálgico y más nutrido de caminos estaba en el eje León-Burgos-Toledo, tronco del que partía el resto de caminos de larga distancia. Hacia el norte, hasta Bilbao y Santander; en el este, hasta Zaragoza y Barcelona y a Cuenca y Valencia; y en el oeste, desde Toledo hasta Lisboa. La ruta a Galicia partía de distintos puntos de Castilla la Vieja que convergían con el importante Camino de Santiago, y la de Andalucía seguía dos rutas bastante separadas entre sí, ambas con origen en Toledo. Al incorporarse Madrid como sede real, ésta tan sólo tenía que enlazar con esas grandes rutas, por el norte a través de los puertos de Guadarrama y Somosierra, que eran los pasos más dificultosos. Por el contrario, los caminos de mayor actividad eran los que se dirigían a Toledo y La Mancha, posible razón por la que están tan presentes en las aventuras del Lazarillo de Tormes o en las de Don Quijote y su fiel escudero Sancho.



En Extremadura pervivía de modo singular el viejo camino romano conocido como Vía de la Plata, entre Sevilla, Mérida y Astorga, debido sobre todo a su uso trashumante desde los tiempos más remotos. Convertida por los romanos en una calzada bien pavimentada y bien socorrida de alojamientos, descansaderos y señalización, fue merced a ello por lo que lo largo del XVI continuó siendo una importante vía comercial. Desde



Viajeros a pie y a caballo cerca de Loja, en el trayecto entre Granada y Málaga, de Braun y Hogenberg en 'Civitates orbis terrarum'. BN. Debajo, carretera alpina, de Alberto Durero. Patrimonio Nacional.

Sevilla, el mayor emporio mercantil durante todo el siglo XVI hasta que le arrebató el puesto Cádiz al trasladarse allí la Casa de Contratación en 1717, viajaba el cuarto real de la plata de Indias para el rey, pero también por esta ruta llegaban la lana merina y otros productos como la sal, los cereales, el vino o el pescado, aunque este último en general en salazón por las dificultades de conservación tras largos recorridos. Los productos llegaban a los importantes núcleos de contratación como las ferias de Burgos, Medina del Campo, Medina de Rioseco y Segovia. Las célebres ferias de Medina del Campo se celebraban en mayo y octubre y eran el centro de contratación de Castilla y León, Vascongadas, Galicia, Portugal, Aragón y Andalucía. En ellas se vendía todo tipo de mercancías y se realizaban importantes pagos

Los repertorios de caminos

Aparecen en España en el siglo XVI como consecuencia de la intensificación de los viajes y la demanda de estas publicaciones por los viajeros. Constituyen hoy día una fuente imprescindible para el estudio de vías y puentes antiguos, ya que recogen el trazado de los caminos, distancias, estado y lugares aptos para cruzar los ríos, además de una relación de posadas y ventas y descripción de las villas con sus principales monumentos. Entre las obras más ilustrativas se encuentran los itinerarios del correo de postas y entre ellos son famosos el Repertorio de todos los caminos de España, del valenciano Pero Juan de Villuga, publicado en 1546, seguido del de Pedro de Medina, de 1548, y del de Alonso de Meneses, de 1576. Del siglo XVII es de destacar el itinerario de Ottavio Cotogno, lugarteniente del correo mayor de Milán al servicio de la Corona española, que nos legó su Nuovo itinerario delle poste (1616), que añade las rutas de Nueva España, Indias Orientales y Portugal.



Derecha, camino principal de entrada a Córdoba, importante nudo de comunicaciones andaluz. Debajo, grupos de caminantes junto a la ciudad de Alhama. Grabados de Braun y Hogenberg en 'Civitates orbis terrarum'. BN.

mercantiles, giros y seguros particulares e, incluso, operaciones del Tesoro real. A comienzos del siglo XVII este centro comercial se desplazó a Burgos y luego a Madrid con el nacimiento de su casa de contratación.

El camino de Extremadura, por su parte, utilizaba la Vía de la Plata tanto para los viajes a Andalucía desde Toledo como para enlazar Sevilla con Valladolid pasando por Mérida, donde se cruzaba el Guadiana por su puente romano, Trujillo, Cáceres, la barca de Alconétar para cruzar el Tajo, Plasencia, Béjar, Salamanca y Zamora para alcanzar Medina del Campo y Valladolid. Otro trayecto era el que se dirigía a Portugal pasando por Talavera, Almaraz o Plasencia, cruzando el Tajo en la barca de Alconétar y entrando por Alburquerque en Portugal, donde se podía ir hacia Lisboa o hacia Évora. El camino de Extremadura tenía un importante desvío en Talavera para ir al monasterio de Guadalupe, con numerosas ventas, como la venta Estinel, el Albergue, la Radera y Venta Varagena. Los puentes de esta ruta eran el puente de origen romano de Talavera sobre el Tajo, que se volvía a cruzar por la "barca de Arballa" en Almaraz.





Los caminos de Andalucía

Dos rutas enlazaban Castilla con Andalucía y ambas partían de Toledo. La más utilizada en el XVI es la que iba por Extremadura. La segunda discurría por el camino real de Andalucía, atravesando La Mancha, hasta Córdoba y Sevilla, con una conexión con Granada y Málaga. Partía de Toledo hacia Orgaz y Yébenes, cruzaba el Guadiana por la "puente seca" y llegando a Malagón se bifurcaba. Un camino seguía por Almagro, El Viso, Venta de los Palacios, Úbeda, Baeza, Linares y, cruzando el Guadalquivir por el puente de Alcolea, llegaba a Córdoba y Sevilla. Desde Úbeda se podía ir hasta Granada y de allí a Málaga por Santa Fe, Loja y Antequera, zona algo despoblada pero bien provista de ventas. Para el paso del Guadalquivir se construyó muy próximo a la importante ciudad renacentista de Baeza el puente del Obispo, un magnífico puente de cuatro ojos con una hermosa torre, costeado por el obispo de Jaén, Alonso Suárez, y construido por Pedro de Mazuecos, autor asimismo del puente de Mazuecos, también en Jaén.

El otro camino tomaba en Malagón dirección hacia Ciudad Real, donde se cruzaba el Guadiana por puente, seguía por Almodóvar del Campo y Adamuz, tras la cual se cruzaba el puente de Alcolea antes de entrar en Córdoba, desde donde se podía continuar



Los asaltos de bandoleros en los caminos eran frecuentes en el siglo XVI en España y en otros países europeos, como ilustra este grabado alemán, titulado 'Los ladrones despojan a un hombre'. Biblioteca Nacional.

a Málaga por Lucena. Esta última era la ruta que mayor número de ventas reunía, sobre todo en el tramo Almodóvar-Adamuz, algunas de ellas hoy en pie, como la antigua venta de Guadalerza, en el kilómetro 127,5 de la N-401, recogida en el repertorio de Villuga. Para cruzar el Genil, en el trayecto de Córdoba a Málaga, construyó Hernán Ruiz "el Mozo" el puente de Benamejí (1556), financiado por Diego de Bernuy, señor de Benamejí. Para ir a Sevilla desde Córdoba había que cruzar los afluentes del Guadalquivir en barca o por vado, y finalmente el Guadalquivir por la barca de Tocina.

El mayor problema en esta ruta caminera era el cruce de la imponente sierra Morena, en la que ninguno de sus tres pasos era practicable por carros –no existía el paso de Despeñaperros que no se abriría al tráfico rodado hasta 1772–, por lo cual ninguno de los dos caminos seguía el itinerario que luego tuvo la N-IV que, en realidad, se abrió siguiendo los viajes de postas, siempre más directos que los de los caminantes.

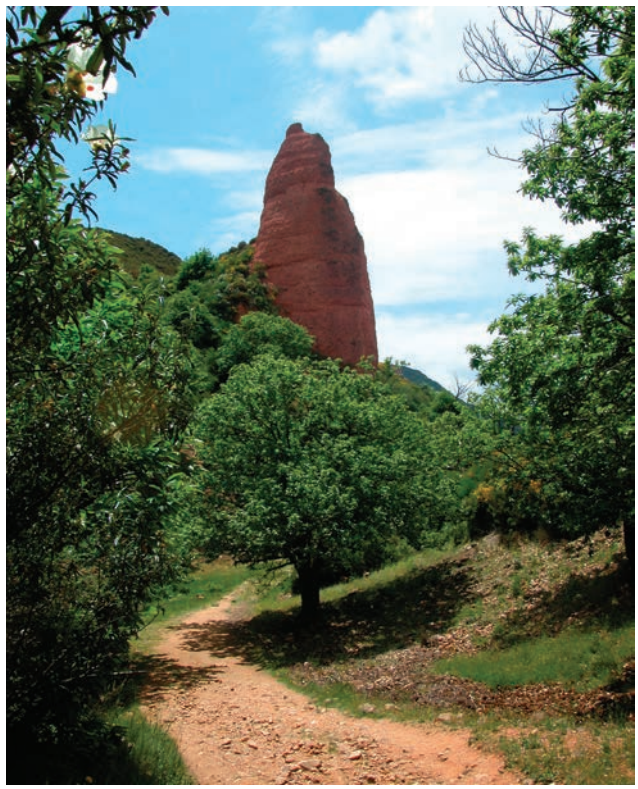
Los bandoleros y sus dominios

La vigilancia y protección de los caminos correspondía a la Santa Hermandad. No obstante, la inseguridad de los caminos del Siglo de Oro es bien conocida y aunque la literatura romántica difundió una visión idílica del bandido, lo cierto es que viajeros y peregrinos podían sufrir el robo o la muerte a sus manos, sobre todo en Aragón, Valencia y Barcelona. El embajador veneciano Tiépolo cuenta en su Relación que en estos caminos "los viajeros no gozan de ningún tipo de seguridad porque estas regiones están infectadas de bandidos en todas partes". El mismo don Quijote, en su andadura, detecta su proximidad a Barcelona al ver bandoleros ahorcados en los árboles del camino, aunque luego nos habla de sus buenas relaciones con Roque Guinart, bandido catalán cuya banda asalta al hidalgo y a su escudero en este viaje. En Andalucía, el bandolerismo en los primeros tiempos, salvo casos como el de la banda de la Sauceda en Ronda, no era muy inquietante pero según avanzó el siglo XVII y empeoró la economía se convirtió también en una amenaza, sobre todo en sierra Morena. En algunas guías para viajeros se recomendaba a éstos que se desplazasen en grupo y llevasen un arma al alcance de la mano.

Las rutas del Duero

Valladolid, Burgos, León, Zamora, Salamanca, Palencia, Soria y Logroño estaban muy bien comunicadas entre sí y formaban la importante red de comunicaciones de Castilla. A su vez se unían con Toledo,





Arriba, puente en la calzada romana de las Alpujarras (Granada), zona adonde conducía una de las rutas camineras andaluzas. A su derecha, camino de tierra en la Vía de la Plata. Fotos A. R.

siendo la vía más importante el "camino de los carros" entre esta capital y Valladolid, por Móstoles, que terminaba en Burgos. Para Navarra los caminos partían por la ruta que iba a Zaragoza, desviándose hacia Tudela y Olite para alcanzar Pamplona tras Logroño. A Bilbao, según el repertorio de Villuga, llegaba la calzada romana de Astorga a Braga por el Bierzo, que fue el camino principal hasta que se construyó la calzada del siglo XVIII, la posterior N-I. Estos territorios del Duero acogían también la importante ruta de los Foramontanos, vía histórica muy utilizada que habían abierto los cántabros y astures a comienzos de la Reconquista, cuando su rey Alfonso II les instó a cruzar el valle de Cabuérniga para ir a repoblar los territorios de la Meseta. Y ellos "*exierunt foras montani de Malacoria et venerunt ad Castella*". La etimología de su nombre parece proceder de *foras montes*, es decir, los que vienen de fuera de las montañas. Estos pobladores emigraron en dirección sur hacia el río Duero utilizando tramos de calzadas romanas, donde los había, y construyendo una buena red de caminos, pueblos de carácter montañés y castillos para proteger las tierras que iban colonizando.

La financiación de la construcción de caminos quedó en manos de municipios e inversores privados, y la Corona sólo intervino en casos muy excepcionales

Por los caminos castellanos se encontraba el viajero con bastantes buenos puentes antiguos, como es el magnífico puente de Briñas sobre el Ebro, en Haro, pero también se construyeron otros de nueva planta a lo largo de este siglo. Por ejemplo, en Piélagos, importante punto de enlace de Castilla con Cantabria, se construyó el puente de Arce sobre el Pas, según traza de Francisco de la Haza; en Soria se levantó el puente Ullán sobre el Duero; en La Rioja, los puentes de San Andrés y Santiago, en Arnedillo, y el puente de Congosto, con sus trece arcos de medio punto, sobre el río Tormes, en Salamanca.



Izquierda, vista de la Casa Eraso, en el puerto de la Fuenfría, entre Madrid y Segovia. Patrimonio Nacional. Debajo, estampa del peregrinaje de San Cristóbal, de Alberto Durero (1560-1580). BN.



La Puerta de Arena

Los puertos de montaña siempre fueron un escollo muy importante en el camino, como relata Bertaut en su Relation d'un voyage d'Espagne (1659-1660):

"El reino de Granada está separado de La Mancha y de Jaén por rocas terribles, entremezcladas con gran cantidad de torrentes que son tal que no se podría entrar más que por un sitio, donde han tallado una abertura a través de la montaña de una altura prodigiosa. Este paso parece el paso de Hircania o de las Termópilas, del que los historiadores griegos hacen mención; se llama la Puerta de Arena a causa, quizá, de la cantidad de arena que las aguas de las montañas arrastran allí. [...] Este paso dura cinco leguas largas, que van desde la Manchuela hasta Campillo, y se estrecha particularmente desde Pegalajera, donde se va siempre por entre dos línea de rocas y en donde hay mucho (sic) sitios donde las mulas no podrían pasar más que de una en una".

Castilla comunicaba con el reino de Aragón y los condados catalanes mediante el camino que partía de Toledo hacia Guadalajara, Medinaceli, Ariza, Calatayud, Zaragoza, Monzón, Lérida y Barcelona. Por este mismo camino podía comunicarse Barcelona directamente con Lisboa, cruzando por Toledo, según el repertorio de Meneses. Con el reino de Valencia se unía Castilla desde Toledo por Ocaña y El Campillo, y más tarde desde Madrid por Almenara,Villar de Cañas, El Campillo y Requena para llegar a Valencia. Desde esta ciudad también se podía recorrer la vía Tarraconense hasta Barcelona por Monviedro (la antigua Sagunto), San Pascual, San Mateo, Tortosa, Cambrils, Tarragona, Vilanova y Barcelona, o también ir al puerto de Alicante por Xátiva. Eran rutas prácticamente desprovistas de ventas y con bastantes bandoleros, algo que el embajador veneciano Tiépolo achacaba a que en esos terrenos "su Majestad no dispone del poder absoluto". No se construyeron puentes en la ruta, quizá porque los esfuerzos inversores se concentraron en los puentes sobre el Turia, en la ciudad de Valencia.

El Camino de Santiago

Constituía una red caminera especial, cuidada y con puentes, albergues, monasterios, iglesias, hospitales y numerosos viajeros. La más importante de sus vías fue el llamado "Camino Francés", considerado hoy por el Consejo de Europa como el primer itinerario cultural europeo. A él arribaban tanto peregrinos españoles como extranjeros, que a través de Francia llegaban a Somport o Roncesvalles por los Pirineos, cruzaban Huesca o Navarra y el río Ebro, seguían por tierras riojanas, Burgos y León hasta alcanzar Santiago. Otra vía a Santiago era el Camino del Norte, que también partía de los Pirineos desde Irún, y seguía por la cornisa cantábrica hasta Asturias, desde





Arriba, castillo de La Almenara, en una de las rutas camineras que atravesaban La Mancha. Foto A. R. Debajo, los caminos españoles del Siglo de Oro tenían escasos puentes. Óleo 'El puente', del taller de Jan Pieters (s. XVII). Museo de Bellas Artes de Valencia.

donde descendía a León para unirse al camino principal. Los peregrinos andaluces, extremeños, levantinos e, incluso, africanos subían por la Vía de la Plata desde Sevilla y se unían en Astorga a las otras rutas del norte de España para llegar al *finis terrae*, no sin pasar, muchos de ellos, por los monasterios de Guadalupe y de Nuestra Señora de la Peña de Francia (cerca de Béjar), ya que, una vez en ruta, gustaban de visitar el mayor número de santuarios y reliquias posible.

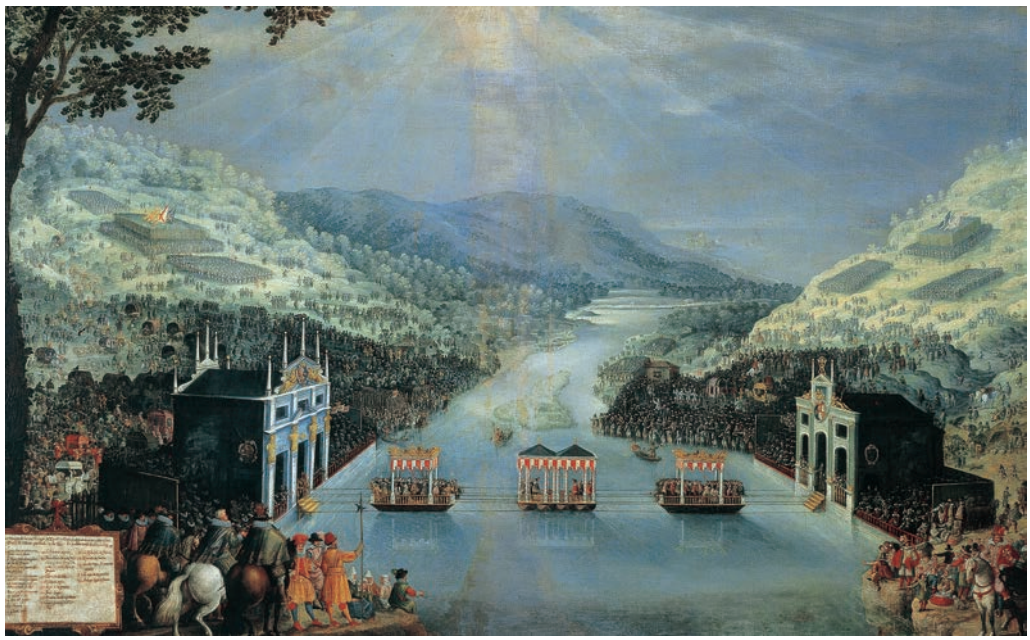
Otra importante red caminera, utilizada también por los viajeros por su extensión y buen estado, estaba constituida por las rutas de la Mesta. Esta red acogía el trasiego de rebaños de las agrupaciones gremiales de pastores y ganaderos, desde tiempos remotos favorecidas con importantes privilegios y estricta protección de sus caminos contra ocupaciones o roturaciones. Por sus cañadas, de unos 75 metros de ancho, que cruzaban varias provincias y tenían abrevaderos y descansaderos propios; por sus cordeles, que enlazaban con las cañadas o ponían dos provincias en comunicación, y por sus veredas, que contactaban varias comarcas entre sí, circulaban ganados y campesinos en sus movimientos estacionales en busca de pastos.

Las cañadas reales más importantes eran la Leonesa, que enlazaba Riaño con Sevilla; la Soriana, que partía de la sierra de Cameros igualmente hacia Sevilla, y la Segoviana que salía de Pradales rumbo a Ciudad Real. Más al este estaba la de Cuenca, que dejaba esta ciudad rumbo a Linares. Seguían la dirección norte a sur bajando por la Meseta hacia tierras extremeñas o andaluzas. Su uso contribuyó en gran parte a la mejora de los puentes, no en balde la venta de la lana merina constituía uno de los mercados básicos de la economía española y no era fácil ni barato hacer cruzar un rebaño entero al otro lado de ríos y arroyos mediante barcas o vadeando las aguas no siempre pacíficas.

El tortuoso viaje

Para el largo viaje contaba el caminante básicamente con sus pies, unas alforjas, algún dinero, un parasol a veces y poco más. Sus preocupaciones eran el itinerario, el alimento y la seguridad. Unos caminantes seguían los miliarios, las estrellas, el sol o las rutas recorridas por sus abuelos, y otros procuraban hacerse con guías de viaje u otro tipo de documentación. Sabían de los caminos ocupados por bandidos, sabían que en las ventas no encontrarían alimento y tenían desaconsejados los pasos montañosos y los lugares boscosos donde no llegaba la Santa Hermandad.

Las distancias viarias se medían en leguas (unos 6 kilómetros y medio por legua) y en jornadas, a razón de unas 4 ó 5 leguas por jornada a pie o unas ocho leguas a caballo, y



A falta de puentes, numerosos caminos requerían el cruce de ríos por medio de barcas, como refleja este óleo del Bidasoa entre España y Portugal, 'La entrega de las princesas', de Peter Van der Meulen. Patrimonio Nacional.

se conocían perfectamente las jornadas que separaban un lugar de otro, aunque en los viajes reales éstas se prolongaban indefinidamente, ya que las comitivas de desplazaban lentamente y se paraban para visitar a sus súbditos y recibir sus agasajos. Los correos por su parte podían hacer 100 km. en 24 horas cambiando de carruajes y caballos en las postas y el tener sus caminos cuidados les permitía a ellos y al resto de la población viajar con más comodidad alcanzando mayor velocidad de traslado a finales del siglo XVII, tanto a pie como a caballo. De todas maneras, los viajes eran todos incómodos y sus inclemencias no respetaban ni a paisanos ni a reyes, como pone de manifiesto el viaje de Felipe IV, en 1624, a Andalucía inmerso en tormentas, barro y accidentes.

Medios de transporte

Los viajeros renacentistas se desplazaban en caballerías, carros, carretas, literas, carrozas; en "coches" los reyes, nobles, clérigos y comerciantes ricos, y a pie o en asnos los humildes. Don Quijote, como caballero, iba a caballo y Sancho, como labriego, en un asno. Para el transporte colectivo y el de las mercancías se usaban carros tirados por mulas o, cuando los caminos eran peores, carretas de bueyes. Un sistema de transporte colectivo utilizado, ya avanzado el siglo XVII, fue "la galera", carro muy alargado cuyo nombre se debía a su forma curvada imitando una galera naval, en el que podían viajar hasta 40 personas preferentemente por las rutas de La Mancha y Galicia.

El transporte caminero estaba en ma-

Posadas, mesones y ventas

El viaje estaba trufado de posadas, mesones y ventas donde los caminantes podían cambiar de caballerías y refugiarse durante la noche. Las posadas, bien acondicionadas, y los mesones, algo peor, en los que se ofrecía "cama, ropa y fuego", estaban en poblado mientras las ventas daban servicio en despoblado y solían ser lugares desagradables, incómodos e insalubres. Hasta 1560 no ofrecían comida porque lo tenían prohibido en beneficio de los pueblos próximos, obligando así al viajero a que comprase en ellos sus viandas, que en la venta, con suerte, les guisarían por un alto precio. A partir de esa fecha se autoriza a las ventas a vender alimentos y bebidas y se legisla en pro del bienestar de los viajeros –ya don Quijote encontró en la venta de Andalucía cama y hasta pellejos de vino que tomó por gigantes enemigos de la princesa Micomicona–. Las ventas daban acogida a ricos, pobres, corregidores, militares, damas, religiosos –aunque éstos pernoctaban también en conventos–, correos, arrieros y bandoleros y eran lugares elegidos por los literatos de la época para situar sus relatos picarescos, en los que intervenían la mesonera, el arriero, el pícaro y el bandolero, como en la venta de la Zarzuela, enclavada entre el límite de La Mancha y sierra Morena, donde sitúa Lope de Vega su

nos muy variadas. Los carruajes iban tirados por los campesinos que se dedicaban al transporte de viajeros y mercancías cuando sus cuidados no eran requeridos en el campo, mostrando así un activo ir y venir por los caminos españoles durante primavera y otoño frente a la escasez de servicios en otras estaciones. Otros transportistas eran los arrieros, que sí mantenían un servicio regular con largas caravanas de mulas de carga que se desplazaban por Extremadura, Andalucía y La Mancha sobre todo. A ellos se les unían otros viajeros que no querían correr el riesgo de viajar solos y les alquilaban las mulas vacías. Un grupo destacable, que alcanzó nombre propio por sus costumbres y la protección de sus cargamentos, fue el de los arrieros maragatos que viajaban por Castilla la Vieja y la orla cantábrica. Carreteros y arrieros asociados formaban la Real Cabaña de Carreteros, que construían sus propios carros y criaban sus animales, y, junto con la Mesta, disfrutaron de privilegios en su deambular por los caminos españoles.





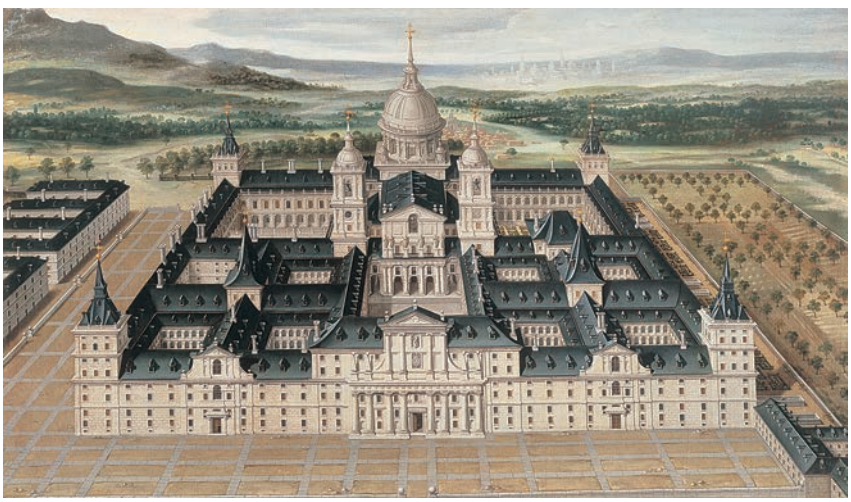
Arriba, vista del Palacio Real de El Pardo, de Giuseppe Leonardo. Debajo, Casa de la Aceca, en Aranjuez. Ambas de Patrimonio Nacional.

Los coches de viaje, o vehículos de cuatro ruedas tirados por animales, cuyo uso afianza Carlos I a mediados del siglo XVI para la familia real, más cómodos que las carrozas, tenían la caja cerrada y solían tapizarse por fuera con cuero o terciopelo. Estaban suspendidos por correas pero aún no contaban con muelles y agotaban al viajero con sus movimientos bruscos durante la marcha. La proliferación de coches y el lujo excesivo en ellos llegó a ser preocupante por su despilfarro porque usaban metales preciosos para su adorno, numeroso servicio y mulos para el tiro, restando este animal a las labores del campo, porque atropellaban a los viandantes y espantaban a otras caballerías e, incluso, porque no se paraban cuando pasaba el Santo Sacramento o se veía como un medio de transporte poco viril. Tan importante llegó a ser la crítica a su uso abusivo que, para controlarlo, Felipe III emite, en 1611, una pragmática

historia de La serrana de la Vera; por cierto: una bandolera. También eran un buen punto de información para el rey sobre viajeros extranjeros, embajadores o negociantes mediante un sistema de rondas organizado por Felipe III.
La autorización para instalar una venta se concedía con exención de impuestos y donación de terrenos para su construcción, en particular para las que se ubicasen a más de una legua del poblado. La distribución era muy parecida en todas: se entraba por un portalón con bancos de mampostería a los lados para los viajeros que llegasen de noche cuando el portal estuviese cerrado, y de allí se pasaba a un amplio patio con pozo y pilas y a la casa, al fondo, donde se entraba a la pieza principal que contenía la cocina y a continuación la cuadra. En la planta de arriba había dormitorios múltiples para cuatro o seis personas, a veces con catre de paja en el mejor de los casos y en otras el suelo desnudo o tablón de madera.
Rodeando la venta estaban los corrales y cercas para ganado y caballerías. En el repertorio de Villuga se recogen 214 ventas, siendo el camino de Toledo a Córdoba el que mayor densidad de ventas o posadas recoge a lo largo de su trazado. Muchas de ellas han dado nombre a los pueblos de la ruta.



Derecha, paisaje con puente (s. XVII). Óleo atribuido a la escuela de Jan Pieters. Museo Bellas Artes de Valencia. Debajo, monasterio de El Escorial, la gran obra del Siglo de Oro español. PN.



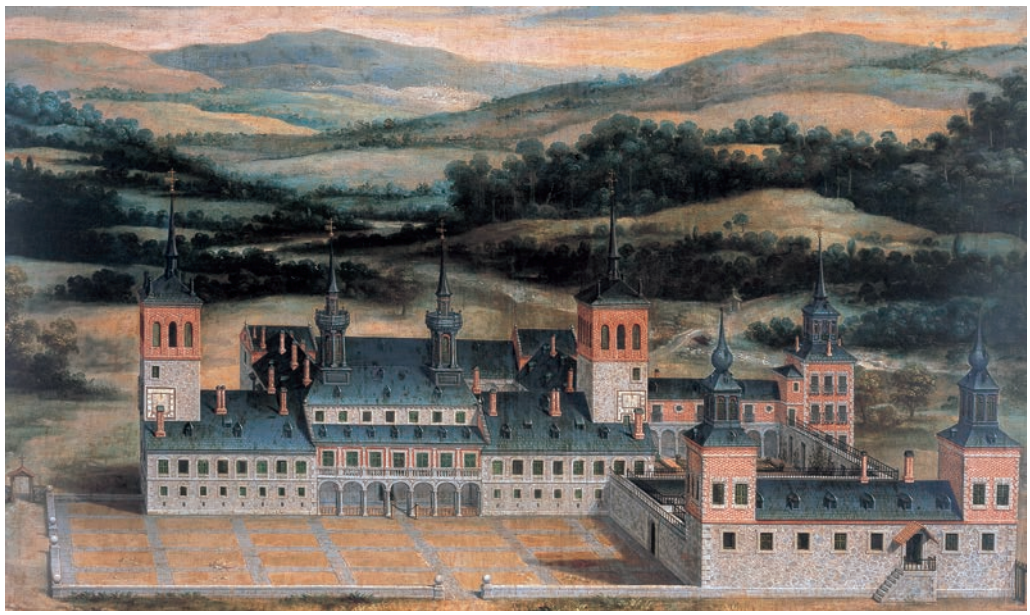
sanción en la que prohíbe que nadie pueda "hacer coche nuevo o usar silla de manos sin licencia del Presidente del Consejo". Y es que en esas fechas había en Castilla 3.000 coches –1.000 de ellos en Madrid (con alrededor de 120.000 habitantes)– y a mediados del siglo XVII, con 8 millones de españoles, ya había en España, país que figuraba a la cabeza de Europa en número de coches, unos 10.000 vehículos de tracción animal entre coches "de rúa" y coches "de camino".

Felipe II es el primer monarca que utiliza un coche para viajar fuera de la ciudad, trasladándose de El Escorial a Guadalupe, pero sus sucesores Felipe III y Felipe IV ya los utilizaban de forma regular. Los coches de rua llevaban seis viajeros y los de camino ocho. Un coche de gran belleza conservado en el Museo de Carruajes de Madrid es la "carroza negra", que, impropiamente, se adjudicó a Juana la Loca, pero finalmente resultó ser de mediados del siglo XVII.

Viajeros renacentistas

A pesar de sus dificultades, los caminos españoles acogían gran número de viajeros tanto españoles como extranjeros y anónimos como ilustres, entre los que se contó con reyes, embajadores o altos funcionarios que legaron a la historia sus relatos e informes que, junto con los repertorios de postas, aportan datos sobre itinerarios, pueblos, ferias, historias locales y obras públicas que son inapreciables para la historia de la caminería del Siglo de Oro por su contenido y, muchos de ellos, por la aportación de planos y hermosos dibujos. También se desplazaban arquitectos, artesanos o artistas para conocer las nuevas formas constructivas, así como ingenieros militares que ampliaban su formación en obras públicas, cuya utilidad se manifestaría en la conversión de las antiguas "carreteras" en las "calzadas" del siglo XVIII. A ello hay que unir los relatos de viajes recogidos en obras literarias de la época, así como los de los peregrinos en su visita a los santuarios españoles.

Los reyes no sólo tenían que viajar para visitar sus dominios, también hacían largos



Vista del Palacio Real de Valsaín. Patrimonio Nacional

viajes para casarse, por enfermedades familiares o para despedir a sus hijos e hijas con motivo de sus bodas. Sus viajes informan detalladamente sobre el itinerario, los medios utilizados, los incidentes, la acogida en los distintos reinos, los festejos y la situación económica y social de los pueblos visitados. Carlos I viaja a Sevilla en 1526 para recoger a su esposa Isabel de Portugal, dejando un informe completísimo de su viaje de ida por Extremadura y vuelta por La Mancha; Felipe II, al que no le gustaba viajar, también hizo un largo viaje en 1585 por Zaragoza, Barcelona y Valencia, y Felipe III viajó a Valencia en 1599 para recibir a la reina Margarita de Austria, con la que se casó en la iglesia mayor de la ciudad, dejando también su informe. Muy documentado es el viaje de Felipe IV a Valencia y Barcelona en 1632 para despedir al príncipe Fernando, su hermano, que partía para Flandes, saliendo de Madrid por Aranjuez hasta Valencia, donde fue muy bien acogido, y siguiendo por la costa por la vía de Tortosa hasta Barcelona. También es interesante para conocer el estado de los caminos su viaje a Andalucía de 1624, en un mal invierno que resultó especialmente accidentado.

Los viajeros de los siglos XVI y XVII debían pagar numerosos impuestos por utilizar los caminos y los puentes, como portazgos, pontazgos, barcajes y otros de diversa índole

Embajadores y eclesiásticos

Hay muchas relaciones de viajes de diplomáticos y su lectura es muy entretenida. Destacan entre ellas el viaje de Toledo a Andalucía del embajador veneciano Andrea Navagero, en 1526, con mucho detalle de su ida por Extremadura y vuelta por lLa Mancha; el *Diario de viaje* de Bartolomé Bourdelot, diplomático que se desplaza en 1581 a Portugal a felicitar a Felipe II por la anexión de aquel reino; Bartolomé Joly, limosnero del rey de Francia, vino en 1603 acompañando al abad del Císter para visitar los monasterios españoles de Valencia, y Francisco Bertaut, que tras su viaje a Madrid con el mariscal Gramont para gestionar el matrimonio de Luis XIV con María Teresa de Austria, legó a la historiografía de los caminos españoles su interesante y amena *Relation d'un voyage d'Espagne*.

Un repertorio muy detallado sobre caminos, costumbres y sociedad de la época es el



Izquierda, jinetes, caminantes y pastores transitan por caminos cercanos a Jerez de la Frontera. Debajo, camino en las afueras de Granada. Braun y Hogenberg en 'Civitates orbis terrarum'. BN.

de los viajes de Santa Teresa, viajera inagotable que, en carreta, mulo o a pie, aunque prefería el carro cubierto con toldos porque ofrecía mayor intimidad a sus hermanas, realizó 28 "andaduras" para sus fundaciones conventuales por Castilla y la ruta de Andalucía.

Peregrinos y escritores

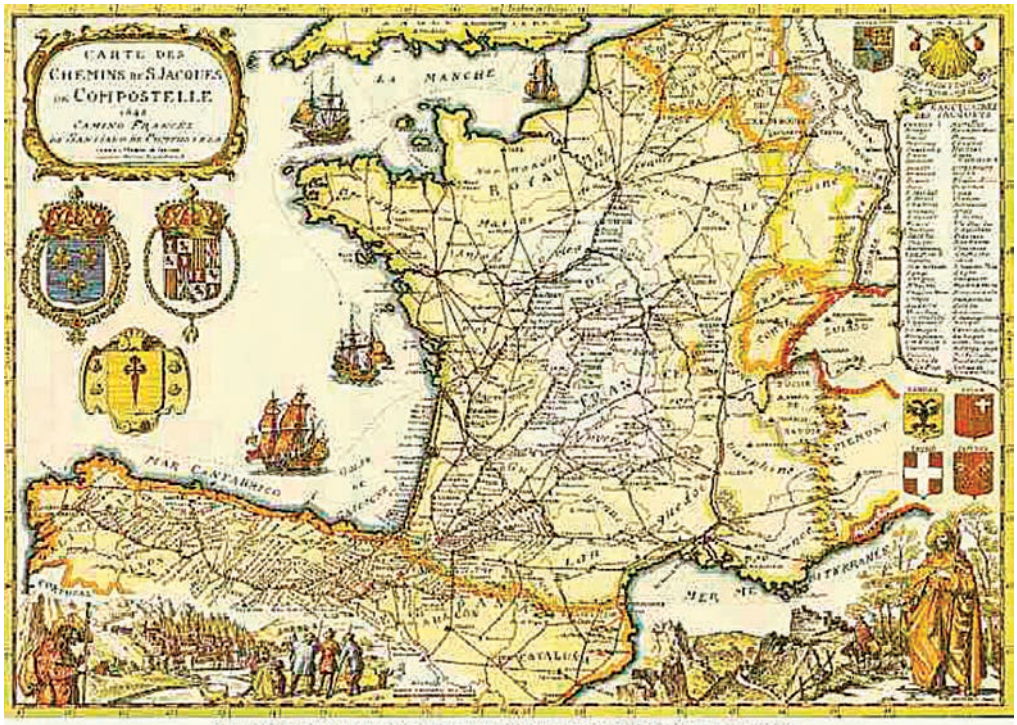
Anónimos peregrinos, reyes y nobles europeos se ponían en marcha hacia el "Camino de Santiago para visitar la tumba del apóstol. No era la mejor época el siglo XVI, debido a la Reforma y la consiguiente fragmentación de la unidad religiosa que había en Europa, a lo que se añadía la creación de santuarios más próximos al lugar de residencia de los posibles peregrinos, pero en el siglo XVII la afluencia se repone e intensifica.

Peregrino famoso que recorrió la ruta de la Plata a finales del XVI, pasando por el monasterio de Guadalupe y el de Nuestra Señora de la Peña, fue Bartolomé de Villalba y Estaña, y dejó escritas sus vivencias e itinerario en *El peregrino curioso y grandezas de España*. Otros relatos como *El peregrino en su patria*, de Lope de Vega, *Los trabajos de Persiles y Segismunda*, de Cervantes, o incluso el *Viaje de Turquía*, atribuido a Pascual de Villalón, ofrecen una visión comparativa a la vez que placentera de las vicisitudes de estos viajeros por los caminos españoles. Un diario que describe aspectos geográficos y costumbres populares es el que el canónigo de Córdoba, Bernardo de Aldrete, escribió durante su peregrinación a Santiago de Compostela hacia 1607.

Un viajero que no revela el motivo de su viaje pero aporta interesantes observaciones y dibujos para el estudio de la caminería hispánica de esta época es Diego Cuelvis, que dejó un diario de su paseo por España y Portugal, entre 1599 y 1600, por el itinerario de Medina, titulado *Chorographia de las Espanhas*. Otro viajero culto fue Gaspar Barreiros, hombre erudito que viajó de Badajoz a Milán en el año 1542 y legó a la posteridad una descripción geográfico-histórica muy detallada de los lugares recorridos desde Extremadura hasta su salida por Barcelona.



Recaudadores de impuestos, co-



Plano de las rutas del Camino de Santiago en Europa occidental y el norte de España.

rreos de postas, geógrafos y otros funcionarios también viajaban por orden del rey e informaban de sus actividades. Una fuente documental muy interesante la constituye la serie de *Relaciones histórico-geográficas de los pueblos de España*, mandada realizar por Felipe II entre 1575 y 1580 para recopilar datos y componer un catastro sobre sus reinos, consistente en una serie de cuestionarios cumplimentados por los pueblos de Castilla la Nueva, sobre orígenes de su población, número de vecinos, características geográficas, caminos, puentes, ventas, economía, etc.

Las rutas de Don Quijote



Finalmente, las aventuras del caballero de la Triste Figura y su escudero constituyen otra aportación inapreciable para conocer las rutas más transitadas de La Mancha. Aunque Cervantes puso buen cuidado en no fijar el "lugar de La Mancha" donde comienza su inmortal novela de caballerías, dejándolo a gusto del lector, lo cierto es que ha dado y sigue dando mucho que hablar a los estudiosos sobre su punto de partida, que sitúan en ciudades como Argamasilla de Alba, Argamasilla de Calatrava, Quintanar de la Orden o Miguel Esteban. Respecto a sus viajes, tal es el interés que han despertado siempre que el mismo Carlos III encargó a Tomás López un mapa con la señalización de los "pasages por donde anduvo Don Quixote", y en él están esos cuatro pueblos más otros tan emblemáticos como El Toboso, Tomelloso o Manzanares. No cabe duda de que Cervantes era buen conocedor de ellos porque uno de sus trabajos fue el de recaudador de las alcabalas para la Corona, con lo cual conocía muy bien caminos, campos, ventas y costumbres, aunque este trabajo fuese, según la creencia, el causante de su prisión en la cueva de Medrano, en Argamasilla de Alba, y como resultado de la escritura de su obra magna. ■



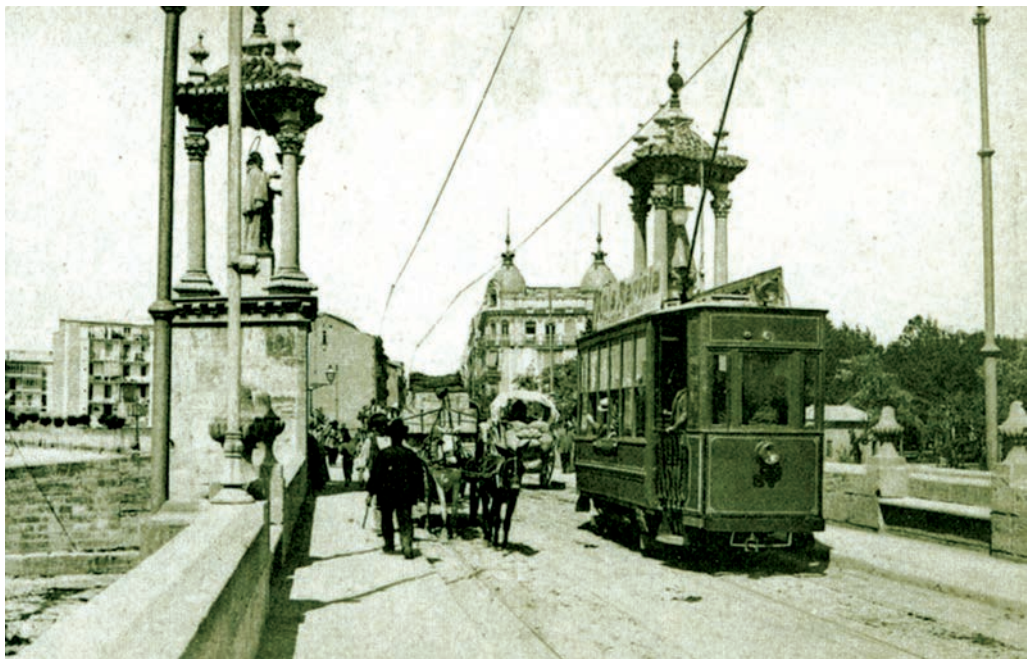
La carestía de puentes en el Siglo de Oro contrastó con la construcción de algunos de indudable valor

Luces y sombras en el camino

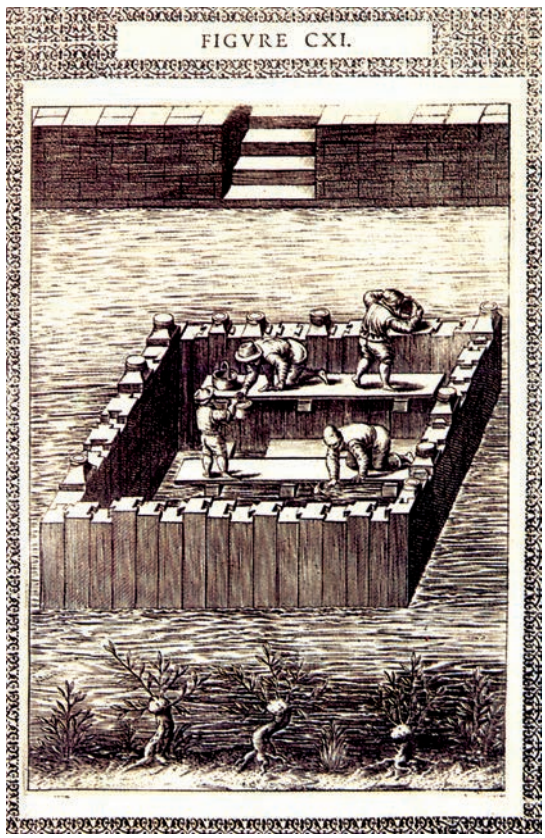
F. JAVIER RUBIATO LACAMBRA

Los puentes, elemento básico aunque escaso en la red caminera española del Siglo de Oro, evolucionaron durante este periodo al compás de la realidad histórica de la época y de la precariedad generalizada de la obra pública. Si en el XVI hubo una cierta actividad en la construcción y mantenimiento de puentes, todavía herederos de las tipologías renacentistas, en el XVII el panorama fue desalentador, ya que sólo se construyeron cuatro de nueva planta de una cierta entidad.

Página opuesta, puente de Almaraz sobre el Tajo, en Cáceres, de 1537. Foto Caballero. Derecha, tranvía sobre el puente del Real, en Valencia, a principios del siglo XX. Fundación de Ferrocarriles Españoles. Debajo, ataguía para cimentar la pila de un puente, grabado de 'Le diverse et artificiose machine', de Ramelli (1580), BN.



Como es bien sabido, la publicación del *Quijote*, tanto la primera parte en 1605, de la que ahora celebramos su cuarto centenario, como la segunda en 1615, coincide con el reinado de Felipe III (1598–1621). Esta etapa supone un punto de inflexión en la evolución política y económica de España. Con este reinado se da por terminado el ciclo de crecimiento y expansión iniciado con los Reyes Católicos un siglo antes.



Las viejas directrices de estructuración del Estado moderno y sus objetivos políticos y sociales quedaban ya muy lejos. No resulta difícil entender este fin de etapa. Son numerosas las causas del mismo: por una parte, la mala administración de las riquezas llegadas de América, así como las propias de la metrópoli. Por otra, la crisis demográfica, consecuencia de las constantes intervenciones de España en los conflictos europeos, que exigieron el envío a tierras extrañas de hombres jóvenes para nutrir los tercios, sin olvidar la expulsión de los moriscos y la constante corriente migratoria a las tierras del Nuevo Mundo, y, en fin, la crisis política como consecuencia de una mala gestión en política exterior y la falta de visión de monarcas y validos.

Todo ello fue llevando al descuido de la obra pública, al abandono de caminos y a la no renovación e incluso escaso, por no decir malo, mantenimiento de los puentes existentes. Lo común fue, en todo caso, concluir algunas de las obras de la centuria anterior. Frente a este camino abocado a la decadencia material se estaba gestando el siglo en que España aportó multitud de obras inmortales a la cultura, al arte y en especial a la literatura. Cervantes (1547-1616) fue testigo y parte de esta transición, además de coincidir su vida con la mitad del reinado de Felipe III. Contaba con ocho años cuando el emperador Carlos I abdicó, y vivió todo el reinado de Felipe II. Esta vida, que



Puente Nuevo o de la Isla en Plasencia (Cáceres), sobre el río Jerte. Foto Rubiato. Debajo, una de las nueve bóvedas del puente de Serranos, en Valencia, de 1518. Foto Rubiato.

es fruto del Renacimiento, llena sin embargo el inicio del Siglo de Oro. Se sitúa, pues, inmediatamente después de Santa Teresa y San Juan de la Cruz, que pertenecen al siglo XVI. Fue contemporáneo del Greco, Lope de Vega, algo anterior a Quevedo, Gracián, Calderón, Velázquez o Murillo, que representan, en su plenitud, la decadencia y el realismo.

Las dificultades del camino

La abundancia de medios con los que contamos en la actualidad nos hace olvidarnos de las condiciones de vida de tan ilustres figuras. Nada tiene en común la situación de nuestros caminos y puentes con la de aquellos tiempos. Nos han llegado gran número de testimonios sobre el mal estado de caminos y puentes. En la mayoría de las ocasiones son los propios viajeros quienes narran las calamidades y penurias sufridas en sus viajes por cualquier región del reino. El paso de los ríos en sí mismo constituía un capítulo aparte debido a las dificultades para ser atravesados y a los numerosos accidentes que con ello se producían.



La mayor parte de los caminos eran de herradura, siendo muy escasos los que permitían el uso de carruajes. Además, el uso de los mismos fue restringido en tiempos de Felipe II. En materia de puentes la situación no cambiaba. A finales del siglo XVI, las Cortes del reino se lamentaban de que de los 300 puentes de los que se tenía noticia que estaban en obras, de construcción o reparación, desde hacia años, sólo se había terminado uno.

Ante la precariedad de los caminos, las formas más habituales de viajar seguían siendo en caballo, mula o en asno, y caminando los más humildes. Don Quijote, con Rocinante, y Sancho, con su rucio, son buenos ejemplos de las formas de viajar en la sociedad de su tiempo. Sin embargo, los reyes y la clase alta, en torno al 1600, viajaban ya en coche. Son numerosas las anécdotas recogidas como consecuencia de esta cos-



Puente de Ariza sobre el río Guadalimar, en Jaén, construido entre 1550 y 1560. Posee cinco bóvedas de cañón y tiene una longitud de 99 metros. Foto Rubiato.

tumbre por autores como Alzola y Minondo, Uriol Salcedo o Santos Madrazo. La más frecuente era el atasco de los carruajes en terrenos fangosos, que en ocasiones suponía la muerte de las cabalgaduras de tiro. Otras son menos dramáticas, como la que narra Santos Madrazo a propósito de un viaje del cardenal Borguese por Aragón en 1591, que hubo de ser transportado a hombros al patinar las ruedas de su carruaje en el hielo. Por tantos sinsabores se convertían posadas y ventas en elemento imprescindible de los caminos.

Otra cuestión, no menos importante, era la escasa señalización de las rutas, lo que hizo habitual el uso de los "repertorios de caminos" para evitar los extravíos de los viajeros. Eran auténticas guías de viaje. Se publicaron a partir de mediados del siglo XVI: el de Juan de Villuega en primera edición, en 1546, y el de Alonso Meneses, en 1576. Con ello se pone de manifiesto la intensificación de viajes y desplazamientos. Además de indicar las direcciones y dar referencias para las distintas rutas, dan noticias de las ventas, lugares de reposo y zonas donde se corría riego de asaltos y pillajes.

El origen de los males

Las causas de tales males obedecían a distintos motivos que, sumados, daban como resultado un panorama desolador. La financiación, o mejor dicho la falta de la misma, solía ser el principal motivo. La legislación vigente en los siglos XVI y XVII para la construcción de obras públicas se basaba todavía en las *Partidas*, cuyos principios no habían sido puestos en tela de juicio. La polémica se centraba en la financiación de las obras. Las localidades donde se realizaban las obras públicas, y sobre todo los puentes, eran las que tenían que costear su construcción, pues se entendía que eran beneficiadas por las mismas.

La escasa financiación, la falta de pericia en la construcción y la corrupción son causas que explican la escasa producción de puentes durante el Siglo de Oro



Puente de Pedrosa del Rey, en León. Foto Rubiato.

Entre 1575 y 1650 esta polémica ya estaba resuelta por medio del sistema de repartimientos, que consistía en la distribución de los gastos en función de la proximidad, medida en leguas, del puente a las poblaciones cercanas a la obra. Para ello se establecía un perímetro imaginario en torno a la infraestructura y se tenía en cuenta el número de hogares y de los habitantes de cada núcleo urbano. Todos los vecinos debían contribuir con igual cantidad, en relación con lo asignado a su localidad. El problema venía a consecuencia del descenso demográfico, pues la asignación de los costosos impuestos a cada población debía ser repartida entre menor número de vecinos, lo que hizo considerar muy onerosos los repartimientos y condujo a numerosas quejas.

Para tener una visión completa, es necesario señalar también otro modo de financiación de las obras, no sustitutivo, sino más bien complementario. Se trata de la "sisa", impuesto sobre la venta de productos que menguaban en forma considerable su rendimiento a causa de esta presión fiscal. Esta práctica fue objeto de picaresca.

Otra causa de la falta de construcción se debía a la ausencia de pericia de quienes construían y, sobre todo, dirigían las obras. Y ello a pesar de una regularización que establecía una ordenanza desde 1500, por la que los proyectos debían ser formulados por personas competentes, previo informe del corregidor, junto a un informe de financiación, y todo ello debía de ser enviado al Consejo de Castilla. Las distintas construcciones no avanzaron en su realización. Más bien

Cuatro ejemplos del XVI

● El puente de Ariza, sobre el río Guadalimar, construido entre 1550 y 1560, fue costeado por el eclesiástico Diego de los Cobos y Molina, obispo de Jaén, para facilitar el camino entre Úbeda y Arquillos. Presenta cinco bóvedas de cañón, la central la más desarrollada. La rasante del tablero es alomada, rasgo que lo diferencia del resto de los puentes construidos por aquellos tiempos en España.

● El puente de Segovia, sobre el río Manzanares, en la salida de Madrid, fue construido en tiempos de Felipe II, entre 1574 y 1584. Las trazas se deben a Juan de Herrera y el maestro constructor fue Gaspar de la Vega. Se construyó con el fin de dar una entrada digna a la que desde entonces iba a ser la capital del reino.

● El puente de San Marcos, sobre el río Bernesga, en León, tiene su origen en la Edad Media, según se recoge en las órdenes del recorrido dadas por Fernando II en 1168. El puente actual data del siglo XVI. Los maestros que hicieron las trazas fueron Felipe y Leonardo de la Cagiga. Está compuesto por ocho bóvedas de cañón.

● El puente de Galisteo sobre el río Jerte se construyó en las proximidades de la villa del mismo nombre, provincia de Cáceres. Mandado construir por el duque de Galisteo, García Fernández Manrique, en 1546. Estos datos aparecen en una placa conmemorativa sobre el tablero. Cuenta con nueve bóvedas y perfil alomado. El tablero presenta una doble alineación.

al contrario, y es que cada obra pública, entre ellas los puentes, suponía un largo proceso burocrático previo a la autorización de la misma y el inicio de los trabajos. El proceso continuaba incluso largo tiempo después de haberse concluido la obra.

Por otra parte, también influía la combinación de las súbitas avenidas –los ríos no estaban lo domeñados que están hoy– con la lentitud de los procesos constructivos. Las bóvedas se construían generalmente una a una, colocaban a las pilas en equilibrio inestable hasta la construcción de la siguiente, y ésta a su vez no estaba fuera de peligro hasta no acabarse por completo la estructura. Esto supuso en numerosas ocasiones la ruina prematura de gran número de puentes.





Arriba, puente de Montejo de la Vega sobre el río Riaza, en Segovia. Foto Caballero. Debajo, puente de Benamejí sobre el Genil, construido entre 1550 y 1556 a instancias de un potentado de la región. Foto Caballero.

A estos problemas había que añadir el de la corrupción, normalmente derivada de la complicidad entre maestros de obras y corregidores, que, empeñados en conseguir pingües beneficios, no dudaban los primeros en ahorrar materiales –escatimando tanto las cantidades como las calidades– y eligiendo los segundos a determinados maestros, con los que tenían mayor grado de connivencia y procurando además el "remate" más alto posible. Esta cuestión no era un fenómeno nuevo en tiempos de Cervantes. Ya los Reyes Católicos trataron de atajar el problema en 1500 desde Burgos nombrando "veedores de obras" (inspectores). La medida no debió ser muy útil, pues cuando las Cortes de Castilla abundaron en 1588, 1589 y 1590 en los graves inconvenientes que plantean los repartimientos, tanto para las nuevas fábricas como para las reparaciones de puentes, insistieron, además, en el beneficio que esta práctica suponía para unos pocos en perjuicio de una mayoría que nunca veía culminadas las construcciones. Pese a todo, dichos problemas se prolongaran durante el siglo XVII. De este modo, no son escasos los pleitos interpuestos a gran número de canteros, que por su incompetencia unas veces y/o corrupción las otras, fueron dirimidos en las Reales Chancillerías, dando como resultado con los huesos de más de un maestro cantero en la cárcel.

Habrá que esperar a la segunda mitad del XVIII para que el Estado se responsabilice de la obra pública y responda de todos los aspectos que conlleva, como planificación, fi-





Izquierda, puente de Briñas, reparado en el siglo XVII. Foto Rubiato. Debajo, puente de Puente Genil (Córdoba), construido entre 1561 y 1581, con tres bóvedas desiguales y una longitud de 47 metros. Foto Rubiato.

nanciación, ejecución, ordenación, etc. Y es que el puente durante toda la Edad Moderna, y por tanto en el tránsito entre el Renacimiento y el Barroco, se concibe, al menos en España, como elemento autónomo, no planificado en función del conjunto de la red de caminos. Situación muy similar a la del marco internacional del momento, pero de enorme contraste con Francia, que ya por esta época, 1600, estableció con el Gobierno de Sully una estructurada red de caminos.

En general, durante esta etapa histórica fue más frecuente la consolidación y mantenimiento de lo existente que la construcción de nuevos puentes. Aun así, y a pesar de las dificultades y problemas antes expuestos, se construyeron obras de gran interés, que ocupan hoy un lugar destacado en la historia de la ingeniería. No puede pasar desapercibido que el puente es concebido por primera vez como objeto bello, como monumento en sí mismo.

Con la creación del Estado moderno quedó implantado el principio de autoridad real, y con él la monarquía se convirtió en el eje vertebrador del Estado. Los reyes se convierten de este modo en los grandes promotores de la obra pública. Pero la complejidad política llevará, con la multiplicación de los conflictos exteriores y la falta de medios, a un paulatino abandono de dicha tarea. Ante esta situación, no sólo la Corona será la promotora de las nuevas obras. Grandes señores también se ocuparán de la promoción de puentes. Siempre y cuando su uso se realice en beneficio público y no para provecho exclusivo del señor, como ocurrió durante la Edad Media. Ejemplos de estos benefactores privados fueron los casos de Diego de Bernuy y Orense, regidor de Burgos y señor de Benamejí, que costeó el puente de dicha localidad, o el del puente de Montalbán (Burgos), costeado por Íñigo López de Mendoza en 1542. También la Iglesia promovió la construcción de puentes a expensas de las arcas de grandes obispos pertenecientes a la clase nobiliaria en origen. Como sucede en el caso del puente de Ariza sobre el río Gua-



Puente de Castro del Río sobre el Guadajoz (Córdoba), del siglo XVII y demolido a finales del siglo XX. Foto Caballero.

dalimar. Costeado entre 1550 y 1560 por Diego de los Cobos y Molina, obispo de Jaén, o el de El Obispo, debido al empeño de Alonso Suárez de la Fuente el Sauce, que fue obispo primero de Mondoñedo, después de Lugo y más tarde de Jaén, donde encargó este puente. Y en ocasiones los mismos pueblos se convirtieron en autopromotores de sus puentes.

El punto de partida. Las fuentes de inspiración

El puente en los inicios del siglo XVII sigue siendo heredero de los principios e ideas renacentistas. A diferencia de lo que ocurría con la arquitectura palaciega o religiosa, el constructor de puentes no sólo partía con una experiencia acumulada de oficio durante la Edad Media, sino que también disponía de modelos. Los puentes romanos se constituían como excelentes ejemplos y representaban uno de los capítulos más destacados de la ingeniería romana. Sin duda se trataba de una ventaja, pues eran una fuente de información directa que mostraba el modo de buen hacer.

Pero además de estos modelos como fuente de estudio son abundantes los ensayos de eruditos, que muestran al maestro constructor la manera del buen construir. La práctica totalidad de los tratados aluden a la construcción de los puentes. Entre ellos destacan Alberti (con *Re aedificatoria*); Palladio (trata la cuestión en su tercer libro de Arquitectura); Filarete (lo aborda en el libro décimo tercero de su tratado); Tibaldi o Scamozzi. Todos buenos conocedores de las técnicas y usos constructivos y analistas de la obra clásica.

En general, Alberti, marca los puntos esenciales en la construcción de los puentes en aquella época. Éstos eran básicamente cuatro. En primer lugar, era de gran importancia la creación de un muro sólido que contuviera las ri-

Una obra desaparecida

El puente de Castro del Río sobre el río Guadajoz (Córdoba) era del tipo bóveda de cañón, de ladrillo, con pequeñas luces, lo que hacía multiplicar sus bóvedas al número de nueve. Esto le daba una imagen de masa compacta. Para disminuir la resistencia del agua se crearon sobre las pilas arquillos de aligeramiento, consistentes en pequeñas bóvedas de 1,50 metros de luz. La longitud total era de sesenta metros. Las pilas resultaban macizas y bajas, como todo el conjunto. A ellas se adosaban potentes tajamares, aguas arriba de planta triangular y aguas abajo semicilíndricos. A ambos lados se remataban con sombreretes semicónicos.

En torno a 1912-13 cambió totalmente la fisonomía del puente, de fábrica de ladrillo visto, que fue recrecido y recubierto de hormigón, hecho que estropeó su aspecto, dando siempre la sensación de descuidado y sucio. En uso hasta 1993, fue demolido, según los informes, por insuficiente capacidad de desagüe en caso de avenida. Fue ésta una solución muy drástica para un puente singular y casi único en su época. El puente que lo sustituye, de aspecto vanguardista, es de dudoso valor estético.



Puente de Galisteo sobre el Jerte, en Cáceres. Construido en 1546, con nueve bóvedas de cañón y un perfil alomado. Foto Rubiato. Debajo, torre-capilla del puente del Obispo, en Jaén, construido entre 1505 y 1518. Foto Rubiato.

beras, construyendo un fuerte estribo que soporte las cargas laterales. En segundo término, aconsejaba que las pilas fueran sólidas y se construyeran en número par para facilitar la evacuación del agua; de este modo, el número de vanos de la estructura siempre es impar, pareciendo más adecuada esta disposición al cauce del río. Se muestra preocupado en cuanto a las proporciones. Recomienda que el espesor de las pilas equivalga a un cuarto de la altura del puente. Olvidándose de los modelos romanos, pero con un gran sentido ingenieril, propone el uso de tajamares como defensas, tanto aguas arriba como abajo, siempre paralelos al eje del río, a ser posible apuntados. Los cimientos han de construirse por medio de un cercado de estacas, impermeabilizando las juntas y excavando en su interior. En tercer lugar, las bóvedas deben ser de medio punto. Para que las proporciones fueran correctas, su luz debía oscilar entre cuatro y seis veces el espesor de la pila. Y por último, la calzada debía ser muy dura para resistir el desgaste y tener un uso prolongado.

Los constructores españoles de puentes del siglo XVI se inspiraron en tratadistas italianos clásicos como Alberti, Palladio, Filarete, Tibaldi o Scamozzi



Este tratado supuso un modelo para los estudios posteriores. Toma como principios la técnica constructiva y la proporción en las obras. Su repercusión fue muy importante en nuestro país. Pero también en España se redactaron estudios sobre la construcción que trataban como otra cuestión más los puentes. Así, Pedro Juan de Lastanosa, ingeniero al servicio de Felipe II, además de contar con un amplio currículo, publicó *Los 21 libros de los ingenios y de las máquinas*. Lastanosa, partiendo de Alberti, poco a poco profundi-



Puente de Jaraicejo sobre el río Almonte, en la carretera de Madrid a Badajoz. Construido entre 1630 y 1640. Foto Rubiato.

zó en la cuestión, llegando a un mayor nivel de detalle que el italiano. Otro estudioso fue fray Lorenzo de San Nicolás, que publicó en 1633 *Arte y uso de arquitectura*. Más despegado de Alberti, fray Lorenzo transmite un espíritu práctico, quizás fruto de la situación critica de la España del siglo XVII, o fruto de la observación de gran cantidad de puentes arruinados. Aunque en su tratado da normas sobre técnicas y proporciones a la hora de construir obra nueva, se inclina más por el mantenimiento de lo ya construido, instando a la acción. Sin duda, ambas aportaciones mantienen unos postulados muy diferentes. Mientras el primero aboga por la innovación, el segundo tiende al conservadurismo.



De la teoría a la práctica. Los rasgos esenciales

Tal proliferación de tratados y estudios no resultó baldía. De hecho, tanto los textos como las láminas eran utilizados por los maestros como si se tratara de manuales de referencia a la hora de enfrentarse a la proyección de una nueva obra o la reparación de alguna arruinada. Como consecuencia, a pesar del teórico seguimiento de la antigüedad, se produjeron mejoras y cambios tanto en la práctica como en la concepción del puente. Surge así un sistema que perfecciona el zampeado, denominado "emparrillado", documentado por primera vez en Francia en 1601. Consistía en la creación de una cuadrícula sobre el lecho del río por medio de madera carbonizada e hincada y otra colocada y clavada sobre ella, definiendo la cuadrícula. En los espacios resultantes se colocaban sucesivas capas de piedra. Este entramado no se limitaba a las bases de las pilas, sino que en gran número de ocasiones abarcaba una buena parte del cauce del río, tanto aguas arriba como abajo. Este procedimiento fue utilizado hasta principios del siglo pasado. En cuanto a la pila, pierde en espesor, ganando por tanto esbeltez. Su espesor suele representar, tanto en los puentes renacentistas como barrocos, entre un quinto y un sexto de la luz de la bóveda, a pesar de lo cual el aspecto suele resultar pesado por la costumbre típica en España de prolongar los tajamares, hacia arriba, hasta la rasante del tablero; se convierten así en tambores que además aportan estabilidad, amplitud y monumentalidad al conjunto. Se generalizan los tajamares apuntados, aunque no resulta extraño encontrar también semicirculares, incluso aguas abajo.



Puente de la Estrella. Foto Rubiato.

Durante el Renacimiento, el deseo de semejanza con los modelos clásicos llevó a preferir las rasantes rectilíneas. Esta tendencia se mantuvo hasta el siglo XVII. Aporta mayor sensación de equilibrio y comodidad a los transeúntes, lo que conlleva en la mayoría de los casos a un desarrollo grande de los estribos. El puente de Almaraz es un buen ejemplo de este hecho, como los de Montoro o Mazuecos.

En lo referente a las bóvedas se observan dos líneas de actuación: una funcional, que busca la mayor comodidad en el tránsito, y otra que vuelve la mirada hacia los modelos romanos. La primera es ajena a España. Utilizará bóvedas segmentales o rebajadas que contienen varios ángulos, frente a los dos rectos empleados por los romanos, lo que permitía el rebajamiento de hasta un quinto de la flecha respecto la luz. El mejor ejemplo es el puente de la Trinidad, de1567. Encargo de Cosimo de Médicis a Bartolomeo Ammanati, estaba compuesto por tres bóvedas rebajadas de singular belleza. Sin embargo, en España se sigue la segunda línea, buscando la aproximación al ideal romano, debido, sin duda, a la abundante presencia de restos de puentes todavía en servi-

Puente de la Estrella

Con una longitud de 40 metros y una anchura del tablero de 3,30 metros, este puente, que salva el río Guadiato entre Espiel y Villaviciosa de Córdoba, consta en la actualidad de tres bóvedas aunque originariamente debieron ser cuatro. Son bóvedas de medio punto de fábrica de ladrillo con doble rosca. La mayor alcanza los 11,50 metros de luz y se centra en el curso del río. Las otras dos son de 7,30 y 4,00 metros, respectivamente. El espesor las pilas centrales es 6,10 metros y la lateral de apenas 3,30. A diferencia de las roscas del arco, el tímpano es de fábrica de mampostería, al igual que las pilas. Integrados en las mismas presenta aguas arriba tres tajamares muy apuntados, a modo casi de espolones, con la peculiaridad de que sus vértices están rematados con hiladas de ladrillos dispuestos a soga y tizón. Debieron presentar remates superiores hoy perdidos. Aguas abajo en la actualidad quedan dos, flanqueando la bóveda principal. Son de forma cilíndrica, a modo de cubos, aunque la base de uno de ellos es recta.

La silueta, algo alomada, recuerda los puentes medievales, lo que repercute en la rasante del tablero, hoy descarnado. Este perfil se subraya por medio de la imposta con la que se remata el tímpano en su extremo superior. Es de ladrillo de la misma calidad que el de las bóvedas. El pretil, a juzgar por los restos que aún quedan, debió ser de mampostería. En el punto más alto la rasante del tablero alcanza los 17 metros de altura.

Lamentablemente, la construcción del embalse de Puente Nuevo ha afectado de manera decisiva a su conservación, al permanecer cíclicamente inundado en invierno y primavera. Esta circunstancia, sin duda, ha empeorado su ya de por sí mal estado, con una bóveda perdida, el pretil roto y los tajamares semidestruidos.





Derecha, puente del Marmolejo (Jaén), de 1518, parcialmente derruido por avenidas en el siglo XIX. Debajo, Puente Nuevo de Galapagar, (Madrid), del último cuarto del XVI. Su arquitecto fue Juan de Herrera. Fotos Rubiato.

cio por toda nuestra geografía. Así, la mayor parte de los puentes se construyeron con bóveda de cañón: Benamejí (Córdoba), Ariza, Marmolejo (Jaén), de Segovia (Madrid) o San Marcos (León). Tampoco fueron extrañas las bóvedas ligeramente apuntadas: puente del Mar (1597) o del Real (1598), ambos en Valencia, sobre el Turia.

El tablero beneficiado por los tambores, que como ya se ha dicho son el resultado de la prolongación de los tajamares en altura, aumenta la anchura de la plataforma en las zonas de unión de ambas superficies. El tablero suele configurarse con única alineación siempre recta y abandona el alomamiento, salvo casos excepcionales u obras de exclusivo ámbito rural. En lo referente a su anchura, aunque el ideal está puesto en las obras romanas, son pocos los puentes de la época que superan los siete metros de ancho en su tablero. Puentes como el de Jaraicejo solo cuentan con 4,20 metros, el de Galisteo 5,40 m, los de Benamejí y Puente Genil alcanzan 6,50m, el de Almaraz 6,80m. Coincidiendo con las medidas romanas del puente de Salamanca (7,30 m) o el de Mérida (7,80 m) estaría el de Marmolejo (7,20 m), y algo más ancho es el de Montoro (8,40 m). Sólo el puente de Segovia, en Madrid, supera decididamente la anchura de las obras clásicas con sus 12 metros, al tratarse de una construcción realizada en la salida de la capital del reino.

Uno de los rasgos característicos de los puentes españoles de este periodo es el gran desarrollo de sus tímpanos. La causa fundamental se debe al uso de la bóveda de cañón. Dicha progresión no resulta negativa al ser siempre proporcional al conjunto. Muy lejos está aquí la estilización del tímpano del puente de la Trinidad, de Florencia, ya mencionado. Por otra parte, se generaliza en el pretil, normalmente conformado por ortostratos, el empleo de albardilla, con efecto almohadillado muy pronunciado y perfectamente labrada. También la imposta, siempre presente en aquella época, dispuesta entre el pretil y el tímpano, que proporciona un bello efecto de luces y sombras.

Las obras

Es difícil saber con exactitud lo que se construyó en aquellos tiempos. Desde el reinado de Carlos I el ritmo se fue ralentizando. Así pues, la sensación es que más bien se hizo poco. Pero la realidad es que, a pesar de todos los males que aquejaban a la cons-



Puente de Segovia sobre el río Manzanares, en Madrid. Fue construido a finales del rerinado de Felipe II para dar lustre a la entrada a la capital. Foto Caballero.

trucción y reparación de puentes, se construyeron obras de indudable valor. En tiempos del Emperador se terminaron en Andalucía los puentes de Mazuecos, del Obispo y Marmolejo sobre el Guadalquivir. El de Benamejí y Puente Genil sobre el Genil. En Cáceres, el de Trujillo sobre el Jerte. El de los Serranos sobre el Turia en Valencia, entre otros. Del reinado de Felipe II, en Andalucía se construyen el de Ariza sobre el Guadalimar, en Jaén, y el de Zuazo en la Isla de León, en Cádiz. En Extremadura, los de Almaraz, Las Palmas y Badajoz sobre el Guadiana. En Valencia, el Real y el del Mar, sobre el Turia. En La Rioja, los de Santiago, San Andrés, el de Arenzana y otros en el Najerilla. En Castilla, el puente de Saldaña y otro en Carrión, en Palencia, y se repara el de Cabezón. En Madrid, el de Galapagar, sobre el Guadarrama, y el de Segovia en la capital, en la vega del Manzanares.

Para conocer los puentes construidos en el reinado de Felipe III y el resto del siglo XVII se puede tomar como fuente de información a Celestino Espinosa y Ceán Bermúdez. El resultado es desalentador. Sólo se construyeron cuatro puentes: uno sobre el Turia en Valencia; otro en Sansiola sobre el Deva, construido por Juan de Olaeta; el de Jaraincejo, en el camino de Madrid a Badajoz, construido entre 1630 y 1640, y el de Briñas sobre el Ebro por el maestro Urquiola. Ante resultado tan desalentador no cabe más remedio que

Mucho por hacer

La conservación de los puentes históricos es una tarea en la que aún quedan muchas cuestiones por resolver. Al ser sustituidos por puentes nuevos, los antiguos quedan sin función y, en general, se abandonan, deteriorándose a merced de los agentes atmosféricos y ambientales hasta su total hundimiento. Sin embargo, se trata de un patrimonio de gran interés histórico y técnico, e incluso en muchos casos artístico. En los últimos años numerosos investigadores y estudiosos, tanto desde la ingeniería como desde la historia, dedican su esfuerzo al estudio y conservación de estos bienes. También desde la Administración se dedica el 0,7 % de lo invertido en nueva obra pública para la conservación de esta herencia.

A pesar de todo, aún queda mucho por hacer. Especialmente en un nivel básico: local, municipal. Entre las medidas a tomar sería interesante señalizar la situación de los puentes históricos. Además, difundir su valor patrimonial junto a los demás bienes culturales en las distintas regiones y comarcas. Respetar la integridad de la obra antigua en los proyectos de intervención, así como velar por la limpieza de la estructura y su entorno, creando zonas de esparcimiento, y si se encuentran apartados de las carreteras actuales, facilitar caminos de acceso. Se trata, sin duda, de un legado al que no se puede renunciar. Si no se hace todo lo posible para que se conserven, hoy no , pero quizás mañana haya que lamentar este descuido.



Puente de San Marcos, de bella factura y gran longitud (146 metros), se construyó en el XVI en la salida de León hacia la ruta del Camino de Santiago. Foto Rubiato.

consultar otras fuentes. Alzola, que sigue en su estudio a los anteriores investigadores, comenta que es muy posible que se construyeran más y cita que no se tuvieron en cuenta por complicaciones administrativas las obras realizadas en las comarcas aforadas, nombrando los puentes de Amute, Mendo e Ireta. No sólo en dichas regiones, hoy gracias a gran número de estudios, sabemos que se construyeron gran cantidad de puentes, aunque se trataba de obras más pequeñas y de menor entidad.

De los nombrados hay que aclarar que el de Briñas sólo fue reparado, como también lo fue el próximo, sobre el Ebro, de San Vicente de la Sonsierra, reconstruido allá por 1602 por el cantero Diego de Sisniega. De entre todos, el más significativo del siglo XVII fue sin duda, el de Jaraincejo. Construido sobre el río Almonte, en la provincia de Cáceres, entre 1630 y 1640, se trata de un puente bien documentado. Se construyó por iniciativa de Juan de Carvajal, cardenal de Sant'Angelo. Su conformación es peculiar. Compuesto por nueve bóvedas de cañón, se articula en dos zonas diferenciadas: una formada por bóvedas de unos 12 metros de luz y otro tramo compuesto por seis de luces próximas a los ocho metros. Las pilas también varían sus dimensiones según los tramos. Mientras en el primero rondan los cinco metros y medio de espesor, en el segundo apenas alcanzan los dos y medio. Los tajamares son regulares aguas arriba, rematados por sombreretes gallonados, mientras que aguas abajo son rectangulares. La alineación del tablero es única. La singularidad reside en que entre ambas zonas se dispone una gran rampa cuyo fin debió estar en facilitar el acercamiento al cauce. Además sobre el tablero, a modo de espadaña, se sitúa un monumento en el que aparecen labrados los escudos del reino, la localidad y el promotor de la obra.

Los escasos puentes nuevos del siglo XVII eran básicamente rurales y producto del esfuerzo de cientos de agricultores, que no contaron con ayuda económica estatal

Otro buen ejemplo de puente de esta época es el Puente Viejo de Castro del Río, desaparecido no hace mucho tiempo. Tuvo como antecedente un puente del siglo XIV, y curiosamente la imagen de dicho puente aparece en el escudo local, aunque el que ha llegado hasta nosotros es el del XVII según comentaba Celestino Espinosa en su *Reseña*



Puente de Cabezón del Pisuerga. Foto Caballero. Debajo, Puente Real de Valencia, de 1598. Foto Rubiato.



de varios puentes construidos en España desde la antigüedad a principios del siglo XIX, uno de los primeros trabajos que trataron de salvaguardar nuestro patrimonio de ingeniería histórica, que fue publicado por entregas en la *Revista de Obras Públicas* allá por al año 1879.

Pero, en general, los puentes que se construyeron en aquella época eran de carácter rural. Fruto del esfuerzo de cientos de campesinos, al margen de cualquier ayuda estatal. Se trataba, por tanto, de obras de menores dimensiones que las nombradas anteriormente, y solían carecían de cualquier tipo de pretensión más allá de la puramente funcional de permitir el paso.

La falta de documentación y su ubicación en caminos en la actualidad poco transitados o abandonados ha contribuido al desconocimiento de su existencia. A pesar de ello, por toda la geografía nacional se pueden encontrar magníficos ejemplos. Por citar algunos, los puentes de Alcañíz sobre el Guadalupe, Puenseco, en Rábielos de Mora, en el río Mijares, en Teruel; los de Serraduy y Puebla de La Roda sobre el Isabena, en Huesca, probablemente de origen medieval, reconstruidos en este periodo. El de Peroblasco sobre el Cidacos, en La Rioja. Al sur, en plena Sierra Morena, se encuentra semiderruido el puente de Venta de la Estrella, sobre el río Guadiato, en el antiguo camino de Córdoba a Extremadura. En Huelva, el de los Cabriles, sobre el río Odiel, uno de los pocos que presentan la licencia decorativa de transformar la forma de los tajamares en cabezas de carneros. También sobre el mismo río y provincia son de destacar los de Pelambres y San Rafael.

Las obras citadas pueden servir de muestra para observar que no fueron tan escasos los puentes construidos en torno al 1600 como a primera impresión puede parecer. Más bien, la falta de mantenimiento, el desinterés, la utilización de nuevas rutas y los avances en materia de comunicaciones e infraestructuras han tenido como consecuencia su abandono. Sea bienvenida, pues, la conmemoración que este año celebramos, si además de encomiar una novela universal sirve para recuperar la conciencia sobre este patrimonio tantas veces olvidado. ■



"En aquel instante sonó una corneta de posta en la calle, y asomándose el maestresala a la ventana, volvió diciendo: *Correo viene del Duque, mi señor; algún despacho debe traer de importancia.*"
(Don Quijote de la Mancha; segunda parte; capítulo XLVII.)

Dibujo original de Teodoro Delgado, de la Agenda Postal de 1958

Los fundamentos del servicio postal moderno

El correo en tiempos del 'Quijote'

GASPAR MARTÍNEZ LORENTE, PEDRO NAVARRO MORENO

En los primeros albores del siglo XVI, bajo el reinado de Juana la Loca y Felipe el Hermoso, ve la luz el correo como servicio regular y exclusivo de la Corona. Adjudicado en régimen de monopolio a la familia Tassis, con una tradición de siglos en el establecimiento de comunicaciones postales para otras cortes europeas, alcanzará pronto un sólido desarrollo hasta extenderse su uso en capas más amplias de población.

Entró el correo sudando y asustado y sacando un pliego del seno le puso en las manos del Gobernador, y Sancho le puso en las del mayordomo, a quien mandó leyese el sobrescrito que decía así: "A don Sancho Panza, gobernador de la ínsula Barataria, en su propia mano o en las de su secretario". (II, capítulo XLVII)



"Cuando la diste mi carta, ¿besóla?. ¿púsosela sobre la cabeza?, ¿hizo alguna ceremonia digna de tal carta o qué hizo?"
(Don Quijote de la Mancha; primera parte; capítulo XXXI.)

Dibujo original de T. D., de la A. P. de 1958

A lo largo y ancho de la obra cumbre de la literatura española se pueden leer fragmentos como éste, donde se suceden escenas relativas al mundo del correo. Cartas enviadas y cruzadas entre sí por los principales personajes de la novela, portadores de mensajes de todo tipo y una rica variedad de términos que recogen diversos aspectos del quehacer postal de la época, salpican toda la obra.

Cervantes ha demostrado ser un gran conocedor de la vida cotidiana de su tiempo, a caballo entre dos siglos. Continuas referencias al ámbito legal salpican la obra, así como sus detalladas descripciones de los personajes que transitan por ella, que no son más que el fiel reflejo de la sociedad española. Del mismo modo, y es lo que más nos interesa ahora, conoce el preciso funcionamiento del correo, y lo conoce por ser un gran observador de la realidad vital y, además, porque algunos de los diversos oficios que desempeñó durante parte de su vida –camarero de monseñor Giulio Acquaviva en Roma, comisario de abastos o recaudador de impuestos en Sevilla– estaban íntimamente ligados al mundo de la posta y las estafetas. Oficios públicos que necesariamente obligaban a mantener una correspondencia oficial con los organismos de los que dependían.



Retrato de Cervantes. Biblioteca Nacional.

Orígenes del correo moderno

El nacimiento del correo moderno en España surge tras la entronización de Juana I la Loca y Felipe I el Hermoso en los primeros años del siglo XVI. Felipe, como archiduque de Borgoña, ya había establecido un acuerdo con la familia Tassis para que desempeñaran las labores de correo en los territorios de sus dominios, nombrando en 1500 a Francisco de Tassis como maestre de posta. Al ser coronado rey de Castilla, ordenó al mismo en 1505 que se hiciera cargo de establecer las comunicaciones postales entre España, Francia, Alemania y Güeldres, determinando el tiempo que debían tardar los correos en llevar la correspondencia entre las principales ciudades de



Los caminos de España en 1546, según el Reportorio de Villuga. Mapa del Atlas de España.

estos reinos y condados, teniendo siempre dispuestas postas con buenos caballos para la realización del servicio.

La peculiaridad de este compromiso con la familia Tassis consistía en que el cargo de correo mayor lo ostentarían en calidad de monopolio y además sería un servicio destinado al transporte de personas y correspondencia, pero circunscrito al ámbito áulico. Los Tassis, originarios de Bérgamo (Italia), tenían una gran tradición desde el siglo XIII como organizadores del correo en las diferentes cortes europeas, con sobradas muestras de buen funcionamiento y efectividad. Téngase en cuenta que el área de su circunscripción se limitaba a los dominios europeos; para los territorios americanos, Fernando el Católico había nombrado en 1514 a Lorenzo Galíndez de Carvajal, como correo mayor de Indias con las mismas obligaciones y prerrogativas que tuvieron los Tassis, es decir, el monopolio familiar del tráfico postal allende el océano. Este nombramiento fue ratificado por el emperador Carlos en 1525.

Por concesión real, la familia Tassis ostentó desde comienzos del siglo XVI el monopolio de las comunicaciones postales en España y en los dominios europeos de la Corona

La vastedad de territorios que había que controlar, tras su nominación como emperador, exigía un sistema postal rápido y efectivo, que solamente podían asegurar los miembros de la familia Tassis. Anteriormente, el 12 de noviembre de 1516, se firmó un convenio, que ratificaba el nombramiento hecho por Felipe el Hermoso, entre Carlos I y Francisco y Bautista de Tassis, que regulaba el establecimiento de postas para su propio servicio en España, Roma, Nápoles, Alemania y Francia. Además, el correo mayor debía tener su residencia en la ciudad donde estuviera el soberano y formar parte del séquito regio con correos y caballerías en tiempos de guerra. Este monopolio se circunscribía al servicio real, como lo prueba el artículo noveno del convenio, que establecía que sólo para el servicio del rey podrían ordenarse y disponerse las postas. Además de los privilegios otorgados a los Tassis, el monarca pagaría anualmente la cantidad de once mil ducados de oro por el servicio.

Un segundo convenio fue firmado entre ambas partes al año siguiente, en los mismos términos



"Vuesa merced, respondió el paje, es mujer dignísima de un gobernador archidignísimo y para prueba desta verdad, reciba vuesa merced esta carta y este presente".

Dibujo de Antonio Carnicero y grabado de Fco. Muntaner, 1777

y con las mismas prerrogativas, insistiéndose mucho en que no se harán correr las postas sino por cartas o negocios del rey.

La importancia que el correo adquirió a partir de este momento fue inusitada. Los territorios propiedad de la Corona fueron ampliándose paulatinamente a lo largo del siglo XVI, tanto en Europa como en América. Esto obligaba a desarrollar dos ámbitos específicos para el control de dichos territorios: la distribución de un ejército que impusiera la presencia española y el desarrollo de una administración que fuera capaz de resolver los problemas generados más allá de la Península. Así, el correo fue fundamental para el mantenimiento de las relaciones burocráticas entre la Corte y sus posesiones, convirtiéndose en el vehículo adecuado, basado en la modernización de las infraestructuras y dotado del personal capacitado, para imprimir la máxima rapidez en las comunicaciones postales.

El hecho de que el correo mayor estuviera dedicado al transporte de la correspondencia oficial, no significaba que no existiera la posibilidad de la relación epistolar entre particulares. Ésta, se producía a través de dos medios diferentes, por una parte, aquellos con capacidad económica para establecerla, como nobles o comerciantes, contaban entre su personal con individuos encargados del transporte postal llamados, entre otras denominaciones, propios. En el *Quijote* hay numerosas referencias a esta tipología de mensajeros, como en el capítulo en que Sancho Panza recuerda a la duquesa: "... y que le suplico no se le olvide de enviar con un propio mi carta y mi lío a mi mujer Teresa Panza..." (II, cap. XLVII).

El otro modo de llevar correspondencia entre particulares era a través de la propia red postal de los Tassis. Las cartas se entregaban en los oficios del correo mayor o de sus tenientes del correo, donde eran guardadas en *caxones*, tascas o empanadas, hasta que era posible enviarlas conjuntamente con los despachos oficiales. A partir de 1580, se puso en marcha el sistema de estafetas que estaba abierto a la correspondencia privada.

La infraestructura viaria

El ámbito fundamental donde se desarrolla la mayor parte de la novela cervantina son los caminos. "¡Oh tú, sabio encantador, quienquiera que seas, a quien ha de tocar el ser coronista desta peregrina historia! Ruégote que no te olvides de mi buen *Rocinante*, compañero eterno mío en todos mis caminos y carreras" (I, cap. II). Nuestro ilustre caballero andante recorre buena parte de nuestra geografía, al libre albedrío de su rocín, transitando por caminos reales o veredas, los mismos que hollaban los correos del rey o los propios del mercader.

La intrincada orografía hispana estaba atravesada por una multitud de caminos de tipología diferente. Los restos de la red viaria romana se entremezclaban con los escasos caminos carreteros de ámbito comarcal. Los caminos reales enlazaban las principales poblaciones de la Península, utilizados principalmente para las jornadas regias y por los más importantes personajes y

funcionarios de la Corte, así como para el transporte militar: "...y así, digo que sustentaré dos días naturales en metad de ese camino real que va a Zaragoza..." (II, cap. LVIII). Pero los más usuales eran los caminos de herradura, es decir, aquellas sendas y veredas que recorrían los viajeros a pie o a lomos de caballería.

Es evidente que los coprotagonistas del *Quijote* son los viajeros, ese muestrario variopinto de personajes que recorren los caminos con diferentes finalidades e intereses. Es un tópico creer que durante la Edad Moderna la inamovilidad era la tónica general, como lo demuestran las constantes migraciones que se producían desde los pueblos a las ciudades, del noroeste al sur de la Península, sin olvidarnos de los inmigrantes extranjeros, sobre todo franceses, en busca de mejor fortuna. Era usual, y así lo describe Cervantes, el continuo transitar por los caminos en dirección a Sevilla, puerta de América, adonde acudían para embarcarse campesinos, soldados, frailes, funcionarios o mercaderes, como el personaje cervantino, el licenciado Juan Pérez de Viedma, hermano del cautivo, que se dirige hacia la ciudad hispalense para unirse a la flota, pues: "...iba proveído por oidor a las Indias, en la Audiencia de México" (I, cap. XLII).



"Y sacando dos cartas las puso en manos de la Duquesa: la una decía en el sobrescrito: *Carta para mi señora la Duquesa tal, de no sé dónde.* Y la otra: *A mi marido Sancho Panza, gobernador de la Insula Barataria, que Dios prospere más años que a mí.*"
(Don Quijote de la Mancha; segunda parte; capítulo LII.)

Dibujo original de T. D., de la A. P. de 1958

Pero los caminos no eran únicamente los espacios transitables entre un lugar y otro, sino también un ámbito de sociabilidad que cobraba vida en las ferias y mercados de pueblos y ciudades, donde se encontraban arrieros, carreteros, ganaderos y comerciantes. Todos estos personajes se volvían a encontrar junto con peregrinos, estudiantes, funcionarios, soldados y correos en las ventas, mesones y posadas que jalonaban la red itineraria española de la época: "...Ora la contraria fortuna os traiga y vuelva a pie, hecho romero, de mesón en mesón y de venta en venta..." (II, cap. XLI). Estos centros, predecesores de la moderna hostelería española, estaban situados tanto en las poblaciones como en descampado, para que al final de la jornada pudieran pernoctar los viajeros. Al caer la noche, se juntaban en las veladas, donde era común el trato intersocial y el intercambio de noticias.

Caminos, ventas y... casas de postas. Van salpicando el paisaje y su origen se pierde en las más antiguas organizaciones postales de la historia. Los Tassis establecieron estas casas de postas a lo largo de los itinerarios principales que recorrían los correos, tanto en España como en el extranjero. A veces se ubicaban en las propias ventas o posadas y su responsable, el maestro de postas, debía garantizar el tener siempre a punto un número determinado de caballerías para los correos o los viajeros que portaran la cédula oficial, lo que les permitía hacer uso de este servicio. Sólo el correo mayor, los tenientes del correo y, donde no hubiera estos, los alcaldes o regidores podían expedir dicho documento en nombre del rey.



Sancho Panza dicta su carta para Don Quijote de la Mancha:

"..... *Si me escribiese mi mujer, Teresa Panza, pague vuesa merced el porte y envíeme la carta; que tengo grandísimo deseo de saber del estado de mi casa, de mi mujer y de mis hijos.*"

(Don Quijote de la Mancha; segunda parte; capítulo LI.)

Dibujo original de T. D., de la A. P. de 1958

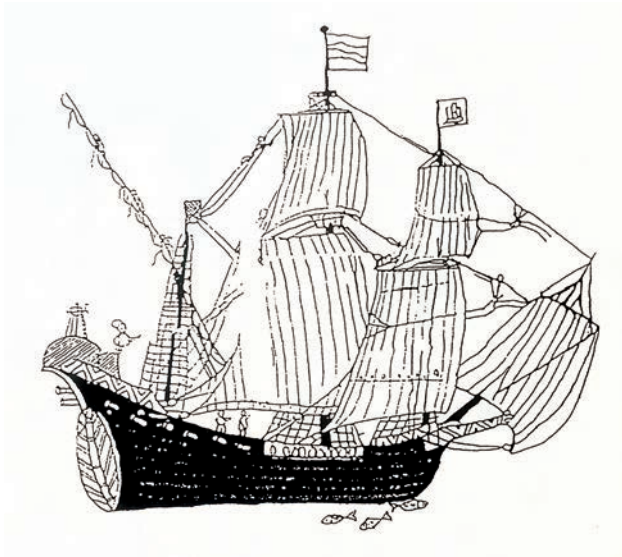
El funcionamiento del sistema de postas consistía en el cambio o relevo de los caballos en cada casa de postas, lo que permitía viajar con suma rapidez. A cada correo o viajero le acompañaba un postillón, que abría la marcha hasta la siguiente casa de postas, donde recuperaba las monturas y las devolvía al punto de partida, es decir, a la casa de postas a las que éstas pertenecían y para la que éste trabajaba. Los usuarios de este servicio eran fundamentalmente los correos oficiales, pero también podían utilizarlo los altos dignatarios y funcionarios de la Corte y los escasos particulares, que, debido al alto precio del servicio, pudieran permitírselo. La velocidad que se conseguía con este sistema propició que en el uso común del lenguaje se usara la expresión "correr la posta" como sinónimo de rapidez: "¿Quién dijera que tras de aquellas tan grandes cuchilladas como vuestra merced dio a aquel desdichado caballero andante había de venir por la posta y en seguimiento suyo esta tan grande tempestad de palos que ha descargado sobre vuestras espaldas?" (I, cap. XV).

El servicio postal

Hemos insistido a lo largo de este artículo en que el carácter fundamental del servicio postal era oficial. Como tal, la mayor parte de los envíos eran cartas o pliegos de cartas relativas a acontecimientos de índole gubernativa: la guerra, la diplomacia, la Administración o la Real Hacienda, entre otros muchos temas que hoy conocemos y que se conservan en los archivos. Pero no hay que olvidarse de la correspondencia particular y de determinadas mercancías que eran transportadas por los correos.

En el marco internacional, existían unos itinerarios prefijados entre España y sus dominios y las principales cortes europeas. Dentro de la Península también estaban unidos los diferentes reinos con la ciudad donde residiera el monarca. Téngase en cuenta que hasta la definitiva ubicación de la capitalidad del reino de Castilla en Madrid, durante el reinado de Felipe II, la Corte tenía un carácter itinerante y se desplazaba, según la conveniencia histórica, de un lugar a otro. Estos itinerarios se recogen, por primera vez, en el *Repertorio de todos los caminos de España*, obra del correo Juan Villuga, publicado en Medina del Campo en 1546, donde aparecen las paradas de postas existentes en ese momento. Veintidós años más tarde, en 1568, otro correo español, Alonso de Meneses, publicó en la misma localidad un *Memorial o Itinerario de los principales y mejores caminos de España: con el camino de Madrid a Roma*. Esta obra actualizaba la anterior y situaba las postas en intervalos de una y media a cuatro leguas.

Hay que hacer ahora una pequeña aclaración sobre la distancia contabilizada en leguas. En el uso común castellano, y así lo emplea Cervantes, la legua tenía una dimensión de 5.572 metros y



Los galeones desempeñaron un importante servicio en las comunicaciones postales con América. Galeón de 1580. AGI. Debajo, asalto a un correo. Braun y Hogenberg en 'Civitates orbis terrarum'.

7 decímetros, como se comprueba por la definición que el *Diccionario de la Real Academia Española* hace de ella. De ahí, la sorpresa de Don Quijote cuando, habiendo enviado a Sancho al Toboso con carta suya para Dulcinea, le dice a su vuelta: "De que me parece que fuiste y veniste por los aires, pues poco más de tres días has tardado en ir y venir desde aquí al Toboso, habiendo de aquí allá más de treinta leguas" (I, cap. XXXI). Ya sabemos, claro está, del engaño de Sancho, que encuentra al cura y al barbero en el camino, cambiando de planes.

Pero la legua de posta tenía unas dimensiones algo menores a la castellana, equivaliendo a cuatro kilómetros y siendo uniforme dicha medida en varios países europeos. Esta diferencia aclara los tiempos que se establecían para los viajes de los correos tanto fuera como dentro de España, lo que veremos posteriormente. Para conocer los itinerarios europeos hay que consultar la obra de Ottavio Codogno, lugarteniente del correo mayor de Milán, que publicó en dicha ciudad, en 1608, su *Nuovo Itinerario delle Poste per tutto il mondo. Aggiuntovi il modo di scrivere a tutte le parti. Utilissimo non solo ai Segretari dei Prencipi, ma a Religiosi e a mercanti*. Este itinerario se convirtió en el vademécum de los correos europeos durante el siglo XVII, a través de las diferentes ediciones que de la obra se hicieron.

En la década de 1570, se produjo un cambio cualitativo que variaría el servicio postal sustancialmente. La puesta en funcionamiento de las estafetas implicó el acceso a un servicio por parte de los particulares, basado en un itinerario regular y con una periodicidad preestablecida. Esto implicaba que el transporte del correo se hacia en días señalados, con hora fija de salida, y con un recorrido y punto de destino concreto. Esta nueva estructura, que estaba al servicio de los particulares, no excluía en absoluto el transporte de la correspondencia oficial y, además, mediante un sistema de relevos, que evitaba los tiempos muertos del obligado descanso del mensajero, imprimía mayor rapidez al transporte de los pliegos.

La puesta en marcha de las estafetas, en la década de 1570, significó el acceso de los particulares a un servicio postal regular

El primer servicio de estafetas del que existe constancia documental está fechado el 27 de junio de 1576, referido al itinerario entre Toledo y Medina del Campo pasando por Madrid. (Alonso, 2004, p. 547). Tras esta primera experiencia, continuaron estableciéndose sucesivamente otros itinerarios por estafetas, como la creada en 1579, por el teniente del correo mayor de Burgos, Francisco de Cuevas, que implantó el servicio para particulares, por el que se comunicaba la ciudad de Burgos con Lyón y Roma. A partir de 1580, y a instancias del Consejo de Castilla, fueron estableciéndose estafetas como la del ordinario de Italia (Madrid-Medina del Campo-Valladolid-Burgos-Vitoria-Roma), de servicio quincenal, y del que se podían servir los particulares pagando una tarifa de dos reales por onza de peso. La puesta en funcionamiento de las estafetas derivó en 1630 en el famoso pleito por su propiedad entre la Corona y el conde de Oñate, heredero de los Tassis en el cargo de correo mayor, pues el servicio se descubrió como altamente rentable, multiplicando por quince los ingresos que se producían por el tradicional correo extraordinario, que ostentaban los Tassis desde el siglo anterior.





"Al levantar los manteles entró un correo con una carta de don Quijote para el gobernador. Mandó Sancho al secretario que la leyese para sí; y que si no viniese en ella alguna cosa digna de secreto, la leyese en voz alta...".

Ilustración de J. L. Pellicer, edición del Quijote de Montaner y Simón, 1930

Los diferentes envíos existentes en la época nos obligan a detenernos, aunque sea levemente, en la descripción de los mismos, no sólo por su interés postal, sino también por la propia curiosidad que algunos de ellos representan. Como es lógico, el más usual era la carta: "... y escriba la carta y despácheme luego, porque tengo gran deseo de volver a sacar a vuestra merced deste purgatorio donde le dejo" (I, cap. XXV), escrita con papel y tinta de calidad, común para memoriales y cartas. Se utilizaban como instrumentos escriptorios, plumas de ave con cañones gruesos, redondos y duros, hendidas en el lomo y cortadas en pico. Para los caracteres más gruesos se usaban plumas metálicas (Bouza, 2004, p. 315). La extensión de las cartas podía abarcar una o varias hojas, y las señas o dirección se escribían, una vez que se hubieran plegado las hojas, sobre el dorso de la última de ellas, o sobre otra hoja en blanco, que hiciera de cubierta. Se cerraban con un poco de cera coloreada derretida, y más tarde con lacre; en ambos casos, aquellos que tenían improntas heráldicas o con las iniciales de su nombre dejaban constancia de éstas, aplicando los sellos a la cera derretida. En cualquiera de sus formas recibía el nombre de sobrescrito, pues los sobres no empezaron a utilizarse hasta el primer tercio del siglo XIX: "Pero, a los cuatro días que allí llegué, llegó un hombre en mi busca con una carta que me dio, que en el sobrescrito conocí ser de Luscinda, porque la letra dél era suya" (I, cap. XXVII)

Por las mismas fechas en que Cervantes andaba en tránsito entre Sevilla y la Corte, allá por el 1600, se utilizaban ya diferentes maneras de enviar las cartas, según la importancia dada a la misiva, variando su coste según la modalidad elegida, poco más o menos como podemos hacer hoy en día. Podían tener carácter de urgencia, certificadas o portando valores declarados o dinero, servicios por los cuales se pagaba un sobreprecio. El coste por el transporte venía indicado de forma manuscrita en el sobrescrito, tarifa que en aquel momento se denominaba porte o porteo, como indica Sancho al decir: "Si me escribiere mi mujer Teresa Panza, pague vuesa merced el porte y envíeme la carta..." (II. Cap. LI). En esta cita queda claro que el porteo era pagado por el destinatario de la carta y excepcionalmente por la persona que la enviara, quedando reflejado en el sobrescrito, en este caso, la expresión "porte pagado" u otras similares. El sistema se mantuvo hasta la aparición del sello, a mediados del siglo XIX, aunque en este momento ya no era manuscrito el porteo, sino estampado.

Diferentes sinónimos de carta aparecen a través de las páginas del *Quijote*, todos ellos de uso común en el lenguaje de la época: "Entró el correo sudando y asustado y sacando un pliego del seno..." (II. Cap. XLVII). Los pliegos se referían a una o varias cartas envueltas por la misma cubierta. Fue usual durante la Edad Moderna que las cartas oficiales con órdenes expresas de importancia del monarca o de sus consejeros fueran enviadas por duplicado a las autoridades en

América, aunque también se dieron casos en Europa y la Península, e incluso en alguna ocasión, por triplicado, con la finalidad de asegurar el recibo de los mensajes, enviándose para ello por diferentes vías. Así puede leerse en los versos de Tirso de Molina:

Jesú, ¡Mil veces Jesú!
Como cartas del Perú
Matrimonios duplicados...
Para que saberlo pueda
Dos pliegos van duplicados
Sin otro que en casa queda

Otra acepción era la de epístola, cultismo utilizado para referirse a la carta. También se usaban términos con valor polisémico como embajada o mandadería, como podemos leer: "... si quieren quitarme la vida maltratando la Dulcinea, por quien yo vivo; y así, creo que cuando mi escudero le llevó mi embajada se la convirtieron en villana" (II. Cap. XXXII).

Una modalidad de envío, por lo general no transportable por los cauces habituales del correo, y en la que solía emplearse un propio, era el billete, papel o mensaje. Se trataba de una breve comunicación escrita, generalmente con noticias amorosas, como en la historia de Cardenio y Luscinda: "¡Ay, cielos, y cuántos billetes le escribí!" (II. Cap. XXIV).



"Venía un hombre de a pie, con unas alforjas al cuello y una azcona o chuzo en la mano, propio talle de correo de a pie."
(Don Quijote de la Mancha; segunda parte; capítulo LXVI.)

Dibujo original de T. D., de la A. P. de 1958

Los personajes del correo

Entre las personas dedicadas al transporte de la correspondencia encontramos una diferenciación clara entre aquellos que se dedican a ello como oficio, pertenecientes al sistema oficial de postas, y los que, enviados por particulares, realizaban su labor al margen de la infraestructura del correo. La organización oficial, monopolizada por los Tassis era de carácter jerárquico y piramidal. El cargo de correo mayor, perteneciente a la familia, era el encargado de rendir cuentas con el rey y organizar la red postal para satisfacer las necesidades áulicas. Los dos correos mayores, que coincidieron durante la vida del ilustre alcalaíno, fueron Juan de Tassis y Acuña, nombrado en 1566, que fue el primer conde de Villamediana, título concedido en 1603 por Felipe III como premio por su dedicación al correo en España; y su hijo, Juan de Tassis y Peralta, segundo conde de Villamediana, nombrado en el año 1598, famoso por su azarosa vida y por su satírica poesía, azote de nobles y realeza, conoció el destierro en varias ocasiones y murió asesinado el 21 de agosto de 1622, delante de su domicilio en la calle Mayor de Madrid, sin conocerse ni quién ni por qué se le mataba, aunque era odiado por una parte importante de la nobleza cortesana. Entre los numerosos literatos de la época que mantuvieron con él una relación amistosa encontramos a Lope de Vega, Quevedo, Góngora y el propio Cervantes, que le dedicó los siguientes versos:



EL CORREO Y LA CARTA EN DON QUIJOTE DE LA MANCHA

En *El ingenioso Hidalgo Don Quijote de la Mancha*, Cervantes se refiere en distintas ocasiones al Correo y cita cartas que con frecuencia reproduce: "... *Y el que más ha mostrado desearle* (el Quijote) *ha sido el grande Emperador de la China, pues en lengua chinesca habrá un mes que me escribió una carta con un propio.*"

(De la dedicatoria de la segunda parte del Quijote.)

Dibujo original de T. D., de la A. P. de 1958

Este varón es liberal notable
Que una mediana villa le hace conde...
Éste que sus haberes nunca esconde,
Pues siempre los reparte o los derrama,
Ya sepa dónde, ya no sepa dónde...

Los delegados naturales de los Tassis en la organización y funcionamiento del correo en el reino fueron los tenientes del correo, que en algunos casos eran también denominados como correos mayores de su circunscripción. Eran los encargados de enviar a los correos por la posta, portando las misivas de la corte, y de firmar las cédulas o vayas, que habilitaban a viajar por dicha red, además de controlar los propios establecimientos de postas.

El personaje fundamental de la organización era el correo, que podía transportar las cartas tanto a pie como a caballo: "...sino que en aquel instante sonó una corneta de posta en la calle, y asomándose el maestro a la sala a la ventana, volvió diciendo: correo viene del duque mi señor: algún despacho debe de traer de importancia..." (II. Cap. XLVII). Dependiendo de la enjundia de las misivas se despachaba a los correos, bien a caballo o bien a pie; si la modalidad era esta última, también existían diferencias en la rapidez que se imprimiera al paso.

Los viajes por la posta de los correos a caballo recibían, entre otras denominaciones, viajes en diligencia o a la ligera. Esto significaba que estaban obligados a recorrer 30 leguas cada veinticuatro horas. Esta larga distancia, transitada diariamente, era posible gracias al intercambio de caballerías en las casas de postas, montando siempre caballos de refresco. Los correos de a pie, tanto para el interior como para el extranjero, eran enviados a las diez, a las doce, a las quince o a las veinte, que eran las leguas que deberían recorrer en cada jornada. El propio Cervantes se hace eco de esta particularidad de los correos, como podemos leer en la dedicatoria, que en la segunda parte del *Quijote*, hace al conde de Lemos, refiriéndose a un imaginario correo enviado por el emperador de China: "Pues, hermano –le respondí yo–, vos os podéis volver a vuestra China a las diez, o a las veinte, o a las que venís despachado".

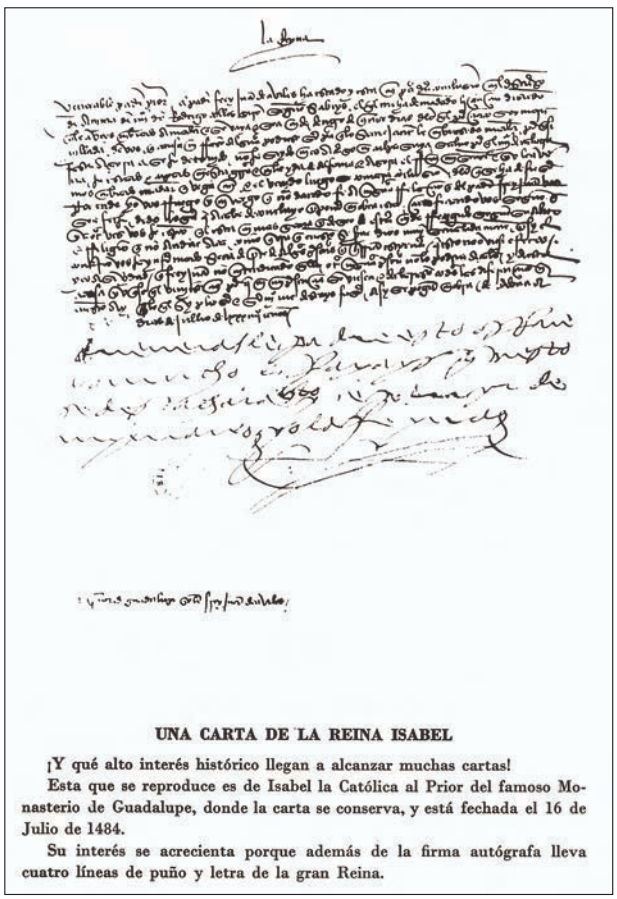
Tanto los correos a pie como a caballo se dividían en dos clases: aquellos que estaban al real servicio de Su Majestad, que portaban en el pecho el distintivo con las armas reales, y el segundo grupo formado por correos particulares, que podían desempeñar una tarea oficial y para ello estaban registrados en una lista. A veces, de forma excepcional, la Corte encargaba a alguna persona de confianza el envío de correspondencia importante y urgente. Cervantes en persona ejerció este ministerio en 1581. En dicho año, el escritor había vuelto del cautiverio, trasladándose a Lisboa, siguiendo los pasos de Felipe II y su Corte. Allí se le encargó el transporte de ciertos documentos del Rey hasta Orán y Mostagán. Por este trabajo recibió cien escudos, como consta en el legajo 2.653 de la Contaduría Mayor de Cuentas del Archivo de Simancas.

Todos los correos debían portar un documento llamado parte o vaya, en el que venía reflejado su nombre, el origen y destino que llevaba y la modalidad del viaje, teniendo que entregar la correspondencia en las manos del destinatario, el cual firmaba en el mismo parte, la fecha y hora de la entrega. A veces, esto implicaba que el destinatario no se encontrara en la dirección reseñada en el sobrescrito, por lo cual debían de enterarse de su destino, aun siendo en otra ciudad, y encaminarse a él para realizar su cometido. El nombre de parte o vaya se refería a que el documento siempre comenzaba con las palabras "Parte o Vaya el correo Don...". El "Vaya" ha pervivido hasta hace unos pocos años para las expediciones postales ambulantes por ferrocarril o carretera.



Teresa Panza dictando una carta a un religioso. Grabado de Doré. Biblioteca Nacional. Debajo, carta de Isabel la Católica al prior de Guadalupe, de 1484. Las últimas cuatro líneas son de puño y letra de la soberana. Archivo del Monasterio de Guadalupe.

Todos los correos percibían un dinero para el coste del viaje que se denominaba ayuda de costa; además recibían su sueldo en función de las leguas recorridas por día, y en el caso de que llevaran buenas noticias de excepcional importancia, cobraban las albricias, una propina o regalo que se le hacía por traer buenas nuevas: "Vamos, Sancho hijo –respondió don Quijote–, y en albricias destas no esperadas como buenas nuevas te mando el mejor despojo que ganare en la primera aventura que tuviere" (II, cap. X). Para llevar la correspondencia iban provistos de unas cajas o maletas de madera de boj, que recibían el nombre de buxetas, y en otras ocasiones llevaban alforjas o valijas de cuero. Además tenían el derecho a portar armas para su propia defensa, espadas los correos a caballo, y azconas, los correos de a pie: "...vieron que hacia ellos venía un hombre de a pie, con unas alforjas al cuello y una azcona o chuzo en la mano, propio talle de correo de a pie..." (II, cap. LXVI).



UNA CARTA DE LA REINA ISABEL

¡Y qué alto interés histórico llegan a alcanzar muchas cartas!

Esta que se reproduce es de Isabel la Católica al Prior del famoso Monasterio de Guadalupe, donde la carta se conserva, y está fechada el 16 de Julio de 1484.

Su interés se acrecienta porque además de la firma autógrafa lleva cuatro líneas de puño y letra de la gran Reina.

Hay que hacer constar el enorme esfuerzo que debían hacer los correos de a pie en sus viajes, pues, a veces, recorrían diariamente distancias que llegaban hasta los ochenta y cien kilómetros. La aguda percepción de los literatos del Siglo de Oro así nos lo demuestra, como los versos de Góngora dedicados a las mujeres gallegas: "Mozas rollizas de anchos culiseos,/ tetas de vacas, piernas de correos...". Para hacer más cómodo el viaje iban provistos de un calzado especial, que ya en esa época tomó el nombre de bota de camino o bota fuerte, con suelas resistentes, empeines holgados y caña flexible.

Como ya vimos anteriormente, el último eslabón eran los maestros de postas y los postillones. Estos últimos portaban, colgada al cuello, una trompetilla o corneta de posta, que hacían sonar para avisar de su llegada a las casas de postas, a fin de que estuvieran preparadas las caballerías y el postillón del siguiente relevo. Los emolumentos que cobraba el postillón recibían el nombre de abujetas. Tanto los maestros como sus postillones, así como los correos, gozaban de privilegios reales y exenciones tributarias. Todos los empleados del correo tenían la obligación de respetar por ley la inviolabilidad de las cartas, no pudiendo leerlas, ni darlas a leer a otros que no fueran sus originales destinatarios.



"Sacó el libro de memoria Don Quijote, y apartándose a una parte, con mucho sosiego comenzó a escribir la carta y en acabándola llamó a Sancho.

Carta de Don Quijote a Dulcinea del Toboso, Soberana y Alta Señora."
(Don Quijote de la Mancha; primera parte; capítulo XXV.)

Dibujo original de T. D., de la A. P. de 1958

Aparte de la Corona y la Administración, existían otras instituciones de carácter privado que tenían sus propios correos. Los Consulados de mercaderes, los correos de Universidades, entendiéndose por estos últimos bien como asociaciones de comerciantes o bien como centros de enseñanza, los grandes banqueros europeos, y por supuesto, la aristocracia del reino. Las denominaciones que recibían estos correos eran muy variadas: propio, portador o mensajero. Este último solía llevar dinero además de mensajes escritos, y cartero, que no tenía el significado que adquirió a mediados del siglo XVIII, cuando se instituyó el reparto domiciliario de las cartas en las grandes ciudades: "Calle, señor bueno –replicó el cartero–; que no hubo encanto alguno..." (II, cap. LXVI).

La práctica epistolar

Así como el correo oficial se desarrolló ampliamente a partir del siglo XVI, cuando se sentaron las bases de su estructura organizativa, el uso de la carta privada como sistema de comunicación corrió la misma suerte un siglo más tarde: la España del Siglo de Oro asistió al triunfo del género epistolar (Bouza, 2001, p. 138). Entiéndase la cita del historiador no como género literario, sino como desarrollo de su uso entre las gentes, en muchos casos, aunque no supieran escribir ni leer. Este tipo de práctica epistolar es la que refleja la novela de Cervantes.

El ejercicio epistolar dentro de la Corte había tenido una gran importancia desde la Edad Media, existiendo incluso un encargado de controlar este quehacer, como era el canciller, que contaba con un nutrido grupo de amanuenses con una doble función, la de redactar las cartas regias, la mayor parte de éstas de carácter jurídico, y la de manuscribir al dictado del propio rey o de los altos dignatarios de la Corte, todo tipo de escritos.

En los albores de la Edad Moderna, surgieron altos cargos circunscritos a esta doble función. Por una parte, el notario del rey o notario mayor, que daba fe de los documentos públicos regios, y el escribano real adscrito al anterior, que era el verdadero encargado de la redacción de los documentos. Este modelo se reproducirá en las instancias inferiores a la propia Corte, dotándose de escribanos de cámara, tanto los Consejos, como las Audiencias y las Chancillerías. En el ámbito local existían los escribanos del Concejo. La figura del escribano es la que hoy han heredado los secretarios en las diferentes instancias institucionales, tanto las políticas como las judiciales y municipales.

A partir del siglo XIII se hizo común entre los monarcas de los diferentes reinos hispanos el envío de cartas misivas dirigidas a iguales suyos o a sus familiares, con características muy similares a las que tienen éstas en la actualidad, exentas de todo protocolo cancilleresco. Era propio de los reyes dar al dictado estas cartas, pero en función de la cercanía entre él y el destinatario, podían incluir algunas líneas ológrafas.

Fuera del mundo cortesano, pero como un oficio de nombramiento real y de dedicación pública, existían en las ciudades y villas los escribanos públicos o notarios, con una función similar a la actual, es decir, dar fe de un hecho jurídico entre particulares y garantizar la guarda y custodia de los documentos. Los que practicaban la comunicación particular, fundamentalmente miembros de la aristocracia, la iglesia, el comercio o las universidades, escribían sus propias cartas, bien por su mano o la de algún secretario a su servicio; para la redacción de las mismas había obras publicadas que incluían modelos diversos para las diferentes relaciones epistolares, como cartas de amor, cartas de favor o de recomendación. Cinco años antes de la aparición del *Quijote* se publicó la obra *Estilo y formulario de cartas familiares*, de Jerónimo Paulo de Manzanares, impresa en Madrid por Luis Sánchez.



Hoja bloque dedicada al IV Centenario de la publicación de El Quijote. Diseño de Pedro Sánchez.

A este proces, se fueron sumando, muy lentamente, las clases populares, que, aunque no sabían leer ni escribir, se servían de escribanos o amanuenses de las ciudades o villas. Estos escribientes no tenían ningún carácter legal y su mera función era la de notar o trasladar las cartas, bien al dictado del remitente o bien delegando en el escribano la forma y el contenido, ajustándose a las normas escritorias del momento. Estos amanuenses solían instalar sus escritorios en importantes focos de atracción de público en las ciudades, como mercados, rastrillos o mentideros. Este oficio ha pervivido en el tiempo, en Barcelona hasta la década de 1990, cuando los escribanos tuvieron que desalojar su lugar de trabajo debido a las obras de acondicionamiento de la ciudad para las Olimpiadas del año 1992. Aún hoy, en otros lugares del mundo, en donde los índices de analfabetismo todavía son elevados, podemos comprobar la existencia de estos escribanos, como nos muestra el excelente filme brasileño *Estación Central de Brasil*, donde la protagonista es una maestra jubilada que completa sus emolumentos escribiendo cartas en la principal estación ferroviaria de Río de Janeiro.

En el mundo rural, la función del escribiente la suplían los párrocos, maestros de escuela o sacristanes; así le dice don Quijote a Sancho, que se ha aprendido la carta para Dulcinea de memoria: "...y tu tendrás cuidado de hacerla trasladar en papel, de buena letra, en el primer lugar que hallares donde haya maestro de escuela de muchachos, o si no, cualquiera sacristán te la trasladará; y no se la des a trasladar a ningún escribano, que hacen letra procesada, que no la entenderá Satanás" (I, cap. XXV). La letra de los escribanos a la que se refiere Cervantes es a la cursiva procesal encadenada, tomada al dictado en los tribunales de justicia y con la cual se trazaban de un tirón y sin levantar la pluma, líneas enteras.

No obstante el analfabetismo reinante y extendido en este periodo histórico, la gente del común deseaba por lo general, y para dar a la misiva un carácter más íntimo, poner alguna señal que les identificase, que normalmente era la signatura o firma de la carta: "¿Y quién la notó?" Preguntó la duquesa: "¿Quién la había de notar sino yo, pecador de mí?", respondió Sancho. "¿Y escribístesla vos?", dijo la duquesa. "Ni por pienso", respondió Sancho, "porque yo no sé leer ni escribir, puesto que sé firmar" (II. Cap. XXXVI). También para las personas iletradas la lectura de



Las comunicaciones postales con el Nuevo Mundo no fueron fáciles. 'Naufragio', del pintor flamenco Pieter Pietersz. Museo de Bellas Artes de Valencia. Debajo, retrato de Miguel de Cervantes Saavedra, atribuido a Juan de Jáuregui. Biblioteca Nacional.

la correspondencia era un problema que se resolvía por medio de los mismos protagonistas que las escribían, aunque en muchas ocasiones bastaba algún conocido que supiera de letras para que se la leyese. Curiosamente, algo tan personal como una carta se convertía en muchas ocasiones en lectura pública, y ello porque aparte de los mensajes privados que contuviera, se solían contar noticias del ámbito social que a todos podía interesarles: "...al levantar de los manteles entró un correo con una carta de don Quijote para el gobernador. Mandó Sancho al secretario que la leyese para sí; y que si no viniese en ella alguna cosa digna de secreto, la leyese en voz alta..." (II, Cap. LI). Las cartas secas eran aquellas en que su contenido versaba únicamente sobre aspectos particulares e íntimos, mientras que las cartas de nuevas, junto a párrafos más personales, traían noticias que podían ser escuchadas por el núcleo familiar o vecinal. A veces, las nuevas llegaban adjuntas con las propias cartas, bien manuscritas o impresas, informando de los recientes acontecimientos, en forma de relaciones o avisos, y posteriormente, según avanza la periodicidad y la continuidad de ellas, se convierten en gacetas de noticias. La verdad es que a San Felipe, mentidero del reino, iglesia que radicaba en la Puerta del Sol, muy cerca del domicilio de los correos mayores, llegaban las noticias de todos los reinos de la Península y allí eran tratadas y comentadas, como puede leerse en el *Viaje al Parnaso*, de Cervantes: "A Dios de San Felipe el gran paseo/ Donde si baxa o sube el Turco galgo/ Como en Gaceta de Venecia leo".



Era tal la importancia de esta transmisión de noticias a través del correo, que uno de los muchos arbitristas que se encontraban en la Corte propuso en 1635, que el correo mayor encargara a todos sus tenientes del correo: "que les escriban todas las nuevas, sucesos y novedades que hubieren pasado o sucedido de un correo a otro, con la distinción de los lugares o de las personas a quienes o quienes han sucedido o pasado...". Una vez impresas estas noticias, debían estar dispuestas a la venta los días de partida del correo, para que los que escribieren, las introdujeran en sus sobrescritos, y así poder ahorrarse la relación de las nuevas y dedicar sus epístolas exclusivamente a los mensajes personales. Esto, que podría haber sido el primer periódico de España, en fechas tan tempranas, quedó abortado por voluntad real.

En el propio *Quijote* encontramos una tipología variada del contenido de la correspondencia particular. Ya hemos citado las cartas misivas, o las de nuevas y secas: "Lea más vuestra merced" –dijo Sancho– "que ya hallará algo que nos satisfaga". "Esto es prosa y parece carta", dijo don Quijote. "¿Carta misiva, señor?", preguntó Sancho. "En el principio no parece sino de amores" –respondió don Quijote (I, cap. XXVI). Las cartas misivas eran de contenido familiar, pero también eran misivas las cartas de amores por su carácter íntimo. Otros tipos eran las car-



Minipliego de la emisión "Correspondencia epistolar escolar. Escenas del Quijote", de 1998. Diseño de Antonio Mingote.

tas de favor o de recomendación, o las cartas de desafío entre caballeros, en donde se exponían los motivos y las condiciones del mismo. Con respecto a las cartas de favor, el propio Cervantes sufrió en sus propias carnes cómo el destino puede trocar el favor en desgracia. Cuando volvía a España, después de sus avatares bélicos, traía consigo dos cartas de recomendación de Don Juan de Austria y del duque de Sesa. Al ser capturado por los turcos y vendido posteriormente como esclavo, su dueño halló las cartas y, viendo la importancia de los personajes que le avalaban, creyó estar en presencia de un alto dignatario, por lo que exigió un altísimo rescate, que a la postre prolongó su cautiverio durante largo tiempo.

Hemos procurado demostrar la importancia que la correspondencia epistolar entre particulares adquirió a lo largo del tiempo, sin distinguir entre letrados o iletrados, pues todos de alguna manera hacían uso de este medio de comunicación. Además, hemos podido comprobar cómo las cartas y los correos fueron también medios de comunicación de noticias y sucesos acaecidos que circulaban luego de boca en boca en los mentideros de la Corte. La importancia era tal, que Cristóbal de Cheves, en su *Relación de la cárcel de Sevilla*, escrita a finales del reinado de Felipe II, narra que en el presidio existía la posibilidad de comprar recado para escribir, es decir, papel y tinta, pues: "...hay muchos presos que ganan su vida a escribir cartas y billetes de amores para fuera de la cárcel; y otros que se sustentan de saber pintar al cabo de los billetes un corazón pasado con sus saetas" (Bouza, 2001, p. 71-2).

Con el paso del tiempo fue adquiriendo cada vez más importancia la correspondencia epistolar entre particulares, ya fueran letrados o iletrados

Epílogo

Volvamos al principio de este artículo, y recordemos la importancia que para Cervantes y otros autores del Siglo de Oro tuvo el mundo del correo. Numerosas citas del Ingenioso Hidalgo están recogidas en estas páginas, y algunas otras de otros insignes literatos. Fue común el uso continuado de vocablos con significación postal, para referirse a otras actividades o situaciones de la vida diaria, a esto lo llamamos el uso metafórico de la palabra, como lo utiliza Cervantes en la cita siguiente al referirse a la carta de recomendación como aval de hermosura: "Mirole el Virrey, y viéndole tan hermoso, y tan gallardo, y tan humilde, dándole en aquel instante una carta de recomendación su hermosura, le vino deseo de escusar su muerte..." (II. Cap. LXIII). Y tanto era así, que quien portaba tal donosura era una mujer. Fue tal la repercusión del *Quijote*, ya desde muy temprana épo-



'Don Quijote arremetiendo contra los molinos'. Óleo sobre tabla de Felipe Sánchez Pedrero, Fesanpe, 2005. Fotografía de J. Martín Burguillo.

ca, que el dramaturgo Quiñones de Benavente, en su entremés *Los alcaldes encontrados*, imita los superlativos ridículos de Sancho: "Señores alcaldísimos, entiendan/ Que soy un correísimo que vengo/ Caminando a las veinte, y aprísima/ Traigo de la Duquesa esta cartísima". Así como en la novela cervantina hay episodios de literatura pastoril, o de narración histórica, mitológica o autobiográfica –recuérdese el episodio del cautivo–, también descubrimos entre sus páginas cartas íntegras que nos acercan a la literatura epistolar. Son numerosas las referencias al cruce de cartas entre los personajes, dejando constancia de algunas de ellas literalmente. El contenido se ajusta a los formularios de cartas de la época, y en la forma se ciñe escrupulosamente a lo dispuesto en la *Pragmática Orden que debe observarse en los tratamientos y cortesías de palabra y por escrito*, firmada por Felipe II el 8 de octubre de 1586. En su artículo XX se decía:

"Otrosí mandamos, en lo que toca a escribir unas personas a otras, generalmente y sin ninguna excepción se tenga y guarde esta forma: que se comience la carta o papel, que escribiere, por la razón o negocio de que se tratare, sin poner debaxo de la cruz en lo alto ni al principio de renglón título alguno, cifra ni letra; y se acaba la carta diciendo: Dios guarde a V. S. o vmd., o dios os guarde, y luego la data o fecha del lugar y tiempo, y debaxo la firma, sin que preceda ni se dexe cortesía alguna; y que el que tuviere Título, lo ponga en la firma, con el lugar donde fuere el tal Título". En los siguientes artículos, se especificaba como debían de escribirse las señas en los sobrescritos, poniendo el nombre del destinatario y a continuación el título nobiliario, si lo tuviere, o el parentesco que hubiera con el remitente: CARTA DE SANCHO PANZA A TERESA PANZA SU MUJER, epístola que termina de la siguiente manera: "Dios te la de, como puede, y a mí me guarde para servirte. Deste castillo, a 20 de julio 1614. Tu marido el Gobernador, SANCHO PANZA" (II, cap. XXXVI).

Además de la carta citada, la novela recoge otras diez cartas que por su interés consignaremos. Ocho de éstas están cruzadas entre los personajes más importantes de la novela, como Don Quijote, Sancho, Teresa Panza, Dulcinea del Toboso, el Duque y la Duquesa. A las que habría que añadir la carta de Luscinda a Cardenio y la incluida en la novela *El curioso impertinente*, de Camila a Anselmo. La última está escrita por el bandolero Roque Guinart, dirigida a un amigo de Barcelona, y que para su escritura se sirvió de un "...aderezo de escribir, de que siempre andaba proveído" (II, cap. LX). No hay que olvidar la imaginaria carta que le envían a Cervantes, y a la que hace referencia en la dedicatoria al conde de Lemos: "...y el que más ha demostrado desearle ha sido el grande Emperador de la China, pues en lengua chinesca habrá un mes que me escribió una carta con un propio...".

Para terminar, permítasenos hacer nuestra las palabras del erudito gaditano Mariano Pardo de Figueroa, más conocido por su seudónimo de Doctor Thebussem, primer cartero honorario de Correos: "Cónstele a usted que no trato de hacer del *Quijote* un 'Libro de Correos', y sí de indicar que la claridad del entendimiento de Cervantes era tanta, que aun en las cosas más triviales e indiferentes apuntadas en su ingenioso Hidalgo, habló siempre con inteligencia, con seso y con maestría" (Thebussem, 1984, p. 123). ■

GLOSARIO

Las definiciones de términos relacionados con el correo y la carta están extraídas, en su mayor parte, de la quinta edición del *Diccionario de la Lengua Española*, de la Real Academia Española, de 1817. El resto de los términos, de la edición decimocuarta, de 1914.

A LA LIGERA. Lo mismo que depriesa, o ligera y brevemente. *Leviter, perfunctorie.*

ALBRICIAS. El regalo que da al primero que trae alguna buena nueva el interesado en ella. *Strenae.*

AMANUENSE. El que escribe a la mano. *Amanuensis, servus a mano.*

AYUDA DE COSTA. El socorro en dinero que se suele dar además del salario señalado al que ejerce algún empleo. *Mercedula.*

AZCONA. Arma arrojadiza, como dardo.

BILLETE. El escrito que sirve para dar alguna noticia o aviso, o para otro fin. *Schedula.*

BOTA FUERTE. La que es de suela y holgada para que no se lastime la pierna y poder sacarla con libertad. Úsase comúnmente para correr la posta. *Militaris acrea.*

BUJETA. Caja de madera que se llamó así por ser de box (boj).

CAMINO REAL. El camino público y más frecuentado por donde se va a las principales ciudades del reino. Vía pública.

CARRERA. Camino real que va de una parte a otra. Via.

CARTA MISIVA. La que se envía a alguna persona ausente. Epístola.

CARTA. Papel escrito y ordinariamente cerrado con oblea o lacre que se envía de una parte a otra para comunicar y tratar unas personas con otras estando ausentes. Epístola.

CARTERO. El que reparte por las casas las cartas del correo. *Tabellarius.*

CORNETA DE POSTA. La trompa pequeña que tocan los postillones en algunas partes para avisar. *Veredariorum tuba, cornu.*

CORREO A LAS DIEZ, A LAS QUINCE O A LAS VEINTE. El de a pie que había de caminar diez, quince o veinte leguas en veinticuatro horas (RAE, 1914).

CORREO. El que tiene el oficio de llevar y traer cartas de un lugar a otro. Lo hay ordinario y extraordinario: el ordinario es el que trae y lleva las cartas del público, y el extraordinario el que lleva o trae solo las cartas de la corte. *Tabellarius, veredarius.*

CORRER LA POSTA. Caminar con celeridad en caballos a propósito para este ministerio que están prevenidos en los lugares a ciertas distancias. También se corre en silla o berlina construidas para este efecto. *Mutatis subinde equis viam percurrere.*

DESPACHAR. Enviar, como despachar un correo, un propio. *Mittere.*

DILIGENCIA. Locución adverbial con que se denotaba la circunstancia de haber de caminar un correo de a caballo treinta leguas en veinticuatro horas (RAE, 1914).

EMBAJADA. Mensaje, recado. Dícese más comúnmente de los que se envían recíprocamente los príncipes por medio de sus embajadores. *Legatio.*

EPÍSTOLA. La carta misiva que se escribe a los ausentes. *Epístola, litterae.*

ESCRIBIENTE. El que escribe a la mano lo que otro le dicta, y el que traslada y copia lo que otro ha escrito. *Amanuensis, scriptor.*

ESTAFETA. 1ª) El correo ordinario que va a caballo de un lugar a otro. Tabellarius. **2ª)** La casa o lugar adonde están las postas. Domus in via publica veredis locandis. **3ª)** Llámase así en Madrid la casa donde se reciben cartas para llevarlas al correo general. *Tabellarii domus.*

JORNADA. El camino que yendo de viaje se anda regularmente en un día. *Unius diei iter.*

LEGUA DE POSTA. La de 4 kilómetros (RAE, 1914).

LEGUA. Medida itineraria de 20.000 pies ó 6.666 varas y dos tercias, equivalente a 5.572 metros y 7 decímetros. *Leuea.*

MAESTRO DE POSTAS. La persona a cuyo cuidado o en cuya casa están las postas o caballos de posta para los que la corren. *Veredorum magister, praefectur.*

MANDADERÍA. Lo mismo que embajada o mensaje.

MENSAGERO. El que lleva algún recado, despacho o noticia a otro. *Nuntius, tabellarius.*

MENTIDERO. El sitio o lugar donde se junta la gente ociosa a conversación. *Locus nebulonibus frequens.*

MESÓN. La casa donde concurren los forasteros de diversas partes, y pagándolo se les da albergue para sí y sus cabalgaduras. *Diversorium, hospitium publicum, caupona.*

NOTAR. Dictar para que otro escriba. *Dictare.*

NUEVA. La especie o noticia de alguna cosa que no se ha dicho o no se ha oído antes. *Novum.*

PARTE. Despacho o cédula que se da a los correos que van en posta, en que se da noticia a la parte a donde van, del día y hora en que partieron, y de cuya orden van. *Apocha tabellaria.*

PLIEGO. El envoltorio o cúmulo de cartas cerradas debajo de una cubierta. Y también se suele llamar así aunque no sea más de una carta. *Litterarum fasciculus.*

PORTACARTAS. El que tiene por oficio llevar y traer las cartas de un lugar a otro. *Tabellarius.*

PORTADOR. El que lleva o trae alguna cosa de una parte a otra. *Gestator.*

PORTE. La cantidad que se da o paga por llevar o transportar alguna cosa de un lugar a otro, como son las cartas en los correos y otras cosas. *Merces pro vectura.*

POSADA. La casa donde por su dinero se recibe y hospeda la gente. *Hospitium, diversorium.*

POSTA. 1ª) Los caballos que están prevenidos o apostados en los caminos a distancia de dos o tres leguas para que los correos y otras personas vayan con toda diligencia de un lugar a otro. *Veredorum statio.* **2ª)** La casa u oficio del correo donde se entregan las cartas que se envían y se recogen las que vienen de otros pueblos o reinos. *Tabellarium statio.* **3ª)** La distancia que hay de una posta a otra. *Spatium quod veredo decurritur, veredi decursio.* **4ª)** La persona que corre y va por la posta a alguna diligencia. *Veredarius.*

POSTILLÓN. El mozo que va a caballo delante de los que corren la posta para guiarlos y enseñarles el camino, el cual solo corre desde una posta a otra, y se vuelve a traer los caballos. *Veredarius famulus, minister.*

PROPIO. El correo de a pie que alguno despacha para llevar una o más cartas de importancia. *Tabellarius privatim missus.*

SOBRESCRITO. El letrero que se pone en la cubierta de las cartas. *Superscriptio.*

VALE. Voz latina utilizada en castellano para despedirse en estilo cortesano y familiar, y significa: Dios te dé salud (Utilizado para finalizar las cartas).

VENTA. La casa establecida en los caminos y despoblados para hospedaje de los pasajeros. *Diversorium.*



España extendió por el Nuevo Mundo un modelo urbanístico basado en la cuadrícula

La ciudad ordenada

J. IGNACIO RODRÍGUEZ

Al hablar de urbanismo español en los siglos XVI y XVII hay que referirse a la ciudad hispanoamericana. Seguramente nunca en la historia se había desarrollado tan enorme empresa de creación de ciudades como la emprendida por España tras el descubrimiento del Nuevo Mundo. Asentamientos trazados reticularmente, con un orden que no se había guardado en la metrópoli.



Izda., ciudad de Cuzco, fundada en 1534, según dibujo de Braun y Hogenberg hacia 1572, contenido en el 'Civitatis orbis terrarum'. Biblioteca Nacional. Arriba, plano de la villa de León (Nueva España), fundada en 1576. Debajo, vista de Veracruz. BN.

Tras el descubrimiento de América, España llenó todo un continente de ciudades trazadas reticularmente, con una concepción no igualada por la metrópoli, según señala Miguel Messmacher en su obra *El urbanismo en México, Guatemala, Honduras, El Salvador....* Todo el proceso de colonización estuvo apoyado en una fase previa o simultánea de ocupación del territorio, en el que las ciudades jugaban un papel estratégico fundamental como núcleo estable para la defensa, la administración, la extensión de la cultura, la explotación de los recursos y la continuidad de la penetración. Los estudios históricos hablan de cientos o miles de fundaciones, desde la Patagonia hasta California, de las cuales unas prosperaron y otras perecieron, unas se transformaron en grandes ciudades y otras se quedaron en pequeños poblados.



Un modelo de ciudad

En realidad no puede hablarse de un patrón explícito, previo al comienzo de las fundaciones, sino más bien de un conjunto de coincidencias que se dan repetidamente y que permiten pensar tanto en la existencia de algunas características modélicas previas implícitamente asumidas como en la construcción del patrón a posteriori, deduciéndolo del examen de toda la rica experiencia fundacional.

Aunque algunas fundaciones se originaron de forma aleatoria, a veces sin acto fundacional, y su planta es un irregular producto azaroso del crecimiento espontáneo, la mayor parte de las ciudades fueron fundadas y trazadas a cordel, muchas veces, incluso, con su planta dibujada en un plano, que actuaba como proyecto. Así, en su mayor par-





Arriba, grabados de Sevilla y Cádiz hacia 1572, dos de las ciudades más prósperas del Siglo de Oro español. Braun y Hogenberg en 'Civitates orbis terrarum' BN.

te, se trata de ciudades de trazado geométrico en el que las calles rectas se cortan formando manzanas trapezoidales, rectangulares o cuadradas. Este último caso, quizá el más numeroso, conocido y representativo, es el que ha llevado a hablar de forma general de "la cuadrícula española". Cuando, además, una de las manzanas centrales queda libre de edificación, convertida en plaza mayor, puede individualizarse el tipo, que ha sido llamado "modelo clásico de la ciudad hispanoamericana".

Los antecedentes de este tipo de trazado son remotos. Desde la antigüedad ha habido diversos usos del plano regular más o menos ortogonal, más o menos cuadricular, constituyendo un tipo de trazado muy usado en la fundación de ciudades nuevas. Griegos y romanos lo utilizaron profusamente, reconociéndose claramente sus huellas en numerosas ciudades españolas. También en las fundaciones medievales europeas se utilizaron los trazados geométricos simples y en los reinos cristianos de la península Ibérica se han

Braun y Hogenberg dedicaron gran parte de sus grabados incluidos en el 'Civitates orbis terrarum' a ciudades andaluzas, como esta vista de Antequera. Biblioteca Nacional.



considerado como signo de la marca cristiana frente a la laberíntica configuración de los núcleos urbanos hispanomusulmanas.

Esta tradición de orden regular, de clara inclinación a la ortogonalidad, no siempre lograda, fue adoptada en las fundaciones de los Reyes Católicos inmediatamente anteriores a la llegada de Colón a América (Puerto Real, Santa Fe...) como manifestación renacentista de aspiración al orden geométrico y a la racionalidad.

Trazados regulares

Gran cantidad de los asentamientos que los españoles encontraron a su llegada al nuevo continente estaban ordenados de acuerdo con la constante de los trazados regulares, bien a través de la simple perpendicularidad de unos ejes principales, bien por la forma cuadrada o rectangular de los espacios urbanos interiores o de los perímetros, o bien por la presencia en algunos casos de calles y manzanas formando retículas ortogonales.

La existencia de trazados regulares anteriores a la colonización española ha dado origen a diversidad de interpretaciones. Según Miguel Messmacher, "no hubo una sola fuente de origen y lo más probable es que resultaron de una miscelánea de prácticas, experiencias y teorías europeas, junto con prácticas indígenas".

Seguramente debieron ser variados los condicionantes que actuaron sobre los fundadores españoles a lo largo del proceso de definición y decantación hacia ese modelo clá-



Grabado de México, capital del Virreinato de Nueva España, hacia 1572. Braun y Hogenberg, 'Civitates orbis terrarum'. BN.

Pueblos de indios

Por razones evangelizadoras y un mejor control de los indígenas como fuerza trabajadora se fundaron por parte de encomenderos y frailes mendicantes un considerable número de pueblos de indios, frecuentemente sobre asentamientos prehispánicos. También aquí se utilizó el modelo ortogonal, aunque destaca el lugar ocupado por los espacios religiosos. Además de los pueblos de indios y como consecuencia de la acción directa de las órdenes mendicantes y de los jesuitas, durante los siglos XVII y XVIII, en la periferia de los territorios colonizados se fundaron un numeroso grupo de misiones que constituyeron una interesante realidad de claras raíces utópicas. La planta de estas misiones está presidida por una gran edificación comunal (iglesia, colegio, talleres, almacenes...) al frente de un enorme espacio central, alrededor del cual se ordenan las viviendas con una cuidada distribución ortogonal.



sico. Y en ese proceso es cuando aparece la originalidad, con su insistencia en la cuadrícula y en la plaza cuadrada, con su propio sistema de parcelación en cuartos de manzana, que producía una débil ocupación volumétrica.

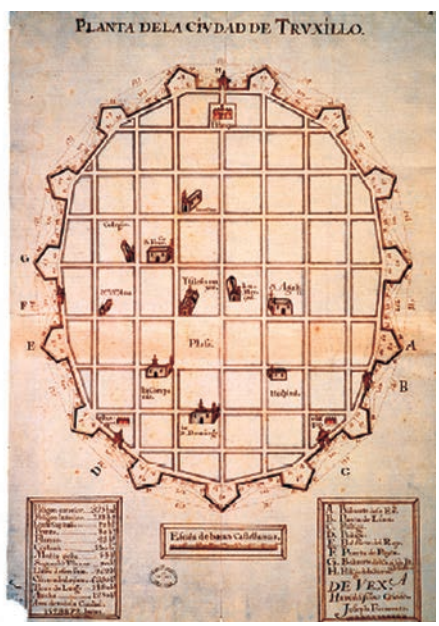
Al pasar revista a la serie de fundaciones, se puede apreciar, a través de los planos fundacionales y los posteriores, la consolidación y extensión del modelo, su desarrollo, uso y materialización; pero también la evolución y crecimiento particular de cada una de esas ciudades, la forma de ir rellenando de edificación la cuadrícula inicial con una arquitectura baja y sencilla de la que sobresalían las torres de las iglesias, la localización de actividades diversas y la dotación de red de agua; la extensión sobre terrenos exteriores a la ciudad fundacional, a través de prolongaciones de la cuadrícula, demuestra su capacidad de propagación para acoger el crecimiento, de acuerdo con lo previsto en la *Ordenanza* de Carlos I: "(…) que aunque la población vaya en gran crecimiento, se pueda siempre proseguir y dilatar en la misma forma". Un crecimiento que, en ocasiones, es detenido por fortificaciones y defensas frente a la artillería de quienes disputaban a España el dominio del nuevo mundo.

De dónde viene la cuadrícula

Los trazados regulares aparecen –ya en la más remota antigüedad– sobre todo en aquellas ciudades que han sido previamente proyectadas y se encuentran desarrollados de una manera clara en sus áreas centrales.

En el mundo occidental los trazados regulares tienen sus antecedentes más lejanos en las ciudades griegas y romanas. La polis griega, en su etapa de expansión, construye ciudades de traza regular, conocidas con el nombre de "hipodámicas", de las que Olinto y Mileto son dos buenos ejemplos.

La colonización romana lleva consigo la práctica de los trazados ortogonales a través de la fundación de campamentos militares, que más tarde se transformarían en ciudades, como es el caso de León, Lugo, Cádiz, Cáceres, Zaragoza o Zamora. Esta práctica de trazados se recoge en sucesivos escritos y tratados, y su idea de orden y regularidad se trasmite hasta el Medievo español, aplicándose en numerosas fundaciones de la península Ibérica.



Planta de Trujillo (Virreinato del Perú), fundada en 1533, que destaca por el trazado poligonal de su muralla.



Vista de Valladolid a finales del XVI. Felipe III trasladaría la Corte desde Madrid hasta esta ciudad castellana. Braun y Hogenberg. 'Civitates orbis terrarum'. BN.

La Corona española había enunciado desde 1513 las ventajas de hacer un trazado ordenado de calles y plaza antes de iniciar la construcción de una nueva ciudad. Varias *Instrucciones* (a Pedrarias Dávila, a Hernán Cortés, Cédulas Reales...) abordaban el asunto en términos muy generales.

El primer texto real que suele aducirse como expresivo de la normativa urbanizadora oficial está contenido en una *Ordenanza* de Carlos I, de 1523, que contiene un párrafo como origen de la adopción de la cuadrícula como trazado de las fundaciones españolas

Plaza Mayor de Llerena

La ciudad extremeña de Llerena tiene en su plaza Mayor uno de los ejemplos más significativos y acabados de su género en España. Actualmente situada en el centro de la ciudad, en un principio fue un espacio periférico. Su configuración comienza con la construcción de la iglesia de Nuestra Señora de la Granada por la Orden de Santiago. La plaza, abierta como lugar de mercado y ámbito para las celebraciones lúdicas, además de sede de las casas consistoriales, fue agrandada y ordenada en 1587 bajo Felipe II, adquiriendo entonces las dimensiones que tiene en la actualidad.

Dotada de una serie de soportales para las tiendas y en los pisos altos de galerías o miradores para la contemplación de las fiestas, corridas de toros, procesiones y otros actos públicos, fue remozada a lo largo de los siglos de manera que ofrece un excelente repertorio estilístico que va desde lo mudéjar al tardío neoclásico decimonónico. Destaca en su conjunto la esbelta torre de la iglesia de la Granada y la fachada lateral del templo, con su rítmica secuencia de arquerías de su vistosa y monumental lonja y la fuente que para el uso cotidiano de feriantes y de la comunidad trazó el gran pintor Francisco de Zurbarán. Asimismo, merece especial atención el edificio del Ayuntamiento, de moderno clasicismo.



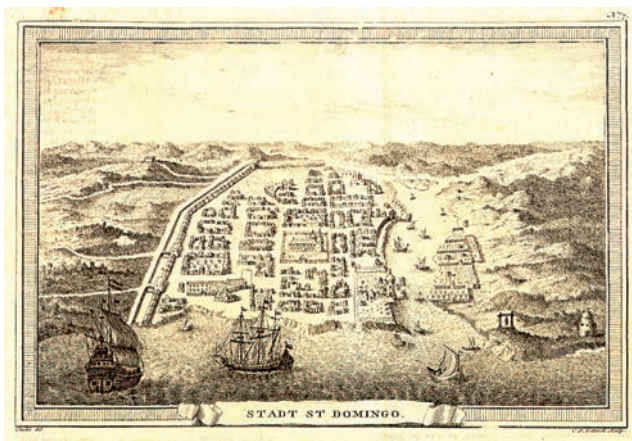
La plaza Mayor de Llerena (Badajoz) se distingue por la esbeltez de la torre de la iglesia de la Granada, por sus arquerías y por su fuente.



Arriba, vista general de la ciudad de Écija, según Braun y Hogenberg. 'Civitates orbis terrarum'. BN. Debajo, grabado de la ciudad de Santo Domingo, en la isla caribeña de La Española, uno de los primeros enclaves españoles en el Nuevo Mundo. BN.

en América: "(…) y cuando hagan la planta del lugar, repártanlo por sus plazas, calles y solares a cordel y regla, comenzando desde la plaza mayor, y sacando desde ella calles a las puertas y caminos principales, y dexando tanto compás abierto, que aunque la población vaya en gran crecimiento, se pueda siempre proseguir y dilatar en la misma forma".

Desde este texto hasta las *Ordenanzas* de Felipe II (1573), que repiten esta misma fórmula y desarrollan numerosas precisiones formales, existen pocas indicaciones reales más sobre la forma de la ciudad. El texto de 1523 es tan impreciso que su aplicación no conduce necesariamente a ningún tipo de planta determinada, mientras que la norma de 1573, que precisa con claridad las instrucciones sobre la forma de la ciudad, el trazado de las calles y de la plaza, la localización de la iglesia y los edificios de gobierno y sobre el diseño de las casas, aparece, paradójicamente, cuando la mayor parte de las principales ciudades están ya fundadas y la cuadrícula se había impuesto mayoritariamente como modelo principal.



Influencias renacentistas

Durante el Renacimiento cobraron especial atención las teorías sobre la ciudad ideal de autores como León Bautista Alberti (1407-1492), Antonio Averlino II Filarete (1432-1502) o Francesco de Giorgio Martini (1439-1502), que proponían modelos gráficos de difícil aplicación en los apretados trazados de las ciudades europeas existentes. Básicamente, el modelo consistía en un polígono regular, generalmente en forma estrellada y profusamente fortificado la mayor parte de las veces. El esquema, basado en la simetría central, cuenta con calles que parten del centro de forma radial en ocasiones y formando una malla regular que se adapta a los bordes exteriores en otras. Puede decirse que las teorías urbanísticas del Renacimiento llegan a España a través de las corrientes culturales que entonces invadían Europa, y su influencia se hace notar en una parte de la normativa y de la legislación redactada para la fundación de ciudades por los españoles en América.

De esto se deduce que las *Ordenanzas* de Felipe II constituyen un impresionante código político-urbanístico que, en sus disposiciones formales, recogen, por una parte, el resultado de una experiencia ya realizada en la práctica, sin normativa oficial; y por otro lado, algunas otras disposiciones formales, que no procedían de la práctica, sino de reflexiones teóricas idealizadas y abstractas, que nunca llegaron a tener aplicación.

El ejemplo más claro de esto se encuentra en lo relativo a la forma y proporciones que de-



Vista y plano de la ciudad imperial de Toledo según El Greco. Casa-museo de El Greco de Toledo.

Plazas a lo grande

No sólo la magnitud de las calles, parcelas y manzanas es superior en América que en España; las plazas mayores también son más grandes. Por ejemplo, la plaza regular de Villarreal (Castellón) resulta reducidísima al lado del Zócalo de México; y otra plaza mayor, la de Lima, de parecido tamaño a tantas otras hispanoamericanas, supera en dimensiones a las más amplias españolas, como Medina del Campo o Cogolludo. Y lo mismo sucede si se compara la plaza descrita en las Ordenanzas de Felipe II –de forma rectangular y proporción vitrubiana– con las plazas mayores españolas, como la de Valladolid, mandada trazar en 1561 por el mismo rey.

bería tener la plaza mayor, concebida en tradición vitrubiana como un rectángulo en proporción 1 a 1,5 entre sus lados, con dos calles perpendiculares saliendo de cada esquina y otra por el centro de cada lado. Esta disposición, que nunca se utilizó, hubiera supuesto una complicada diferenciación de tamaños y proporciones de las manzanas alrededor de la plaza, al contrario de cómo se hizo en la realidad: la plaza mayor es, simplemente, el vacío de una manzana como las demás, dejada sin edificar.

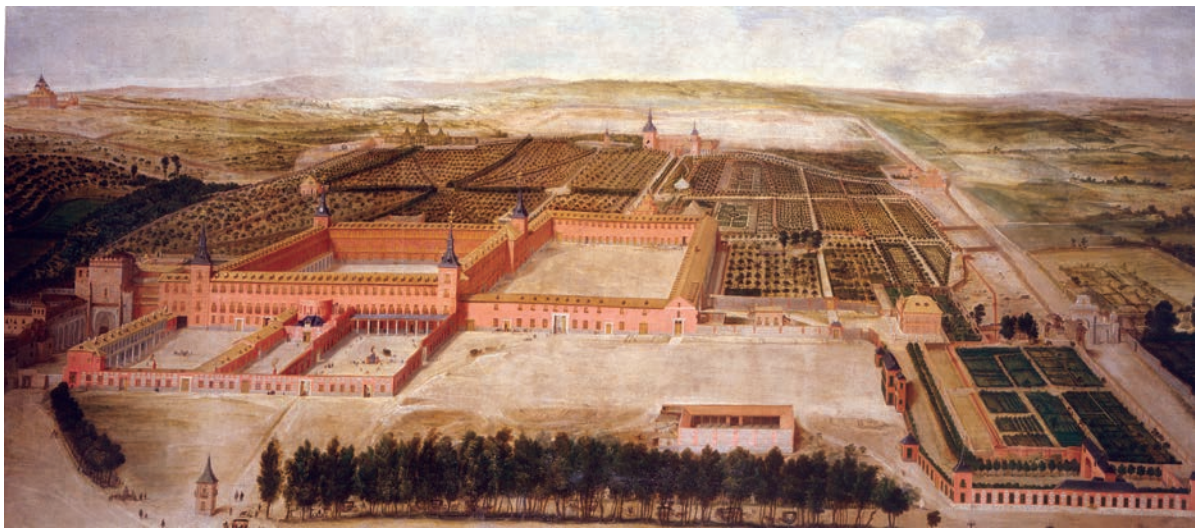
Las *Ordenanzas* establecían, igualmente, la forma de reparto del suelo agrícola alrededor de la ciudad. La unidad de superficie más usada era la "caballería", capaz de contener cultivos de cereales, plantaciones de árboles y contingentes de ganadería.

Óleo de la plaza mayor de Valladolid, cuyo trazado mandó hacer Felipe II en 1561. Museo Municipal de Valladolid.

Acta de fundación

El acta de fundación de las ciudades se acompañaba del dibujo o traza de la misma; en este documento, de vital importancia política, administrativa y urbanística, se refleja la asignación de terrenos a los pobladores. Los planos de fundación de San Juan de la Frontera (1561), Mendoza (1562) y Santiago de León de Caracas (1567), realizados cuando ya la cua-





Vista general del palacio y los jardines del Buen Retiro. Dibujo atribuido a Giuseppe Leonardo. Patrimonio Nacional.

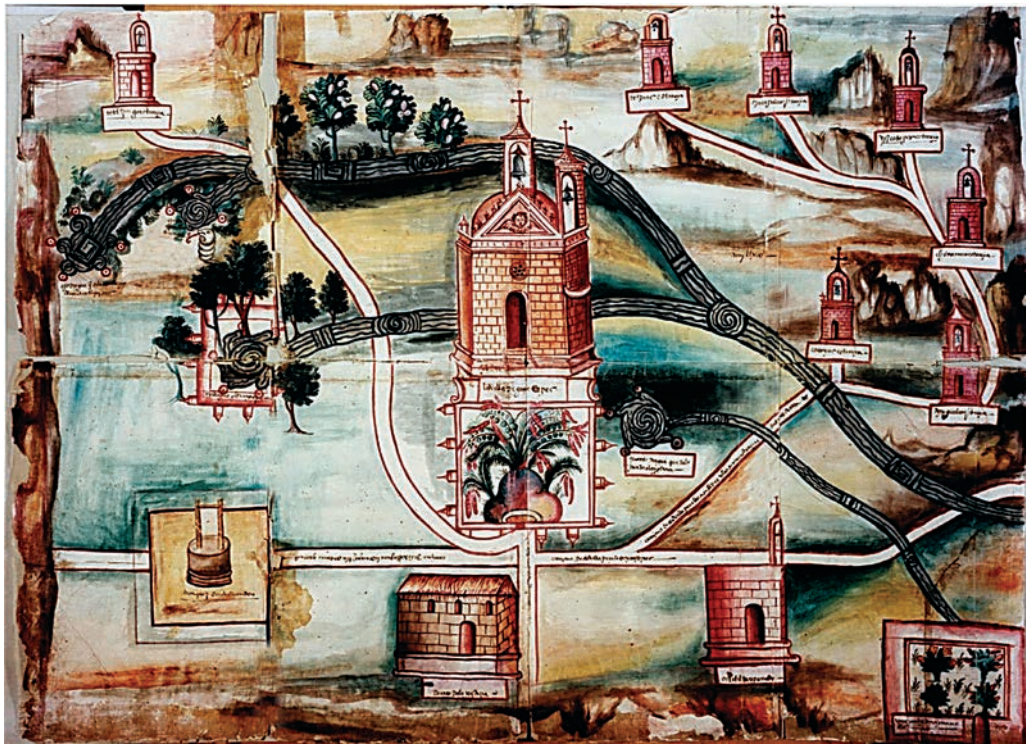
drícula estaba firmemente consolidada, son un notable ejemplo del modelo de ciudad hispanoamericana. La detallada y minuciosa propuesta formal contenida en el documento urbanístico más importante de su época, las *Ordenanzas* de Felipe II, no llega a aplicarse en su integridad en ninguna población, pero abre numerosas opciones a la construcción de la ciudad, como aparece reflejado en el plano de la segunda fundación de la ciudad de Panamá en 1673.

Puede decirse que antes de comenzar el siglo XVII se habían fundado los principales centros administrativos del territorio hispanoamericano y se había establecido una extensa red de asentamientos humanos permanentes desde la península de la Florida a la Patagonia. La consolidación de la colonización española se basa principalmente en la fundación, formación y crecimiento de las ciudades. El proceso de formación de los asentamientos se realiza muy rápidamente, con muy limitados recursos humanos y económicos y sobre un espacio geográfico muy extenso. Esto dio lugar a un esquema de or-

Sevilla en el XVI

El trazado callejero de Sevilla en el siglo XVI continuó con la fisonomía de la época islámica. Las casas, hasta bien entrado el siglo, siguieron ofreciendo unas modestas fachadas pues la casa musulmana se vuelca sobre el interior. Los aires renacentistas traerán desde Italia ideas sobre la monumentalidad; los más importantes edificios del centro histórico son de esta época: Catedral (terminada en 1506), Lonja/Archivo de Indias (1584-1598), Giralda (campanario y Giraldillo, 1560-1568), Ayuntamiento (1527-1564), hospital de las Cinco Llagas (1544-1601), iglesia de la Anunciación (1565-1578), Audiencia (1595-1597)... Los nuevos patrones estéticos-arquitectónicos-urbanísticos permitieron en Sevilla derribar saledizos, arquillos y ajimeces (balcones) con el fin de eliminar la humedad e introducir el sol en las arterias urbanas. Las ordenanzas de Sevilla, recopiladas en 1527, se refieren a las distintas clases de casas que exigían las costumbres: casa común, con portal, sala y los departamentos que "el señor (el propietario) demandase"; casa principal, con salas, cuadras, cámaras y recámaras, portales, patios y recibimiento; casa real, con análogas dependencias, de "todos los miembros que pertenezcan a casa de rey, príncipe o gran señor". Hacia el final de siglo XVI, con el comercio de Indias, el caserío mejoró notablemente y con el incremento de rentas y de población, la construcción aumentó: entre 1561 y 1588 se levantaron en Sevilla más de 2.454 nuevas casas, sobre todo en Triana (900) y San Vicente (742).





Plano de Guaxtepec, en el Virreinato de Nueva España. Archivo General Indias. Foto inferior, plaza mayor de Cogolludo (Guadalajara), una de las de mayores dimensiones de España en el Siglo de Oro.

ganización territorial con núcleos urbanos muy alejados entre sí.

La fundación de nuevas poblaciones se realizo siguiendo la pauta de localización de los núcleos indígenas, a excepción de los puertos y los centros mineros. Sin embargo, los asentamientos fueron siempre nuevos, con una planificación y desarrollo con arreglo a conceptos generalmente ajenos a los de las culturas precolombinas. Hacia 1580 existe la constancia de la fundación de, al menos, 230 ciudades permanentes, que se elevaban a 330 en 1630, aunque probablemente en esas fechas su número llegó a ser el doble.

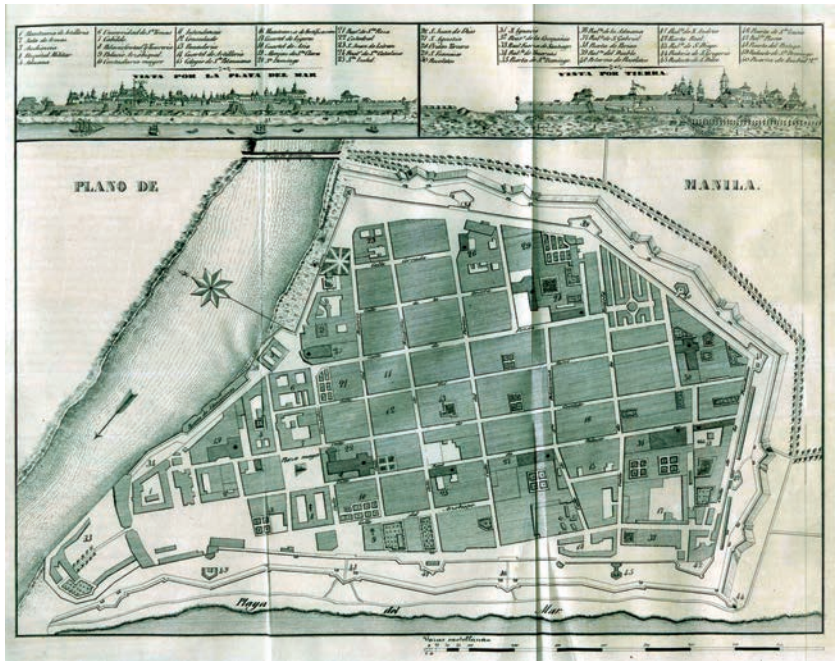
Las 'Ordenanzas' de Felipe II, de 1573, son el documento urbanístico más importante de la época y base teórica de numerosas actuaciones

Se trata de ciudades de trazado geométrico en el que calles de tramos rectos se cruzan formando una retícula: cuando las calles se cruzan formando ángulos rectos puede hablarse de retícula ortogonal; y cuando las distancias entre las cruces son siempre iguales puede hablarse de cuadrícula. Santiago de Cuba es ejemplo de retícula; Panamá y Guatemala lo son de retícula ortogonal, y Caracas y León de Huanuco, de cuadrícula.



La calle no es una línea, sino una banda longitudinal de una anchura de alrededor de seis metros. Los cruces de las otras calles perpendiculares a ella están separados a distancias que varían de unas ciudades a otras, aunque es muy habitual que sean unos 100 metros. El conjunto de estas bandas longitudinales forma el espacio público (al que se sumará la plaza). El espacio que queda entre ellas es el es-





Arriba, planos de Panamá la Nueva y Manila, dos de los bastiones del poder imperial español en ultramar. AGI. Debajo, plaza y fuente de Santa María en Baeza (Jaén).

pacio privado y se divide regularmente en manzanas. El conjunto de calles asegura la movilidad y la interrelación entre todas las partes de la ciudad.

La plaza mayor

En el modelo, la plaza mayor es un elemento estructural fundamental. Es el centro de la ciudad: su centro geométrico, vital y simbólico. Su forma de inserción en el conjunto del trazado urbano, su total imbricación en el mismo, no puede entenderse como algo independiente, sino que es su elemento generador ya que toda la ciudad se organiza a partir de él: "Comenzando desde la plaza mayor y sacando desde ella las calles", señalan las *Ordenanzas* de Felipe II.

Al mismo tiempo, es el centro sobre el que confluye toda la vida de la ciudad; es el lugar de encuentro para todas las fun-



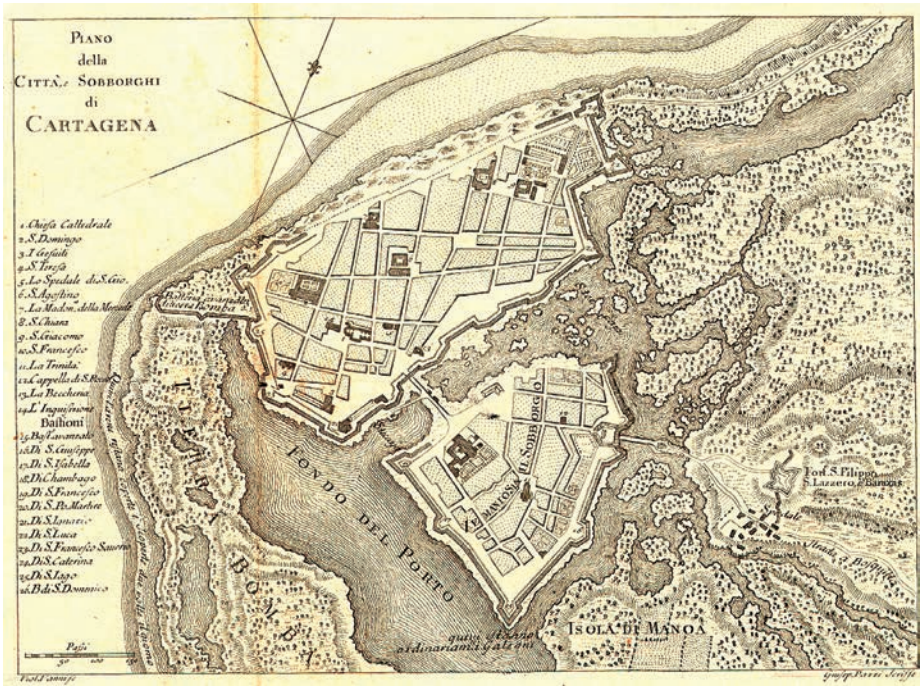
El renacimiento de Úbeda y Baeza

Las reformas y las creaciones urbanísticas de Úbeda y Baeza en los años del Renacimiento son, quizá, las más interesantes que se llevaron a cabo en Andalucía, de la mano de Siloé y Vandelvira, arquitectos y urbanistas, que materializaron una configuración urbana básicamente figurativa y planimétrica.

Cercana a las plazuelas medievales irregulares de Carvajal, en Úbeda, o los Arcedianos, en Baeza, se levanta la gran plaza renacentista, un espacio capaz de concentrar grandes multitudes para celebraciones de carácter cívico, religioso y lúdico.

En unos casos, se procede a la nueva alineación de calles, mientras que en otros se mantiene el entramado urbano medieval, con la incorporación de portadas y mayor número de huecos en las fachadas.

La trama urbana de Úbeda está determinada y dinamizada por una arquitectura palaciega que, al lado de la conventual, le da un tono aristocrático, mientras que la de Baeza acusa un aire más religioso y popular. El siglo XVII es de apogeo conventual, una construcción fundamental en el trazado de la ciudad baezana.



Plano de la ciudad de Cartagena de Indias, que durante décadas fue uno de los principales puertos de entrada del comercio español con las Indias. Museo de América.

ciones sociales, administrativas y de esparcimiento. A su alrededor, y abriendo sus puertas a la misma, se sitúan los edificios del poder y de la religión. Allí se administra, se imparte justicia, se comercia, se celebran los festejos... La plaza mayor es un elemento de la cuadrícula y está tan insertada en ella que, por lo general, es simplemente el resultado de dejar una manzana sin edificar, añadiendo el correspondiente cuadro al espacio público formado por las calles.

No obstante, hay excepciones. Por ejemplo, cuando la ciudad se asienta a la orilla del mar o en la ribera de un río, el puerto es un elemento de tal importancia que la pla-

Organización territorial

A la cabeza de la organización territorial estaban los Virreinatos de Nueva España y Perú (en el los de siglo XVIII se crean Nueva Granada y Buenos Aires), subdivididos en demarcaciones regionales llamadas Gobernaciones. Éstas tenían a su cargo un determinado número de poblaciones agrupadas bajo el nombre de Corregimientos. Desde el punto de vista de la Administración de Justicia, el territorio se dividía en Audiencias, y desde el punto de vista de la burocracia militar, en Capitanías. Esta organización se reestructura con el absolutismo ilustrado, creándose las Intendencias.

Las ciudades fueron desde el principio los centros neurálgicos de todas las divisiones administrativas del territorio hispanoamericano y en ellas se sitúan las sedes de todos los organismos civiles y eclesiásticos. Cada ciudad era gobernada y administrada por el Cabildo, un consejo elegido por todos los cabezas de familia residentes en la ciudad. Aunque tuvo un destacado papel al principio de la colonización, su influencia fue decayendo.



Vista de la ciudad de Granada a mediados del XVI según grabado de Braun y Hogenberg, de la obra 'Civitates orbis terrarum'. BN.





Arriba, vista de Zaragoza en 1647, de Juan Antonio Martínez Mazo. Museo del Prado. Derecha, detalle del mapa del pueblo de Cuzcatlán y otros de la diócesis de Tlaxcala (Nueva España) hacia 1577. AGI.

za se sitúa contigua al mismo. Hay también algunas ciudades en las que aparecen otras formas de plaza que se apartan del modelo general: unas veces se trata de plazas formadas por el vacío de más de una manzana; otras por la forma de disponerse las calles que salen de ella, alterándose por ello, alrededor de la plaza, la regularidad de la cuadrícula; incluso hay casos de plaza con las esquinas cerradas.

El modelo de ciudad incluye una forma típica de parcelación que consiste en dividir las manzanas en cuatro partes cuadradas iguales. Algunas de estas parcelas se destinaban a usos especiales. Los alrededores de la plaza eran ocupados por las actividades directivas y religiosas. Y las más próximas a ellas eran las destinadas a los conquistadores y a los principales funcionarios de la ciudad, tal y como ya lo demandaba la *Instrucción* de Fernando el Católico a Pedrarias Dávila, dada en Valladolid el 2 de agosto de 1513: "(…) habréis de repartir los solares del logar para hacer las casas, y éstos han de ser repartidos según las calidades de las personas e sean de comienzo dados por orden...". En la periferia se situarían "carnicerías, pescaderías, tenerías y otras oficinas que causan inmundicias", según dictaban las *Ordenanzas* de Felipe II.

En todo caso, la cuadrícula muestra muy pronto su adecuación para servir de soporte a la extensión de la ciudad en todas direcciones, tal y como se señala en una *Ordenanza* de 1523, dada por el Emperador Carlos V y repetida en las *Ordenanzas* de su hijo Felipe II: "(...) que aunque la población vaya en gran crecimiento, se pueda siempre proseguir y dilatar en la misma forma".

Y aunque las características del territorio no ofrezcan llanuras ni continuidad, no se producen alteraciones del modelo, y la cuadrícula se extiende de igual manera. Sim-





Arriba, plano de una zona de Nueva España en el siglo XVI. AGI. Sobre estas líneas, vista de la ciudad de Madrid, que registró un gran crecimiento durante el XVI. Museo Municipal de Madrid.

plemente queda cortada allí donde no puede seguir –por ejemplo a causa de la presencia del borde del mar– o continúa al otro lado del obstáculo –un río, por ejemplo–, dejándolo englobado dentro de ella. Y de ser necesario, las manzanas son cortadas para adaptar el borde de la ciudad a las formas irregulares y no geometrizables de la realidad natural.

Por lo tanto, pueden formarse retículas que no llegan a ser ortogonales, con calles que no son siempre totalmente rectas ni paralelas, con manzanas de formas y tamaños diferentes. Estas situaciones se presentan con frecuencia en las primeras etapas de la colonización, y pueden considerarse como aproximaciones al modelo cuadricular, en el proceso histórico de la formación de éste, como intentos y tanteos más o menos titubeantes.

En otros casos es mejor hablar de variaciones del modelo. No es que haya indecisión, torpeza o inseguridad en el trazado de una perfecta retícula ortogonal, lo que ocurre es que las manzanas y la plaza mayor no son cuadradas, sino rectangulares. Incluso, en ocasiones, aparecen manzanas de diversos tamaños y proporciones que buscan deliberadamente la diversidad.

De hecho, no todas las ciudades se ajustan al modelo oficial de la "cuadrícula". Algunos núcleos de rápido crecimiento, como los centros mineros, escapan al estricto control administrativo de la forma urbana, dando origen a ciudades de trazado totalmente irregular, como Guanajuato. Otras veces, un desarrollo más espontáneo y menos reglado configura ciudades de morfología irregular acopladas a marcadas características topográficas, como La Guaira, el puerto de Caracas. Y habría que añadir los casos de fundaciones tempranas, cuando no se había generalizado el modelo regular, que da lugar a ciudades irregulares, de calles sinuosas y manzanas multiformes, como Cumaná.

El Madrid de los Austrias

El crecimiento que experimentó Madrid durante los casi cuarenta años de reinado de Felipe II fue vertiginoso. En medio de un crecimiento incontrolado, sin ordenanzas ni limitaciones, las casas fueron levantadas sin guardar una alineación continua. Esta situación llevó en 1590 a la creación de la Junta de Policía y Ornato, presidida por el arquitecto Francisco de Mora, que había sido aparejador de Herrera en El Escorial. La situación comenzó a ser ligeramente controlada: se eliminaron voladizos, se alinearon fachadas y se suprimieron desniveles abruptos. El monarca Felipe III, trasladó la Corte a Valladolid, pero Madrid continuó extendiéndose, y a finales del siglo la superficie urbana alcanzaba puntos próximos a las actuales Puerta de Toledo al sur, glorieta de Atocha al este y la calle del Pez al norte. El crecimiento no se detendrá, y tras el regreso de la Corte en 1606, el joven rey Felipe IV ordenará en 1625 levantar una cerca o tapia para impedir un crecimiento que ya originaba toda una serie de inconvenientes y problemas.

Exploraciones y descubrimientos

La realidad es que, tras la llegada de Colón a América, se inicia una etapa de exploraciones y descubrimientos europeos de los contornos del nuevo continente. En algo más de cuatro décadas, todo el litoral americano, incluyendo sus islas y con excepción del



Vista de Barcelona hacia 1570, una ciudad que creció a partir de su puerto. Braun y Hogenberg, en 'Civitates orbis terrarum'. BN.

extremo sur-occidental de América del Sur, quedó registrado en planos y mapas de gran precisión.

En las primeras décadas de 1500, América es, para los españoles, apenas un puñado de islas en el Caribe, donde se han establecido una treintena de núcleos de carácter precario. Los nuevos asentamientos que llevan a cabo Nicolás de Ovando en Santo Domingo y Diego Velázquez en Cuba cambian varias veces de lugar antes de su establecimiento definitivo y carecen todavía de una clara intención de regularidad. El panorama varía radicalmente cuando los españoles, a partir de 1519, entran en contacto con las civilizaciones de América Central. México y Panamá son las bases desde las que los hombres de Cortés y Pedrarias Dávila se lanzan a la ocupación de los territorios centroamericanos.

Debajo, trazado de la ciudad de México según el proyecto de Alonso Bravo.



Antecedentes en España

Las repoblaciones en España a partir del siglo XI recuperan la tradición de los trazados regulares de la antigüedad. Nuevos asentamientos como Puentelarreina y Viana tienen ya una organización ortogonal de calles y manzanas, y otros, como Villarreal, una plaza regular de arquitectura uniforme. En Las siete partidas, de Alfonso X el Sabio, se alude al orden y regularidad con el que deben trazarse las poblaciones. Jaime II de Mallorca, en sus Ordenaciones, define un nuevo tipo de población de planta cuadrada y parcelario de gran tamaño.

El franciscano Eximenic, adelantándose a los tratadistas italianos del Renacimiento, describe en 1830, en su Dotzé del crestiá, la ciudad ideal: de forma cuadrada, plaza central y dividida en cuatro cuarteles con sendas plazas secundarias. Pero es ya a partir del siglo XV cuando se generaliza en España el trazado regular, aunque no ortogonal, de las nuevas poblaciones. Es la idea de la "ciudad ordenada". Puerto Real (1483), Vera (1520) y Huercal Overa (1521), por ejemplo, tienen trazados relativamente regulares en las manzanas próximas a los edificios más representativos.

El trazado de Santa Fe de Granada (1492) se aproxima más a las formas ortogonales, organizándose a partir de dos calles longitudinales y una transversal, en cuyo cruce aparece la plaza. Mancha Real (1537) tiene un trazado ortogonal con manzanas rectangulares sobre un gran eje, en cuyo centro se sitúa la plaza mayor. Pese la semejanza, estas plazas no son comparables con las de América, ni en el tamaño de las parcelas o las manzanas ni en la significación de la plaza mayor como origen del trazado. Además, contrasta la baja densidad de las ciudades hispanoamericanas del XVI (menos de 2 habs. por hectárea) con las urbes de la metrópoli de los siglos XII al XV (65 y 90 habs. por hectárea).





Arriba, vista de la Alhambra granadina a mediados del XVI. Debajo, grabado de Burgos, importante ciudad castellana en el mismo siglo. Grabados de Braun y Hogenberg en 'Civitates orbis terrarum'. BN.

Poco después, las expediciones de Pizarro llegan a las costas de Perú y conquistan el imperio inca, fundando ciudades como Piura, Lima, Cuzco, Trujillo o Arequipa. Desde Cuzco la colonización española avanza en tres frentes: hacia el altiplano andino de Bolivia, hacia el noroeste de Argentina y hacia el norte y centro de Chile.

Toma fuerza una idea global de ciudad formada por un entramado regular de calles y manzanas alrededor de una plaza central, como el trazado que Alonso Bravo proyecta para México en 1521 sobre las ruinas de Tenochtitlán. Algo que más tarde se formaliza de forma más contundente en Puebla de los Ángeles: manzanas de 180 x 90 metros, un reparto regular de solares de 2.000 m^2, calles de 13 metros de ancho, formando una malla rectangular uniforme con el gran vacío de la plaza mayor. Una estructura hasta entonces desconocida en Europa. En Lima, fundada en 1535, se concreta definitivamente un nuevo modelo: la manzana rectangular se hace en cuadrada y la malla alargada en cuadrícula; cada manzana se divide en cuatro parcelas iguales y alrededor de una plaza central se sitúan los edificios más representativos.

El elemento estructural más destacado del modelo urbanístico español en América es la plaza, centro geométrico, vital y simbólico de la ciudad

A partir de Lima, la llamada "cuadrícula", de fácil replanteo y de esquemática sencillez, se extiende por todo el continente americano. La Plata (1538), Santafé de Bogotá (1538), Tunja (1538), Huamanga (1549), San Francisco de Campeche (1541) y Santiago de Chile son ejemplos de este modelo urbano que se consolida en América en la primera mitad del siglo XVI. ■



El monopolio del comercio con América y las guerras de los Austrias moldearon los puertos españoles

Baluartes costeros

JAVIER R. VENTOSA

España fue durante el siglo XVI y parte del Siglo de Oro la primera potencia comercial y marítima del mundo. Su red portuaria se extendía por cuatro continentes (Europa, América, norte de África y Asia) al servicio del monopolio del comercio indiano y de las necesidades defensivas de la Corona. Pero la gran potencialidad naval española y la enorme expansión de la navegación de la época contrastó con la parca realidad de los puertos españoles, cuyo desarrollo se vio lastrado por la primacía de Sevilla y Cádiz y por la crisis del XVII, lo que se tradujo en escasas obras de infraestructura.



El puerto fluvial de Sevilla, como destino único de las riquezas americanas, fue durante siglo y medio el más importante centro comercial del mundo. Grabado anónimo del puerto y la capital hispalense en el siglo XVI. Museo de América.

La más importante llave de una ciudad es un puerto, que le sirve para defendella de su enemigo y hacerla más bastecida de mantenimientos y otras cosas necesarias para la república, porque a ella no han miedo de venir los mercaderes con naos muy grandes viendo han de hallar puerto seguro para sus naves". La cita, del autor de *Los veintiún libros de los ingenios y las máquinas*, describe la función ideal de los puertos en el Siglo de Oro, cuando el imperio español regía el mundo y su poder naval dominaba los mares desde Amberes hasta Messina, desde Sevilla hasta Veracruz, desde Acapulco hasta Valdivia o Manila. Los Austrias, que reinaron en España hasta finales del XVII, eran conscientes de la importancia de los puertos como base del poderío marítimo y dispusieron de un sistema portuario muy extendido, moldeado para el comercio y la guerra, pero descompensado, débilmente articulado y sin obras de infraestructura.

Cuando Carlos I se corona emperador en 1530, los dominios españoles se extendían en Europa por los Países Bajos y amplias zonas de Italia, y en América progresaba la colonización. Como consecuencia de ello, el sistema portuario imperial quedó formado, y así seguiría hasta finales del XVII, por cuatro subsistemas poco relacionados entre sí: el mediterráneo, casi un mar interior con un activo comercio con Italia y en el que la Corona combatió desde sus puertos (Nápoles, Messina, Cagliari y los presidios norteafricanos) la amenaza turca y berberisca; el flamenco, con varios puertos (Dunkerque, Calais, Amberes, Ostende), era destino del comercio castellano con Flandes; el americano, que requirió crear una nueva red portuaria y una prolongación filipina; y el español, con fachadas atlántica –ampliada de 1580 a 1640 con los puertos portugueses y los de sus colonias- y mediterránea y su extensión canaria. Mantener operativa esta red, basada en el dominio del mar, fue un enorme desafío para la Corona.

Los puertos en el XVI

En la primera mitad del XVI, los puertos españoles mantenían las características de la época de los Reyes Católicos, aún lejos de la concepción del puerto de la Edad Moderna como centro integrador de las funciones de abrigo, defensa y comercio. Básicamente eran fondeaderos para naos, carabelas o galeras, más o menos protegidos por la geografía (bahías, rías, etc.) y con alguna torre defensiva, pero sin obras externas ni infraestructuras, como ya lucían algunos puertos italianos de la Corona (dique único de



Bahía y puerto de Santander, con su dársena abrigada. Grabado de Braun y Hogenberg en 'Civitates orbis terrarum' (1572-1617). Biblioteca Nacional.

Nápoles). Es a partir de los años 60, con el auge del comercio indiano, cuando se da un cierto despegue de las infraestructuras, con la proyección y ejecución de los primeros diques de abrigo (Gijón, Santander, San Sebastián) y muelles de cantería (Barcelona, Málaga), que mejoraron las condiciones de protección y atraque de los galeones. Pero este desarrollo, que afectó sólo a un puñado de puertos, contrastó con realidades muy extendidas como los toscos sistemas medievales de atraque en playas y riberas, que obligaban a descargar las mercancías lejos de la costa para su traslado en barcas hasta el puerto, y la escasez de obras complementarias (grúas, cargaderos, almacenes, etc.).

Allende el territorio peninsular se comenzó a crear la nueva red portuaria americana, con la elección de puertos atendiendo a dos criterios: la situación geográfica, en las rutas de los grandes núcleos costeros o en zonas con mercancías de interés, y el emplazamiento más favorable para la carga y descarga de grandes barcos, por lo general en bahías protegidas y que, por ello, no requirieron de obras de protección. En los puertos mediterráneos de la Corona se acometieron obras de fortificación, basadas en el plan de Battista Calvi, y en Flandes proliferaron muros de defensa contra oleajes y avenidas, muelles (incluidos los famosos *duques de alba*, de madera) y diques, labor en la que se distinguió Gaspar de Robles. "Nunca tuvimos diques más altos y macizos que los existentes en 1580" en tierras neerlandesas, escribió el tratadista Fernández Medrano.

Financiación de las obras

Carlos I, y sobre todo Felipe II, mostraron interés en los puertos como reflejan estas obras. Se rodearon de los mejores técnicos e impulsaron varias actuaciones, pero su política portuaria se realizó, al menos en el litoral español, sin una efectiva coordinación con los diferentes reinos de España. Además, la Corona ni siquiera habilitó fondos de la Real Hacienda para los puertos, salvo para fortificaciones. La administración portuaria, y la iniciativa de las obras, quedaron, pues, en manos de los Consulados Marítimos y los Ayuntamientos, a los que se facultó para cobrar arbitrios e imposiciones (cayages, alcabalas, sisas, quiñones, etc.) para obras nuevas o de mantenimiento. Esta situación dio lugar a actuaciones muy desiguales en los puertos.

Felipe II también se distinguió por promover la profesión de ingeniero, hombre con conocimientos teóricos de arquitectura, matemáticas y fortificación, adquiridos en gremios y corporaciones y puestos en práctica en los ejércitos, que sustituyó a los maestros mayores en las obras públicas. Hizo venir de Italia a técnicos como Spanochi, la familia Antonelli, los hermanos Fratin, Leonardo Turriano, Abianello, etc.; ordenó traducir tratados clásicos como el de Vitrubio e instó a recopilar todo el saber sobre tecnología



Dibujo de Juan Bautista Antonelli de la entrada a la bahía de La Habana, cerrada por una cadena para impedir los ataques de naves enemigas. 1591. Archivo General de Indias.

portuaria, lo que se tradujo hacia 1568 en dos tomos de *Los veintiún libros de los ingenios y las máquinas*. En 1584, en fin, creó la Academia de Matemáticas y Arquitectura Militar, principal centro de enseñanza para ingenieros y arquitectos durante décadas. Estas iniciativas no lograron crear un verdadero cuerpo de ingenieros, pero sirvieron de semillero de los primeros ingenieros militares (Aceituno, Cifré, Lechuga, Navarro, Sotomayor, Cristóbal de Rojas), varios de los cuales intervinieron en obras portuarias. Sus conocimientos eran los del Renacimiento italiano, base de toda la tecnología portuaria posterior: métodos y materiales para ejecutar cimentaciones bajo el agua, empleo de escolleras en diques y en bases de muelles de cantería, construcción de espigones y delimitación de canales de acceso a puerto y equipos de construcción. Pero sobre todo, su especialidad eran las fortificaciones.

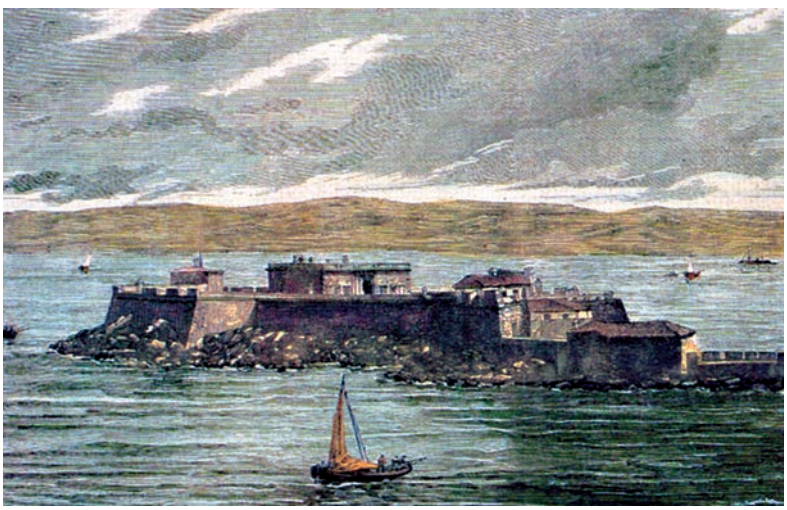
La Carrera de Indias

El descubrimiento de América, que alteró la cosmovisión del mundo, también influyó en el sistema portuario español, súbitamente ampliado con un extenso territorio con el que comunicarse por mar, al que proteger y del que la Corona quería extraer sus riquezas para financiar su política imperial. Para ello hubo que establecer toda una red portuaria de nueva creación, primero en la fachada atlántica y luego en la del Pacífico. La potencialidad del Nuevo Mundo, ya muy visible a mediados del XVI, cuando los galeones regresaban cargados de metales preciosos, revolucionó el comercio: la ruta transatlántica desplazó en importancia a las grandes rutas renacentistas, que unían los puertos del Mediterráneo oriental y occidental, los del norte europeo y los dos sistemas entre sí. Con España como potencia co-



Mapa portulano de la cuenca del Mediterráneo, un mar con un activo comercio español desde el siglo XIV y con varias posesiones de la Corona de los Ausatrias en Italia y el norte de África. Museo Naval.





Derecha, dibujo del muelle de El Callao, el único de fábrica construido en América en este periodo, por Pedro de la Madriz, 1696. Archivo General de Indias. Debajo, óleo del castillo de San Antón, en La Coruña, ejemplo de las fortificaciones para proteger los puertos. Archivo Municipal.

mercial, sus puertos atlánticos y de ultramar cobraron importancia estratégica.

Desde el principio, la Corona impuso un rígido régimen mercantilista para comerciar con las Indias, basado en un monopolio estatal controlado por la Casa de la Contratación. En 1529 se habilitó a diez puertos (Bayona, Coruña, Avilés, Laredo, Bilbao, San Sebastián, Málaga, Cartagena, Cádiz y Sevilla) para enviar sus productos a ultramar, pero el tornaviaje debía realizarse por Sevilla, donde la Casa de la Contratación tenía su base para fiscalizar las mercancías. Con los años, Sevilla y Cádiz, además de Canarias, conformaron el eje de este comercio, lo que se sancionó en 1560 con la designación de Sevilla como único puerto autorizado para traficar con América. Puerto seguro aunque difícil para la navegación, fue durante más de un siglo el principal centro comercial del orbe. Hasta allí fluían los metales preciosos americanos, redistribuidos por mar hacia Amberes, Génova y otros lugares, y las demás mercancías indianas. Este monopolio de puerto único relegó a un segundo plano a los demás puertos peninsulares, sobre todo a los mediterráneos, limitados al cabotaje y a un comercio exterior poco relevante.

En América ocurrió algo similar. De los primeros enclaves con los que hubo vínculos comerciales (Santo Domingo, Nombre de Dios) se pasó a la designación de puertos principales para comerciar con la metrópoli: Cartagena de Indias, Veracruz (punto de embarque del oro de Nueva España) y Portobelo (permitía un acceso fácil hasta el Pacífico para recoger la plata del Perú). El Callao –puerto de Lima, sede del Virreinato del Perú- y Acapulco –que en 1573 inauguró con el Galeón de Manila una ruta comercial con Filipinas– completaron en el Pacífico este esquema de puertos principales. A ellos se sumaron otros de menor valor en ambas fachadas marítimas, también sin grandes infraestructuras.

Fortificaciones en América

En las últimas décadas del siglo, a raíz de las guerras de España con nuevas potencias marítimas y el creciente acoso de flotas y corsarios ingleses, holandeses y franceses a la Carrera de Indias y a los puertos hispanos, la Corona asumió por primera vez una



auténtica política de planificación global y gestión portuaria de carácter defensivo, concretada, además de en la organización del sistema de flotas y galeones en el frente marítimo, en numerosas obras de fortificación en los puertos peninsulares y de ultramar. La defensa militar pasó a ser la prioridad, a la que se subordinó toda la infraestructura portuaria. Comenzó así una ingente labor constructiva, sufragada por las arcas reales, que fue encomendada por Felipe II en 1588 al ingeniero mayor Tiburcio Spanochi, cabeza visible del arte de la fortificación en España (Cádiz, Gibraltar, Ceuta, etc.). Mientras, otros puertos atlánticos se potenciaron como bases logísticas de la Armada (Cádiz, Coruña, Lisboa, Santander). En América fueron Juan de Tejada y Juan Bautista Antonelli los artífices de un ambicioso plan de fortificaciones que pobló las costas del Nuevo Mundo de fuertes y murallas, con prioridad para los puertos de la Carrera de Indias (Cartagena de Indias, La Habana, Veracruz, Portobelo), los más expuestos a los ataques. Su mayor mérito fue adaptar los conocimientos de la fortificación abaluartada europea al nuevo escenario geográfico, haciendo surgir nuevas formas y conceptos hasta crear una verdadera escuela de fortificación hispanoamericana.



Arriba, ciudad y puerto de Cádiz, que sería el más importante de España a partir de mediados del XVII. Braun y Hogenberg en 'Civitates orbis terrarum'. BN. Izda., concentración de una flota de guerra en el puerto de Messina, posesión española en el Mediterráneo. Museo Naval.

El descubrimiento de América obligó a crear una nueva red portuaria que se extendió desde la Patagonia hasta Florida y Canadá

En la labor constructiva portuaria de entresiglos participaron de nuevo técnicos italianos (Bursoto, Ferrante, Rugiero, Cristóbal de Roda), pero con el avance del siglo XVII proliferaron más los ingenieros flamencos o de otras nacionalidades del imperio (Boot, Lucio, Arnault, Franck) y los militares españoles de Flandes. Sus conocimientos técnicos eran similares a los del XVI, pero perfeccionados en nuevas escuelas y mejor documentados por la tratadística, aunque el momento histórico les orientó hacia la fortificación, sobe todo en España. Técnicos como Císcara, Rosas, Pozuelo, Somodevilla, Venegas, An-





Arriba, Felipe V zarpa hacia Italia desde el muelle del puerto de Barcelona en 1702. Museo Naval. A su derecha, portada de 'Los veintiún libros de los ingenios y las máquinas', de autoría discutida. BN.

dújar, Monteyro, Coninck o Verboom (fundador en el siguiente siglo del nuevo cuerpo de ingenieros) figuran entre los 290 ingenieros militares españoles que sirvieron a la Corona en el XVII, varios de ellos en puertos.

Estancamiento en el XVII

A partir de la segunda década del XVII, con Felipe IV, el panorama portuario español sufrirá las consecuencias de la decadencia del imperio. La España de los Austrias menores florece en el campo literario, pero se desangra en costosas guerras religiosas e intermonárquicas, sufre sucesivas bancarrotas financieras, ve peligrar su poder naval y asiste impotente a la crisis de la Carrera de Indias (la plata americana dejará de afluir con regularidad desde 1620) y al fin de su monopolio, dando síntomas de un declive evidente frente a otras potencias que comienzan a dominar el comercio.

Los puertos, como un engranaje más del sistema imperial, reflejarán esa crisis en toda su amplitud. Las posibilidades de desarrollo de la mayoría de ellos habían sido ya muy debilitadas por el modelo de concentración portuaria, que privilegió al triángulo Sevilla-Cádiz-Canarias en detrimento de los demás hasta el decreto de libre comercio de 1778. Ahora, con la ruina económica del reino, sufrirán un prolongado periodo de estancamiento, cuando no de flagrante deterioro de sus infraestructuras.

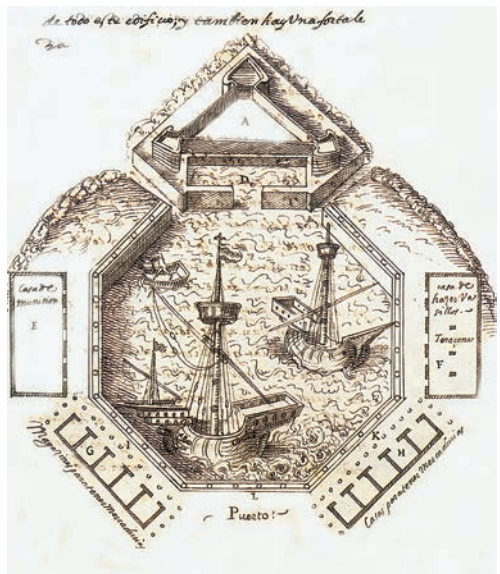
Desde el segundo tercio de este siglo, en efecto, no se puede hablar prácticamente de obras portuarias de importancia. Las iniciadas en el XVI prosiguieron penosamente durante décadas (Barcelona, Málaga, Alicante). El principal puerto español, Se-

El gran tratado portuario

Hablar de tecnología portuaria española en la Edad Moderna es hacerlo de un manuscrito, 'Los veintiún libros de los ingenios y las máquinas', una enciclopedia sobre hidráulica que incluye dos libros –'De los edificios de la mar ' y 'Defensas de puertos de mar'– que constituyen el primer tratado de tecnología portuaria general. La obra fue encargada por Felipe II. Inicialmente se atribuyó al cremonés Juanelo Turriano, pero actualmente se piensa que se encargó de ello el ingeniero aragonés Pedro Juan de Lastanosa. El autor debió pedir a diversos técnicos ponencias sobre temas concretos, y aunque se desconoce quién escribió los textos portuarios, sí se sabe que aparecieron hacia 1568. Ambos libros recogen las técnicas de construcción de obras en el mar conocidas, basadas en la tecnología italiana, y complementadas por las innovaciones fruto del ingenio del propio autor y de otros inventores. Los capítulos, ilustrados con abundantes dibujos, abordan con elevado nivel técnico y profundidad y claridad explicativas aspectos como las funciones y tipologías de los



Izquierda, puerto de Lisboa, que durante más de medio siglo formó parte del sistema portuario español. Braun y Hogenberg, 'Civitates orbis terrarum'. BN. Debajo, disposición ideal de un puerto en octógono, según 'Los 21 libros de los ingenios y las máquinas'. BN.



villa, acabó prácticamente paralizado a mediados de siglo al no disponerse de técnicas de dragado adecuadas, y otros más fracasaron por la limitación de conocimientos oceanográficos (Gijón, Tenerife, Valencia y Málaga, que acabó el siglo muy deteriorado). En los demás no hubo apenas cambios, conformando un panorama general muy precario.

Los puertos americanos ralentizaron su proceso de fortificación, que no recuperaría el ritmo anterior hasta el XVIII, y tan sólo se puede hablar de obras relevantes en Flandes, con la construcción de diques, esclusas, instalaciones de atraque a base de pilotajes o estructuras de madera y espigones de acceso a puertos tan destacados como el que a mediados de siglo se realizó en Dunkerque. En algunas de ellas participaron los ingenieros de la Academia Militar del Ejército de los Países Bajos, fundada en 1675 por Fernández Medrano. De esta escuela saldrían las promociones que conformarían un auténtico cuerpo de ingenieros militares, responsable de las grandes obras de la segunda mitad del nuevo siglo, cuando los puertos españoles vivirán una época dorada.

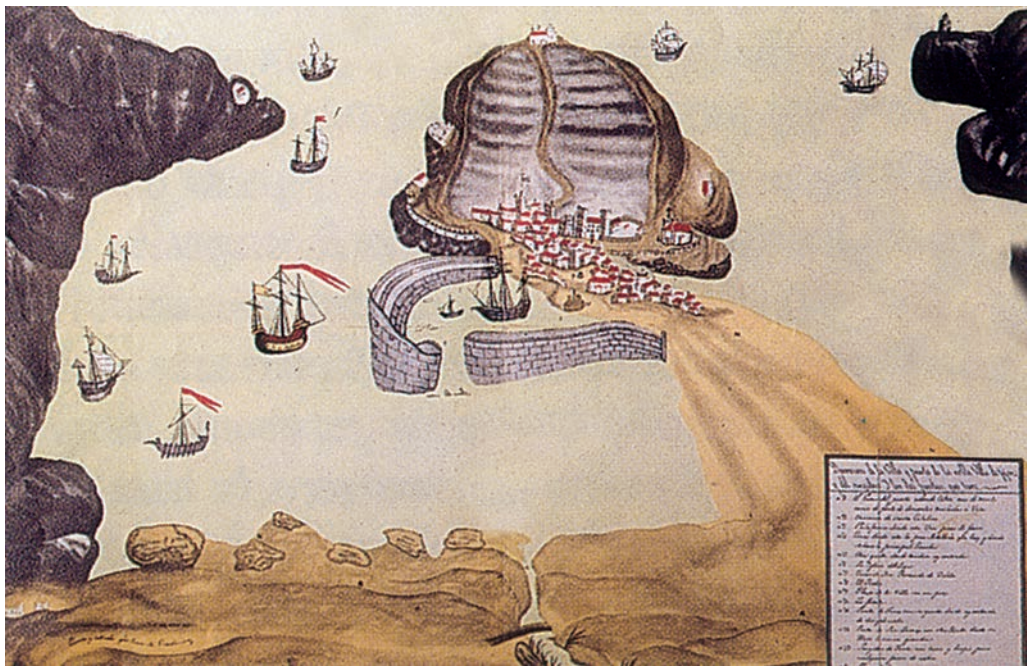
puertos, su planificación o condiciones de emplazamiento (aquí ya se abordan la acción de las mareas, los vientos y los aterramientos). Singular importancia se concede a las técnicas para construir diques y muelles, a la cimentación de obras (pilotajes, ataguías, cajones flotantes) y a los equipos y materiales de construcción, así como a los sistemas de dragado. Entre sus lagunas figura el desconocimiento sobre la acción del oleaje. La importancia de esta obra, descubierta en 1970 en la Biblioteca Nacional de Madrid, reside en que compendia todo el saber constructivo de puertos, con técnicas y equipos que se anticipan en el tiempo y que, al englobar el saber español en este campo, permite hablar, ya en esa época, de una ingeniería portuaria española. Este códice se escribió unos 30 años antes de otro clásico, 'Sopra i porti di mari', del italiano Teófilo Gallacini, y fue durante décadas el libro de cabecera de generaciones de ingenieros españoles, junto a otros tratados sobre fortificación como 'Teoría y práctica de la fortificación', de Cristóbal de Rojas y 'Examen de fortificación', de Diego González de Medina, escritos poco antes del XVII.

Evolución de los puertos

A continuación se describe cómo evolucionaron los puertos de las tres fachadas marítimas españolas en los siglos XVI y XVII.

ATLÁNTICO

Existían tres grandes circuitos comerciales en este océano: la travesía americana (puertos atlánticos andaluces), las rutas entre Canarias y Europa y el tráfico entre los puertos cantábricos y los mares del Norte y Báltico. También había una activa conexión entre

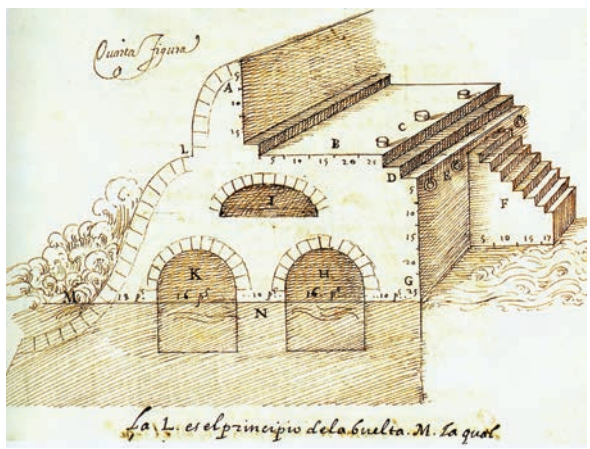


Puerto de Gijón, con su muelle y contramuelle formando una dársena abrigada, hacia 1635. Archivo General de Simancas. Debajo, perfil de un muelle de abrigo y atraque, según 'Los veintiún libros...'. BN.

Sevilla y Flandes. Los puertos cantábricos solían contar con buenas protecciones naturales (rías) o artificiales (dársenas), así como los andaluces. El valor añadido de los puertos canarios venía dado por su situación geográfica para la Carrera de Indias. Éstos son los puertos más relevantes de la fachada atlántica española.

Sevilla. Desde su designación en 1560 como único autorizado para comerciar con las Indias, fue el puerto comercial más importante del mundo. Hasta la próspera capital hispalense llegaban las mercancías del Nuevo Mundo, que eran distribuidas a otros puertos o al interior. Remontando el río arribaban numerosos buques, pero no existían buenas instalaciones, apenas los muelles de ribera, de madera, entre el puente de Triana y la Torre del Oro. Los buques atracaban de punta en el Compás de las Naos, fondeadero flanqueado por los muelles del Arenal, de la Aduana (dotado con grúa de madera) y del Barranco, y en la margen derecha, los de Mulas, Muelas y Camaroneros. La mercancía se apilaba en El Arenal, donde estaban los almacenes y la aduana. La carga y descarga se hacía mediante cuadrillas de operarios, con botes pequeños o utilizando la arboladura y la jarcia de labor de las naves.

La concentración del comercio indiano en Sevilla y Cádiz relegó a un segundo plano a los demás puertos españoles, sobre todo a los de la fachada mediterránea



Este puerto fluvial, a casi 100 kilómetros de la desembocadura del Guadalquivir, donde se situaba el antepuerto de San Lúcar de Barrameda, tenía una ubicación estratégica ideal desde un punto de vista militar. Esto determinó su elección como puerto único para la Carrera de Indias, pero las condiciones de la navegación eran complicadas por la barra de San Lucar en bajamar, los cerrados meandros del río y el gran número de naves hundidas. Esta situación de falta de calado y penosa navegación "por el ruin es-

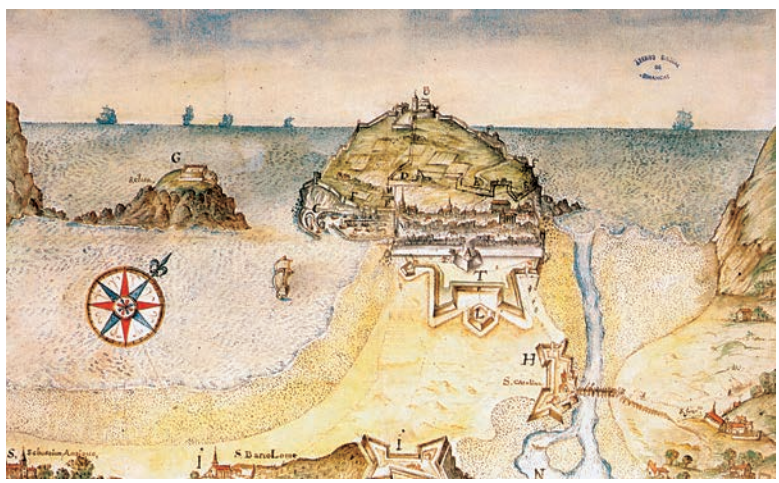


Plano de la bahía de Cartagena de Indias en 1628. Este puerto, uno de los más protegidos de América, fue el centro del comercio español con Tierra Firme y el Perú. AGI.

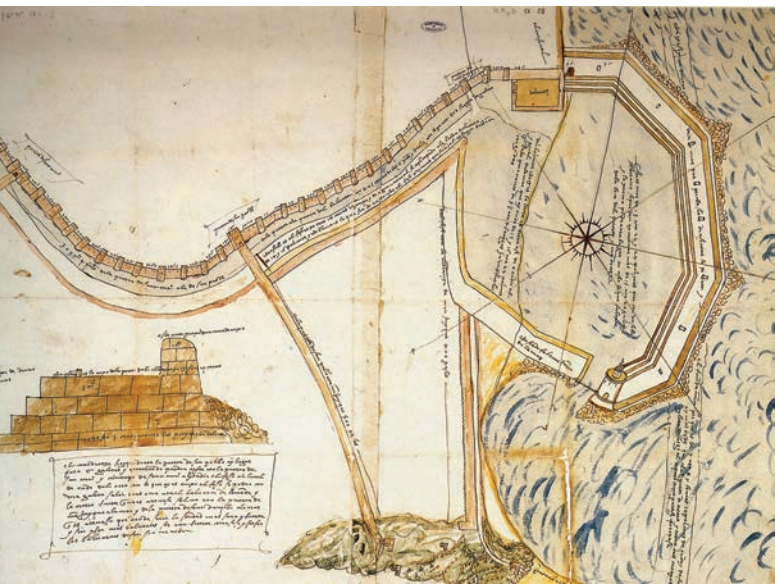
tado del río" se agravó en el XVII, con galeones de mayores dimensiones que venían cargados de América. Hubo un intento fracasado de sortear la barra con un canal artificial hasta el Guadalete. Hacia 1670 los buques comenzaron a desviar el tráfico indiano hacia Cádiz, adonde se acabó trasladando la Casa de Contratación en 1717, poniendo fin al esplendor del puerto sevillano.

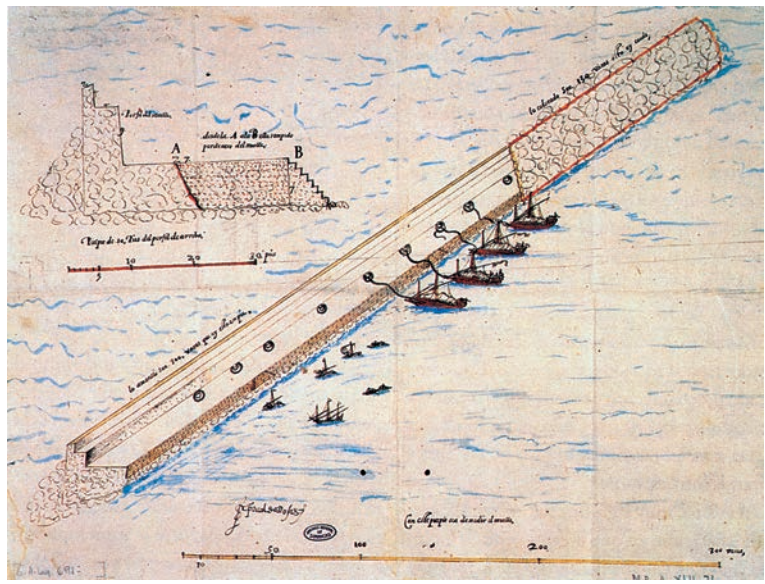
Cádiz. Este puerto, con un activo comercio con Berbería en el XVI, debe su importancia a su situación geográfica, en la confluencia de las rutas que comunican el Mediterráneo y el Atlántico. Enclavado en una protegida bahía cerrada por la península donde se asienta Cádiz, sus aguas fueron pasto de las incursiones de corsarios y la ciudad fue saqueada en 1587 y 1596, lo que decidió a Felipe II a organizar su defensa. Para ello envió a los principales ingenieros militares (Spanochi, Antonelli, Cristóbal de Rojas), que diseñaron las murallas que rodean el perímetro urbano, los castillos (Matagorda, Puntales, Santa Catalina) y otras defensas costeras. Todo ello se hizo a costa de las instalaciones portuarias, que eran mínimas: en un grabado de 1609 se aprecia el cinturón amurallado en torno a la ciudad y tan sólo un pequeño muelle de desembarque. A partir de 1670 comenzó a recibir el tráfico indiano que antes iba a Sevilla, y de forma exclusiva desde 1717, disfrutando de este privilegio hasta 1787. En 1685 se emplearon dragas para limpiar el caño de La Carraca, en la bahía gaditana.

San Sebastián. El puerto de Santa Catalina, defendido por el tómbolo del monte Urgull y con un activo comercio con Francia, Inglaterra y Flandes, culminó en el XVI una configuración a base de dos diques-muelle verticales de gran envergadura (cay-Arriba, cimentado sobre macizo de escollera, y cay-Buru, cimentado sobre la arena del fondo), dos espigones interiores (cay-Torre y cay-Erdi) y un muelle paralelo a la costa (cay del Norte), que generaban una dársena algo reducida aunque abrigada contra el oleaje y los vientos de oeste y sur. Para la construcción de los diques se elevó un macizo de escollera sobre el que se colocaron las piedras de los paramentos, con doble pared y relleno de escollera. Estos diques tuvieron gran prestigio pues estaban realizados con "lambordas" (piedras de cantería labradas, cortadas con escantillones y unidas sin mortero), y sirvieron de



Grabado de San Sebastián, sus fortificaciones y el puerto de Santa Catalina hacia 1641. Archivo General de Simancas.





Arriba, a la izquierda, proyecto para dar abrigo al puerto de Barcelona, de 1538. AGS. A su derecha, dique de abrigo y muelle de atraque de Gibraltar, por Cristóbal de Rojas. 1608. AGS.

modelo para el dique de Gibraltar. En siglos posteriores hubo varios proyectos de reforma, pero no habría obras hasta mediados del siglo XIX.

Bilbao. Ligado al comercio con el norte de Europa, este puerto fluvial tuvo un gran desarrollo económico gracias a las exportaciones de lana merina y hierro. La ría albergaba en realidad dos puertos que rivalizaban entre sí, el de Portugalete –en la desembocadura, era puerto de espera hasta que subiera la marea, con un muelle construido en 1540 a base de escollera– y, dos leguas aguas arriba, el de la villa de Bilbao –que se resentía de la falta de calados para grandes bajeles–. La navegación por la ría estaba condicionada por el oleaje y, sobre todo, por la barra de Portugalete. Por ello, el Consulado de Comercio centró sus actuaciones en el dragado de la barra y en la lucha contra los aterramientos, incluido un dique de encauzamiento de escollera de 60 varas, pero sin gran éxito, dado que los problemas de navegación persistieron hasta el XIX.

Santander. Su puerto tuvo esplendor en el XVI como punto de salida hacia el mar del Norte de la lana de Burgos y como astillero de galeras reales, pero luego decayó por la supremacía de Bilbao y el comercio de Indias. Hacia 1540 la villa decidió conformar una dársena abrigada de los vientos del este a base del existente muelle de la Naos –de cantería, bajomedieval– y de un nuevo contramuelle o muelle largo –iniciado en 1552, en 1575 aún estaba en obras–, así como un muelle de piedra de ribera. El contramuelle, proyectado por el maestro cantero Belso, se erigió so-

El sistema de flotas

Las flotas de galeones que cruzaban el Atlántico en ambos sentidos eran el mecanismo de funcionamiento del monopolio comercial español en América y constituían la esencia de la Carrera de Indias, que englobaba el comercio y la navegación con las colonias de ultramar. Los peligros que entrañaba tan larga singladura, sobre todo los causados por piratas y corsarios en el tornaviaje, forzaron a la Casa de la Contratación a adoptar el sistema de navegación de buques "en conserva" (agrupados en convoyes). En 1543 se inauguró el sistema de flotas y galeones, consistente en el envío a América de dos flotas protegidas al año, con al menos diez bajeles cada una: la Flota de Nueva España o Armada, que zarpaba de Sevilla en abril y cubría el trayecto con las Antillas y Veracruz, y la Flota de Galeones de Tierra Firme, que iniciaba en agosto su viaje hasta Cartagena de Indias y Portobelo. Los galeones trasladaban a América productos suntuarios, que eran vendidos en ferias (Veracruz, Portobelo, Acapulco), y regresaban sobre todo con la plata y oro de los virreinatos de Perú y Nueva España. Para su protección en la mar se organizaron a mediados de siglo tres armadas defensivas: de Barlovento (en el Caribe), de la Mar Océana (en la zona atlántica española) y del Mar del Sur (Pacífico). El sistema de flotas y galeones funcionó bien durante el último tercio del XVI y las dos primeras décadas del XVII, pero a partir de entonces dio síntomas de agotamiento y cada vez se espaciaron más los envíos de flotas, que comenzaron a viajar cada dos o tres años al Nuevo Mundo. No obstante, el sistema pervivió hasta 1778.



Arriba, embarque de moriscos en el desprotegido puerto valenciano de El Grao, de Joan Oromig. Colección Bancaja. Debajo, bahía de Cádiz, con el puerto principal y en primer término el muelle de Rota. AGS.

bre bloques de escollera y una plataforma de hormigón, sobre la que se colocó un muro de sillería de piedra. Así continuó hasta el XIX.

Gijón. Esta villa pesquera, enclavada en una bahía natural, obtuvo en 1550 permiso real para recaudar fondos destinados a una dársena. El primer dique o muralla del mar, de planta curva, se construyó entre 1550 y 1571 y el contradique o muralla de tierra, de planta más recta, fue autorizado por Felipe II en 1571. Ambos diques convergentes, de recia cantería y sin uso defensivo, definían hacia 1595 una dársena con capacidad para 30 navíos. Este puerto, según escritos de la época, "lleva ventaja a todos los de Asturias", pero a finales de siglo su dársena se había quedado pequeña, la altura de los diques era demasiado baja y la obra se resentía cada vez más del fuerte oleaje cantábrico. El muelle de mar acabó arruinado en el siglo siguiente.



A Coruña. El puerto gallego de los Austrias fue el comercialmente más activo de esta región en la Edad Moderna. Situado en una ensenada muy abierta y sin abrigo, estaba considerado como peligroso, por lo que los grandes navíos preferían pasar el invierno en el de Ferrol, más protegido. Dados los frecuentes ataques de flotas enemigas y corsarias, las fortificaciones defensivas (castillo de San Antón, 1528, sobre una isla) primaron sobre las obras específicamente portuarias.

Tenerife/Las Palmas. Sus puertos fueron cabeza de puente para la navegación a América. En Tenerife existían dos fondeaderos principales, el de Garachico (arruinado a finales del XVII por una erupción volcánica) y el Puerto Real, más cerca de Santa Cruz, en una bahía poco protegida contra los vientos que fue fortificada contra la piratería. Sus escarpados fondos, que impedían formar escollera, arruinaron los sucesivos intentos por construir un muelle pcasi hasta el siglo XIX. En Gran Ca-





La Corona luchó desde los presidios norteafricanos, como los de Vélez de la Gomera (arriba) y Ceuta (debajo), apenas unos fondeaderos sin obras portuarias aunque fortificados, contra la amenaza berberisca. Braun y Hogenberg en 'Civitates orbis terrarum'. Página opuesta, grabado de un galeón por Bruegel. MN.

naria, el puerto importante era La Isleta, que proveía de vituallas a los barcos en ruta y exportaba productos a América.

MEDITERRÁNEO

En los siglos XVI y XVII, con el descubrimiento de América, el comercio en los puertos mediterráneos españoles transitaba por circuitos cerrados, con tráfico de cabotaje y enlaces con puertos galos e italianos, aunque muy lejos de la actividad de siglos anteriores. Hubo rutas pasando por Sevilla (Valencia-Portugal y Barcelona-Golfo de Vizcaya). Por regla general, los puertos mediterráneos estaban en costas abiertas (salvo Cartagena y los baleares) y sus ciudades estaban amuralladas. Éstos son los principales.

Gibraltar. Desde su reconquista en el siglo XIV era un punto clave en la defensa del reino de Castilla, tanto para el control del Estrecho como para el comercio. A finales del XVI apenas existía un muelle, el Mandracho, semidestruido por el oleaje. Cristóbal de Rojas y Bautista Antonelli (hermano del gran Juan Bautista), encargados de encontrar una solución, decidieron reforzar el muelle viejo. Rojas recomendó construir un refuerzo con un manto de escollera formado por grandes piedras en el paramento exterior del dique, así como un muro de atraque de cantería y la prolongación en 30 varas del viejo dique; Antonelli sugirió construir un espigón para impedir el aterramiento. El refuerzo del manto de escollera, solución muy adelantada a su tiempo, se imitó en siglos posteriores para reparar diques mixtos.

Ceuta/Melilla. Su valor residía en su estratégica situación como enclaves desde donde controlar las rutas comerciales de la zona. Las obras portuarias se relegaron en favor de las defensivas. Melilla, por ejemplo, era un simple fondeadero sin puerto, inutilizable para la Armada, pero bien protegido –como Ceuta– por fortificaciones abaluartadas contra los ataques corsarios.

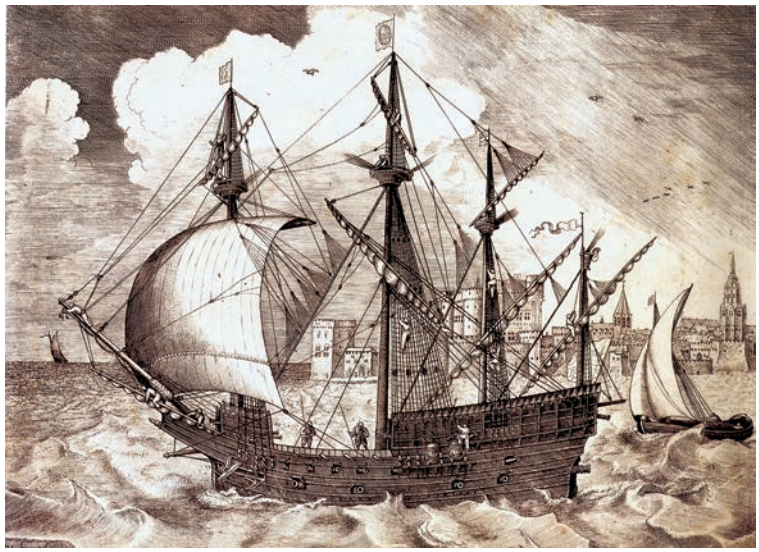
Málaga. Pese a su relevancia como enclave en el comercio mediterráneo, los dibujos de Wyngaerde reflejaban en 1564 que carecía de instalaciones portuarias, salvo los restos del viejo muelle árabe. Durante el XVI los barcos fondeaban en un surgidero desprotegido frente a las playas. En 1584, en respuesta a las peticiones de las autoridades locales, Felipe II encargó al ingeniero genovés Fabio Bursoto el diseño y construcción de un dique para conformar una dársena abrigada de los temporales de Levante. La solución elegida para el muelle miejo fue un dique de escollera en mar abierto coronado por un muro de cantería, típica del Mediterráneo, pero que aquí se adentró más en el mar que en otros lugares. El proyecto, que sufrió un gran encarecimiento y retrasos, fue supervisado por Spanochi. Hacia 1625 el dique ofrecía ya una cierta protección a las escuadras, y se le ha-

bía agregado un baluarte que sirvió de contradique y defensa contra los aterramientos del río Guadalmedina. En 1662 el dique medía ya 530 varas e incorporaba otro baluarte. Sin embargo, la dársena sufrió una pérdida de profundidad por las arenas del aluvión del río, que prácticamente colmaban el dique, llegando al XVIII en condiciones precarias.

Cartagena. Enclavado en una protegida bahía, este puerto de pasado glorioso quedó eclipsado en el Medievo y no recuperó su importancia hasta el reinado de Felipe II. Dotado en 1540 de un espigón de madera (de la Plaza), hacia 1586 se construyó un segundo pantalán (San Leandro); ambos fueron posteriormente ampliados. Diversos encargos de espigones de cantería a principios del XVII dieron paso a la construcción por Pedro Milanés de la Puerta del Muelle, que fue el centro de actividad del puerto durante el resto del siglo. La gran transformación vino dada por el traslado, decidido en 1670, del lugar de invernada de la flota de galeras desde el Puerto de Santa María a Cartagena.

Alicante. Situado en una playa abierta y sin abrigo, el puerto entró en el siglo XVI con apenas un espigón de piedra iniciado en tiempos de Juan II de Aragón. Felipe II tomó interés en los trabajos de este muelle y ordenó prolongarlo y proyectar un contramuelle para proteger a las naves. En 1640 el muelle tenía 200 pasos de largo y 36 de ancho, con piedras en ambos lados (es decir, no debía ser atracable), y dos décadas después se prolongó 100 metros más. Aunque Pedro Valero redactó en 1688 el proyecto que fijaba el emplazamiento del contradique, no hubo ninguna obra nueva hasta el XIX.

Valencia. La activa capital levantina quedó herida de muerte con el comercio con el Nuevo Mundo. Su única instalación para el comercio marítimo desde el siglo XV era un modesto embarcadero de madera soportado por pilotes en la playa del Grao, arruinado una y otra vez por los aterramientos del Turia y el temible molusco de la broma (*Teredo navalis*), "un invisible gusanillo que se comía los palos y estacas". Desde finales del XVII hubo intentos para construir una dársena de piedra, como los de Güelda (1676) y Barberá, que fracasarían. No hubo nuevas obras hasta finales del XVIII.



De la coca al galeón

Hasta el Renacimiento, el desarrollo náutico produjo cocas, carabelas, bergantines, urcas (movidas a vela) y galeras (propulsión a remo) como naves principales para combatir o comerciar. La segunda mitad del XVII traería una evolución de estos buques de madera y nuevas tipologías que, en contraste con lo que ocurriría en el siglo siguiente, apenas condicionaron el diseño de los puertos.

Si en el siglo XV y principios del XVI predominaron las resistentes carracas, naos y carabelas como las naves de los descubrimientos oceánicos y las esbeltas galeras en el Mediterráneo, el galeón se impuso, desde mediados del XVI, como buque por excelencia, tanto de mercancía como de guerra, en la navegación entre España y América. En su versión militar eran naves de guerra artilladas, y con ellas se constituyeron las escuadras que operaron en el Atlántico, en América y en el Pacífico.

Por sus características, los galeones del XVII -construidos en los astilleros de Santander, Bilbao y Pasajes- eran buques muy superiores a sus predecesores. Frente a los calados de 2 o 3 metros, esloras de 22 metros y arqueos de 40 toneladas de las carabelas mayores, los grandes galeones presentaban unas mil toneladas de arqueo, esloras de 40-45 metros y cinco metros de calado. En algunos puertos (Sevilla, Veracruz, etc.) encontraron problemas debido a los bajos fondos marinos, lo que hizo que se fabricaran algunos modelos muy anchos en quilla y de calados limitados.



Vista de la villa de Bilbao, que albergaba en su ría un activo puerto comercial. Braun y Hogenberg, 'Civitates orbis terrarum'. BN.

Palma de Mallorca. Su importancia en el comercio mediterráneo obligó ya en el XV a construir un dique, el llamado muelle viejo, que daba abrigo y protección a los buques y que desplazó la ubicación del núcleo portuario desde la abrigada rada de Porto Pi hasta Palma. Este muelle de piedra, de 320 metros y fortificado en su morro, fue durante los siglos siguientes la espina dorsal de la ampliación del puerto, cuya fisonomía no cambió hasta finales del XVIII. Otras dos ciudades baleares, Mahón e Ibiza, sin casi instalaciones portuarias, también se fortificaron en la Edad Moderna.

Los Alfaques. Excelente refugio para las galeras en el brazo sur del delta del Ebro, este puerto guardaba el acceso al río, navegable en su curso bajo. Su entrada estaba protegida por un poderoso conjunto de torres, alguna de las cuales estaba cimentada en el mar libre por medio de cajones flotantes.

Tarragona. De su época de esplendor (siglos XIII y XIV) datan un muelle de madera y un pequeño dique de cantería

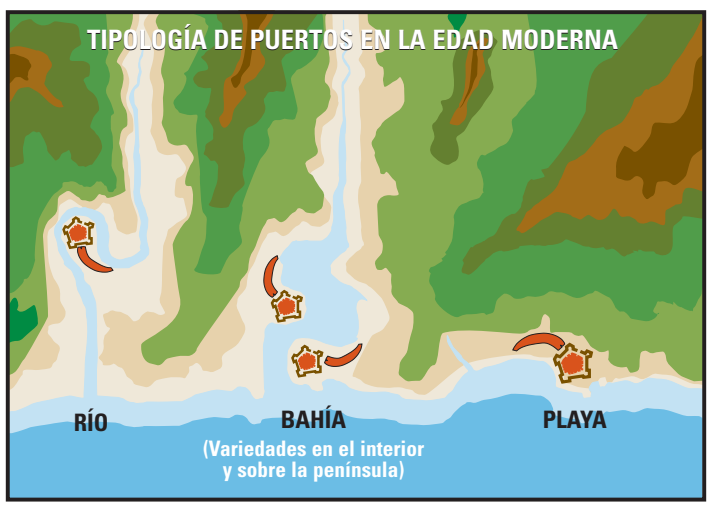
Emplazamiento de los puertos

"Hay tres géneros y maneras de puertos que son: barras, bahías y playas (…) Barras son y se llaman así por donde sale el río a la mar, los puertos que llaman playas surgen en el mismo mar, todos los demás puertos se llaman bahías". Esta descripción del tratadista Escalante de Mendoza, del siglo XVI, resume la tipología de los emplazamientos geográficos más típicos de los puertos en la Edad Moderna. El esquema portuario español de la época es un reflejo de esta clasificación, como se detalla a continuación

***Puertos fluviales.** A la orilla del río o junto a su desembocadura se situaron los puertos de Sevilla, Bilbao, Valencia, Huelva, Pontevedra, Tortosa, Ciudadela y Avilés. En América hubo importantes puertos fluviales en Santo Domingo, Guayaquil y Valdivia; en Filipinas, Manila.*

***Puertos en bahías.** Entre los que disponían de una población al abrigo de una península en su entrada figuran los de Cádiz, La Coruña, San Sebastián, Santander, Ceuta, Laredo, Melilla, Gijón y Gibraltar. Entre los puertos situados más al interior de la ensenada, que requirieron de menos obras de abrigo, destacan los de Cartagena, Mahón, Vigo, Palma de Mallorca y Pasajes, además de Cartagena de Indias, La Habana, Veracruz, Acapulco, Puerto Cabello y Manila en ultramar.*

***Puertos en playas abiertas.** Fueron mayoría en el Mediterráneo y en Canarias, y sus ciudades solían estar protegidas por murallas. Entre éstos destacan los de Barcelona, Málaga, Alicante, Tarragona, Las Palmas y Tenerife. En América, El Callao.*



Charo LAIZ



Puerto de Barcelona a finales del XVII, con su muelle de Santa Creu. Debajo, fondeadero de Asilah, en la costa atlántica norteafricana, conquistado a los portugueses en 1578. Braun y Hogenberg, 'Civitates orbis terrarum'. BN.

que se usará durante toda la Edad Moderna. Hasta el XVII no se construyó un nuevo muelle. La crisis del comercio catalán, que desvió el tráfico de Tarragona hacia Salou, provocó el estancamiento del puerto hasta el XIX.



Barcelona. Base del imperio naval catalano-aragonés en el XIV, su importancia declinó hasta el XVIII. La ciudad, emplazada junto al farallón de Montjuic y entre dos ríos, se abría al mar sin ninguna protección tras el aterramiento del primer *moll* de Santa Creu. De hecho, el embajador veneciano dijo a finales del siglo XV que Barcelona carecía de puerto. En 1477, con proyecto del ingeniero Stassi Alexandrino, se iniciaron las obras para construir el muelle viejo o de Santa Creu, de escollera, pero razones económicas (falta de fondos) y técnicas (continuo transporte litoral de arenas hacia el sur) demoraron los trabajos hasta fines del XVII, fecha en que medía 500 metros Un intento en 1589 de levantar un dique contiguo se arruinó por un aterramiento. En 1645 se inició el contradique de Levante. Dados los continuos problemas con la arena, el puerto se dragó en 1679 con palas sobre pontones.

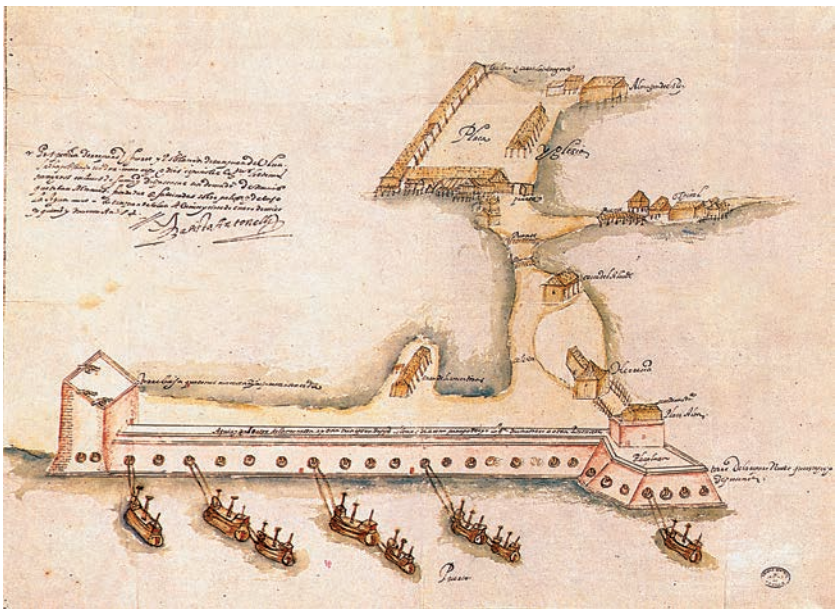
ULTRAMAR

Los puertos americanos se emplazaron en lugares muy favorables (bahías abrigadas o desembocaduras de ríos) y en función de las rutas comerciales. Portobelo, Cartagena de Indias, Veracruz y La Habana, en el Atlántico, y El Callao y Acapulco, en el Pacífico, fueron los más destacados.

Santo Domingo. Puerto fluvial en la desembocadura del río Ozama, fue relevante hasta mediados del XVI como punto de llegada de las flotas desde Canarias, pero luego decayó ante la creciente importancia de los puertos cubanos. Un plano de 1619 refleja la fortificación de la ciudad y los muelles de madera en la zona del Arenal –semejantes a los de Sevilla-, de los que ya existen referencias en 1548.

San Juan. La ciudad de San Juan de Puerto Rico estaba situada en una isleta a la entrada de una gran bahía, comunicada con tierra firme por un sistema de puentes. Sometida a ataques y asedios, su defensa fue encomendada a una muralla de piedra acabada en 1638 y al castillo de San Felipe del Morro (con traza de Antonelli, se concluyó en 1614), situado en la punta de la isleta.

La Habana. Su estratégico emplazamiento, en una magnífica bahía a la que se accedía a través de un estrecho canal marítimo, le valió su elección como lugar de reunión de los galeones para el tornaviaje y como base de la Armada de Barlovento. Juan Bautista Antonelli diseñó en las dos márgenes de la boca del puerto sendas fortificaciones defen-

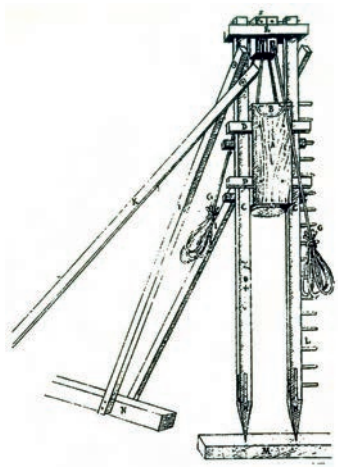


Arriba, castillo de San Juan de Ulúa, con argollones para el amarre de barcos. Dibujo de Juan Bautista Antonelli, 1590. Archivo General de Indias. Derecha, máquina para hincar pilotes, de 'Los veintiún libros de los ingenios y las máquinas'. BN.

sivas –castillo de los Tres Reyes del Morro y batería de San Salvador de la Punta, construidos entre 1589 y 1630- para protegerlo de los asedios y ataques piratas. La ciudad también fue amurallada y en la bahía se dispusieron otras fortificaciones (castillo de la Punta, Fortaleza Vieja, etc.) y su cierre con cadenas, pero no se hicieron obras portuarias.

Portobelo. Sustituyó en 1597 a Nombre de Dios (destruido por Drake) como punto de enlace caribeño con España en la ruta que, a través del istmo panameño, continuaba hasta Perú. Emplazado en una bahía profunda y rodeada de un cinturón de castillos (San Felipe, San Fernando, San Jerónimo, todos con la traza de Antonelli), era un magnífico fondeadero capaz de acoger numerosos galeones, cuya mercancía era trasladada por canoas hasta un embarcadero. Atacada en 1596, 1602 y 1668, inició su decadencia, y la de su feria, en el primer tercio del XVIII. En el otro extremo del istmo estaba Panamá Vieja, con un puerto inadecuado –La Tasca, con instalaciones muy elementales, y que el río cegaba continuamente– que fue arrasado junto con la ciudad por Morgan en 1671. Al fundarse en 1673 la nueva Panamá se habilitó un nuevo puerto, el de Perico, fondeadero con mejores condiciones naturales, un pequeño muelle, almacenes y defensas costeras, que fue puerto principal de la ciudad, luego amurallada, hasta 1840.

Cartagena de Indias. Fue, junto con La Habana, el mejor puerto natural español en el Nuevo Mundo. Su estratégica ubicación, en una amplia y abrigada ensenada defendida de los temporales por varias islas que forman tómbolos, comunicada con el Caribe a través de dos canales (Bocagrande y Bocachica), y sus disuasivas defensas (19 kilómetros de murallas en torno a la ciudad y castillos, fuertes y baluartes - diseñados por Antonelli- protegiendo la bahía), hicieron de este puerto el centro neurálgico de la Armada de Tierra Firme y el más comercial del Caribe. Su inconveniente era que los barcos tenían que atracar lejos del muelle, en un embarcadero de madera. Desde que se concluyó la cadena defensiva la ciudad sólo sufrió un saqueo (1697). En 1650 se culminó el canal del Dique, de 120 km, que comunicaba el puerto con el río Magdalena, navegable, eje de las comunicaciones de Nueva Granada. En 1640 el canal de Bocagrande quedó taponado por el hundimiento de tres galeones, y dos años más tarde se cegó, por lo que fue necesario ensanchar y profundizar el canal de Bocachica como vía de acceso a la bahía. Esto obligó a cambiar el sistema defensivo, para lo que se construyó el castillo de San Luis sobre la nueva entrada. Este puerto destacaría en el XVIII por sus fortificaciones y, sobre todo, por las obras de cierre de la bahía (canal de Bocagrande).



Veracruz. Como destino de la Flota de la Nueva España y por su cercanía a la capital del virreinato, fue durante la Edad Moderna el puerto más importante de las costas del actual México. Pese a ello, apenas dispuso de embarcaderos de madera en plena playa para la carga y descarga de lanchas, que permanecerían hasta el XVIII. La isla de Ulúa, frente a la ciudad, daba abrigo al canal que se forma entre costa e isla, en el que fondeaban las flotas. En esta isla se erigió el castillo de San Juan de Ulúa (1590), en uno de cuyos laterales amarraban los galeones de proa sobre argollas fijadas a la pared. La



Plano de la ciudad y el puerto de Nápoles, uno de los grandes enclaves del imperio español en el Mediterráneo central. Braun y Hogenberg, 'Civitates orbis terrarum'. BN.

construcción del castillo fue la clásica española de la época: creación de una base de escollera y, sobre ella, levantamiento de hiladas de sillería, excepto en lugares poco profundos, donde se cimentó directamente.

El Callao. Puerto de Lima durante el virreinato, punto de embarque de la plata de las minas peruanas hacia España y base de la Armada del Sur, no disponía de abrigos y estaba sometido a un intenso aterramiento producido por las corrientes litorales. En el XVI apenas tenía un pequeño muelle. La ciudad fue amurallada con adobe a partir de 1640. Tras el terremoto de 1687, que arruinó la ciudad y el puerto, el virrey encargó al agustino Pedro de la Madriz construir un muelle de cal y canto, mediante la creación de una base de escollera con un paramento de sillería, que sería el más famoso hecho en América en el XVII. El muelle, construido entre 1693 y 1696, tenía 60 metros de longitud, diez de anchura y cinco de profundidad, y estaba dotado de argollones para el amarre de los buques, pero quedó rápidamente inutilizado por los aterramientos.

La crisis del XVII frenó las obras portuarias en España y América y deterioró varias de las que se habían construido en el siglo anterior

Acapulco. Este puerto de la costa pacífica de Nueva España adquirió relevancia a partir de 1573, como único de América autorizado para comerciar con Oriente por medio del Galeón de Manila. Aunque situado en una bahía segura, "abrigada de todos los vientos", carecía de obras marítimas artificiales, como refleja un dibujo de Nicolás de Cardona a principios del XVII. Como protección ante ataques piratas, en 1616 se inició la construcción del castillo de San Diego.

Manila. Situada en una punta avanzada entre la desembocadura del río Pásig y la amplísima bahía de su nombre, Manila acogía este relevante puerto fluvial, el más occidental de la Corona de Castilla. Su importancia se consolidó desde finales del reinado de Felipe II gracias a sus intercambios con China, Japón y Nueva España (Galeón de Manila). El fuerte de Santiago (acabado en 1602) protegía el extremo de la ciudad, también amurallada. El cercano puerto de Cavite se empleó para el fondeo de los buques de más calado, dado que el puerto de Manila sufría de aterramientos en la desembocadura, y aunque se propuso dragar la zona, la ingeniería no resolvió este problema hasta la segunda mitad del XVIII. ■



La Casa de la Contratación de Sevilla centralizó el tráfico con las Indias y sentó las bases del arte de navegar

Emporio colonial, escuela de navegantes intrépidos

RAQUEL SANTOS

20 de enero de 1503. Ésa es la fecha en la que los Reyes Católicos ordenaron fundar en Sevilla la Casa y Audiencia de Indias, más conocida como la Casa de la Contratación, la institución encargada de estimular, regular y controlar el comercio y la navegación con el Nuevo Mundo. Nacía así un órgano que, sobre todo en el siglo XVI, jugó un papel fundamental en el desarrollo de la política colonial de la época. Pero no sólo eso. La Casa de la Contratación se convirtió también en un grandioso foco de ciencia, de incalculable valor docente, que irradió conocimientos trascendentales para el devenir del mundo. Su historia se consumió, definitivamente, en 1790.

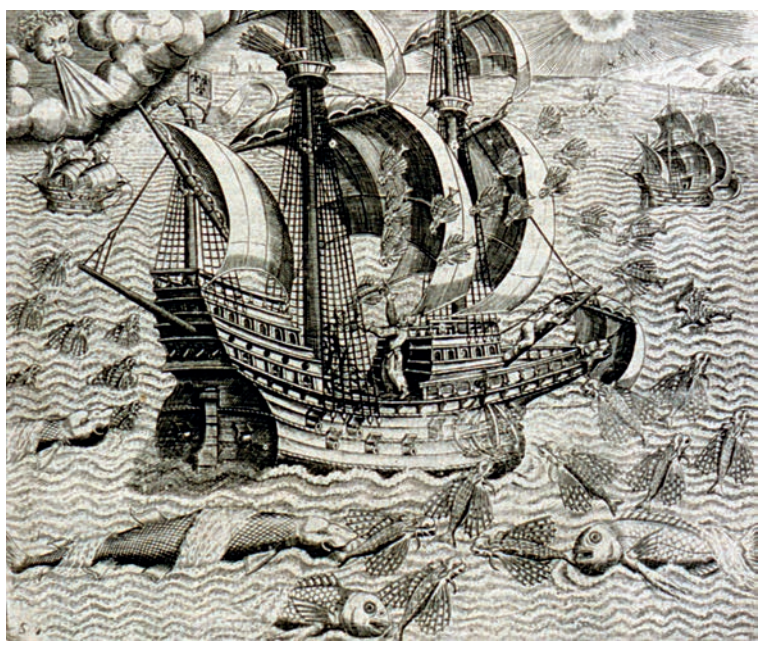




Vista de Sevilla, sede de la Casa de la Contratación. Braun y Hogenberg en 'Civitates orbis terrarum'. Debajo, Lonja de Mercaderes, actual Archivo de Indias. Erigido en 1543, era el lugar donde se comerciaba con las mercancías indianas. Foto Caballero. A su derecha, grabado de un galeón, por Theodore de Bry. Biblioteca Nacional.

La preocupación por la política exterior, el cada vez mayor número de expediciones de descubrimiento, la creciente ocupación en múltiples menesteres de Juan Rodríguez de Fonseca, el entonces director de los negocios coloniales... Eran sólo algunas de las evidencias que, en el tránsito del siglo XV al XVI, demostraban la necesidad de encargar los negocios de las Indias a una autoridad administrativa con personal fijo que garantizase una relación natural y segura con el Nuevo Mundo.

La necesidad se plasmó en papel en 1502. Ese año, Francisco Pinelo, un amigo sevillano de Cristóbal Colón, redactó un escrito que indujo a los Reyes Católicos a pensar de otra forma en todo lo que tenía que ver con las Indias. El escrito se titulaba *Lo que parece se debe proveer, para poner en orden el negocio y contratación de las Indias*.



En él, Pinelo sugiere a los monarcas que establezcan en la capital andaluza una casa en la que se almacene todo lo que vaya a enviarse a las Indias o lo que llegue de allí como mercancía. Propone que al frente de su administración se sitúe un factor perito e inteligente, un tesorero y dos contadores. Estos oficiales deberían encargarse, sobre todo, de inspeccionar las flotas, de instruir a las tripulaciones sobre la mejor ruta que podrían seguir y de mantener un contacto estrecho con los oficiales españoles de las Indias para comunicarse el intercambio y registro exacto de las mercancías.

La reacción real a tales sugerencias llegó el año siguiente. El 20 de enero de 1503 los Reyes Católicos ordenaron desde Alcalá de Henares la fundación en Sevilla de la Casa de la Contratación, oficialmente la Casa y Audiencia de Indias. Las ordenanzas que regularon su creación se basaban en las proposiciones de Pinelo pero con un leve cambio:



Alegoría de América, con las figuras de su descubridor (Cristóbal Colón) y de quien le dio su nombre (Américo Vespucio), por Adriaen Collaert, Biblioteca Nacional.

en vez de los dos contadores sólo habría uno. Su sede se situó, al principio, en unas dependencias del Alcázar de Sevilla conocidas como las Atarazanas, pero poco después se fijó en el Cuerpo de Almirantes del Alcázar, por dar este espacio al río. Allí estuvo hasta el traslado de la Casa a Cádiz, en 1717.

También se aprobó su plantilla. Sus primeros oficiales fueron Francisco Pinelo, nombrado factor y, por tanto, a cargo del aprovisionamiento y revisión de los buques y de la compra y expedición de ciertas mercancías por cuenta de la Hacienda pública (armas, municiones, azogue para extraer la plata...); Sancho de Matienzo como tesorero, encargado de recibir todos los caudales procedentes de América, tanto de particulares como de la Corona, y de hacerse cargo de los bienes de las personas fallecidas allí, mientras no eran entregados a sus herederos (los bienes de difuntos), y Jimeno de Bribiesca como contador, cuya misión era la contabilidad de todas las operaciones que realizara la Casa.

Inauguración oficial

El 25 de febrero de 1503 la Casa de la Contratación inauguró oficialmente su labor administrativa. Comenzaba así la andadura de una institución que ha dejado una huella indeleble en la historia de nuestro país y en el desarrollo del América.

Y eso que, al principio, la Casa no fue más que una autoridad intermediaria y administrativa del comercio de las Indias y del aparejo y despacho de las flotas que partían al Nuevo Mundo. Los oficiales poseían autoridad jurídica sólo en lo referente a cuestiones comerciales de las Indias: podían poner multas pecuniarias, exigir fianzas, decretar prisiones y reclamar contra pretensiones aduaneras de la ciudad. Pero toda esa competencia, al comienzo de su andadura, no estaba totalmente delimitada, por lo que los roces con las autoridades judiciales de Sevilla fueron frecuentes.

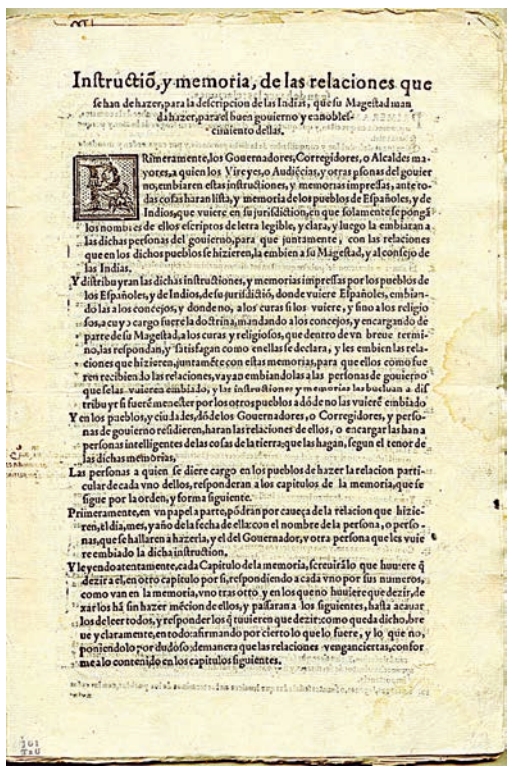
En sus comienzos, la Casa de la Contratación fue un mero intermediario oficial del comercio de Indias, pero con los años ganaría competencias hasta hacerse con el control total



Campaña de la armada mandada por López de Hoces junto a la costa brasileña. Museo Naval. Debajo, una de las instrucciones para la descripción de las Indias. AGI.

Fue por ello por lo que en 1505 los oficiales de la Casa solicitaron poder nombrar a un juez para ciertas funciones, como, por ejemplo, para pleitos de embargo, lo que les fue concedido poco después.

Las dificultades en el desempeño de su trabajo y los encontronazos con otras instancias judiciales de la capital andaluza fueron en aumento. La soberbia de los mercaderes y de los justicias sevillanos complicaban el paso libre de las mercancías hacia las Indias. Al rey le llegaban continuamente quejas así que decidió, ya en 1508, trasladar la Casa. Cuando el rumor de esa noticia llegó a Sevilla, las discrepancias con la Casa se moderaron y el monarca reconsideró su decisión. A pesar de ello, la amenaza de trasladar la Casa de la Contratación a Cádiz ya estaba sembrada.



Instructiõ, y memoria, de las relaciones que se han de hazer, para la descripcion de las Indias, que su Magestad manda hazer, para el buen gouierno y enoblecimiento dellas.

Primeramente, los Gouernadores, Corregidores, o Alcaldes mayores, a quien los Vireyes, o Audiẽcias, y otras pſonas del gouierno, embiaren estas instructiones, y memorias impreſſas, ante todas cosas haran liſta, y memoria de los pueblos de Eſpañoles, y de Indios, que vuiere en ſu jurisdiction, en que ſolamente ſe ponga los nombres de ellos eſcriptos de letra legible, y clara, y luego la embiaran a las dichas perſonas del gouierno, para que juntamente, con las relaciones que en los dichos pueblos ſe hizieren, la embien a ſu Mageſtad, y al conſejo de las Indias.

Y diſtribuyran las dichas inſtructiones, y memorias impreſſas por los pueblos de los Eſpañoles, y de los Indios, de ſu jurisdiciõ, donde vuiere Eſpañoles, embiando las a los concejos, y donde no, a los curas ſi los vuiere, y ſino a los religioſos, a cuyo cargo ſuere la doctrina, mandando a los concejos, y encargando de parte de ſu Mageſtad, a los curas y religioſos, que dentro de vn breue termino las reſpondan, y ſatisfagan como en ellas ſe declara, y les embien las relaciones que hizieren, juntamẽte con eſtas memorias, para que ellos como fueren recibiendo las relaciones, vayan embiando las a las perſonas de gouierno que ſe las vuieren embiado, y las inſtructiones y memorias las buelban a diſtribuyr ſi fuere menester por los otros pueblos adõde no las vuieré embiado.

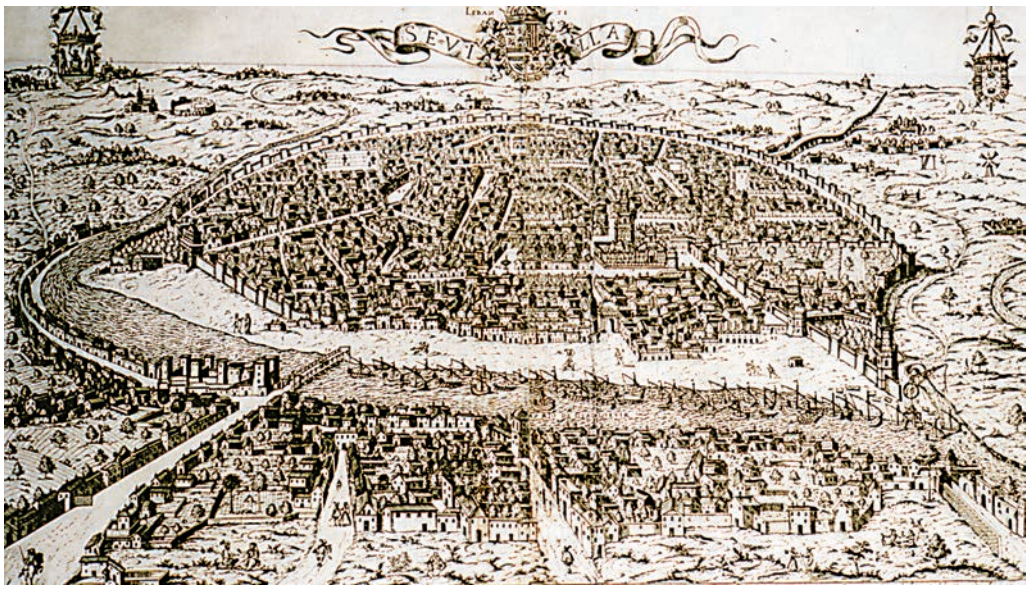
Y en los pueblos, y ciudades, dõde los Gouernadores, o Corregidores, y perſonas de gouierno reſidieren, haran las relaciones de ellos, o encargar las han a perſonas inteligentes de las coſas de la tierra, que las hagan, ſegun el tenor de las dichas memorias.

Las perſonas a quien ſe diere cargo en los pueblos de hazer la relacion particular de cada vno dellos, reſponderan a los capitulos de la memoria, que ſe ſigue por la orden, y forma ſiguiente.

Primeramente, en vn papel a parte, põdrán por caueça de la relacion que hizieren, el dia, mes, y año de la fecha de ella: con el nombre de la perſona, o perſonas, que ſe hallaren a hazerla, y el del Gouernador, o otra perſona que les vuiere embiado la dicha inſtruction.

Y leyendo atentamente, cada Capitulo de la memoria, ſe reuirá lo que huuiere q̃ dezir a el, en otro capitulo por ſi, reſpondiendo a cada vno por ſus numeros, como van en la memoria, vno tras otro, y en los que no huuiere que dezir, dezirlos há ſin hazer mẽcion de ellos, y paſſaran a los ſiguientes, haſta acauar los de leer todos, y reſponder los q̃ tuuieren que dezir: como queda dicho, breue y claramente, en todo afirmando por cierto lo que lo fuere, y lo que no, poniendolo por dudoſo, de manera que las relaciones vengan ciertas, conforme a lo contenido en los capitulos ſiguientes.

Así fue. Durante largo tiempo se trabajó en la reforma de la Casa y hubo resultados en forma de nuevas ordenanzas, promulgadas en 1510. Fijaban las horas de trabajo; cómo debían ser los libros de cuentas; daban instrucciones para la preparación de las expediciones colonizadoras; hablaban de las relaciones con mercaderes y navegantes, y disponían lo relativo a los bienes de los muertos en las Indias y su entrega a los herederos. En cuestiones de justicia, la Casa no juzgaría sin asistencia de letrados y pondría en tabla pública los aranceles, las prohibiciones y las licencias generales para el tráfico con las Indias.



Arriba, vista de Sevilla y de su puerto fluvial en 1585, que durante siglo y medio ostentó la primacía comercial en el mundo.BN. Debajo, anverso y reverso de un astrolabio náutico, instrumento que medía la altura de los astros sobre el horizonte. MN.



Estas ordenanzas, más extensas y minuciosas que las de 1503, ofrecían una base más segura para el trabajo de la Casa. A ellas se sumó, en 1511, una provisión real que la otorgaba la jurisdicción civil y criminal en todos los asuntos de comercio y navegación de las Indias, y ordenaba a todos los juzgados ejecutar los fallos de la Casa. Por primera vez, los oficiales de la Casa eran "jueces de la Contratación".

La organización de la Casa quedó así marcada durante muchos años. Desde entonces, sus oficiales se podrían dedicar libremente a su labor para desarrollar el comercio del Nuevo Mundo y organizar las flotas, administrar los tesoros de oro que cada vez llegaban en mayor cantidad y reclutar colonos cualificados para las Indias. En 1511 se amplía su misión con la licencia otorgada a todos los habitantes del reino para ir a las Indias con la sola condición de registrarse en la Casa.

Su labor científica

Pero si hay algo especialmente relevante en las nuevas ordenanzas de 1510 es que en ellas, por primera vez, se incorpora el matiz científico al incluirse dentro de la Casa de la Contratación –denominada con más propiedad por Pedro Mártir de Anglería la Casa del Océano– la figura de piloto mayor, creada ya en 1508. Ese mismo año se creó la enseñanza náutica, encomendada primero a los pilotos mayores de la Casa y más tarde a catedráticos de Cosmografía. Comenzaba así la trascendental tarea docente de la institución.

Y es que la misión principal del piloto mayor, el primer oficio científico creado en la administración colonial, era preparar e instruir a todos los pilotos españoles que se dirigiesen a las Indias, examinar e inspeccionar la enseñanza de Cosmografía y la construcción de instrumentos, así como corregir y aprobar "las cartas de marear" o mapas náuticos, labor a la que ayudaban los cosmógrafos de la Casa.

El primer piloto mayor de la Casa fue el célebre italiano Américo Vespucio, a quien los monarcas trasladan su preocupación por el hecho de que los pilotos españoles no conozcan el uso del astrolabio y el cuadrante y se sigan fiando sólo de la "estima" para navegar. Es por ello por lo que él debería encargarse de instruirles, uniendo teoría y práctica, y prove-

erles de instrumentos de navegación. Es decir, sería una especie de profesor que dirigiese una escuela de capitanes de navíos.

A partir de entonces la labor docente de la Casa crece como la espuma. Se establecieron cátedras de Matemáticas, una materia desdeñada en las universidades, Cosmografía, Astronomía, Cartografía, Hidrografía e incluso de Artillería, todas ellas dirigidas por eminentes profesores españoles y, a veces, extranjeros, como el inglés Sebastián Cabbot. Las clases eran teórico-prácticas y se daba una lección cada día, siendo obligatoria la asistencia de quien quería presentarse a los exámenes.

Con sus conocimientos y estudios, el personal de la Casa, poco a poco, fue aportando un inmenso servicio a las expediciones en un tiempo en el que no había ni mapas ni cartas marítimas de las regiones recién exploradas y los instrumentos de observación eran tan toscos como imperfectos. Esto hizo que para ocupar el cargo de piloto fuera imprescindible tener grandes conocimientos, sobre todo de astronomía y cosmografía. Los profesores de la Casa diseñaban las cartas marítimas. De hecho, en la Casa se dibujó la primera carta geográfica del Nuevo Mundo.

Pero esa carta fue sólo la punta del iceberg. La cartografía que salía de la Casa de la Contratación era cada vez más científica y la calidad de los mapas cada vez mayor, todo gracias al trabajo de genios como Andrés de Morales, el propio Américo Vespucio, Jerónimo de Chaves, López de Velasco o Alonso de Santa Cruz.


Sectio XII. Descriptio vrbis Mexico, & noua Hispania. 125

haurire potuissent, nisi canes ipsis opem tulissent. Postea verò non tantùm aquam inuenerunt, sed etiam ligna & bonos pisces, atque etiam feras & cuniculos ceperunt. Paullò post orta grauì tempestate, vtraque nauis Hispanorum valde labefactata fuit: ob quam causam plerique Hispani in nouam Hispaniam redire constituerunt: à quo consilio Vlloa prorsus alienus erat. Sic dissidium inter ipsos natum, & vna nauis in nouam Hispaniam rediit: Vlloa autem cum altera institutum iter persequutus est. Cæterùm quò tandem ille deueniret, non constat.

Franciscus de Vlloa ab itinere suo non redijt.

SECTIO DVODECIMA.

Descriptio vrbis Mexico, & Noua Hispania.

MEXICO.

QVoniam prouinciæ hactenus à nobis descriptæ partim mediatè partim immediatè regno Nouæ Hispaniæ adhærent, cuius metropolis est Mexico, quæ vrbs maxima & præcipua est in tota America, cuius in hoc opere, præsertim in prima parte crebra mentio facta est, cùm de rebus huius prouinciæ ageremus, qui tunc regnum Mexicanum tenuerunt, eius descriptionem hoc loco adiungere placuit. Hanc vrbem Indi olim Tenoxtitlam aut Tenuchtitlam appellarunt: vnde nostri homines postea nomen Temistitam formarunt. Eius delineatio in Munsteri Cosmographia reperitur. Iam verò nomine Mexico ita innotuit, vt priora nomina ferè obsoleuerint. Sita est sub altitudine 20 grad. cum semisse, latitudinis borealis: in longitud. 103. grad. secundùm Meridianũ Toletanũ: ita, vt à Toleto rectà lineâ 1740. milliaribus Hispanicis distet: quod spatium Sol octo horis suo cursu peragit. Tota vrbs, quèadmodũ Cortesius in sua relatione ad regẽ Hispaniæ scribit, iacet in lacu salso, cuius aquã incolæ nõ bibunt, ideoq; dulcem aquam vno milliari per canales in vrbem ducunt: etsi etiam non parùm aquæ dulcis suis cymbis in eam vehant.

Mexico vrbis maxima totius America.

Eius prisca nomina.

Situs in lacu.

Quo-

'Descripción de la Ciudad de México', BN. Por la capital de Nueva España pasaron gran parte de las riquezas destinadas a la metrópoli.

De este último, por ejemplo, pasaron a la posteridad trabajos como un mapa de Cuba, una descripción de La Española, otra de la ciudad de Cuzco, un mapamundi de dos hemisferios, una descripción de Perú, otra de México, un mapa de colores del viaje de Almagro a Chile, el *Islario general*, el *Libro de las longitudes* o una descripción de las tierras desde el Panamá hasta más allá de Yucatán. Por su parte, el pergamino de Nuño García de Torreño, con trazos en oro y colores, representando ciudades, bajeles y príncipes, se debe considerar, según los estudiosos, como el primer mapamundi algo completo que se haya dibujado.

Trabajos trascendentales

El conocimiento que emanaba de la Casa no se consumía, además, sólo en Sevilla. Casi todas las obras realizadas por su personal se traducían en el mismo año de su publicación al latín, francés, inglés, alemán y flamenco. Y no sólo las cartas sino también otros trascendentales trabajos científicos. Entre ellos destaca, por ejemplo, las *Cartas esféricas* del cosmógrafo Alonso de Santa Cruz, que sirvieron para enmendar muchos de los errores cometidos en cartas anteriores; los estudios astronómicos de Andrés San Martín,



Mapa de la ciudad y puerto de El Callao, en el Virreinato del Perú, de donde procedía la mayor parte de la plata que los galeones transportaban a Sevilla. Archivo General de Simancas.

que con sus observaciones había notado la imperfección de las tablas en uso, encontrando en la conjunción de Júpiter con la Luna un error de diez horas treinta y tres minutos de más y una hora cincuenta minutos de diferencia entre el meridiano de Sevilla y el de Ulma; los estudios sobre las corrientes del Atlántico de Andrés de Morales o sobre la flora y fauna del Nuevo Mundo de Maese Rodrigo Fernández de Santaella.

No fueron, ni mucho menos, los únicos. Se consiguieron conocimientos teóricos sobre el magnetismo terrestre, sobre las variaciones de la aguja de marear, orientaciones geográficas en función de latitudes y longitudes, bibliografía importante de los países descubiertos y, más que nada, se logró perfeccionar el arte naval de acuerdo con las necesidades de los viajes por los mares.

A esta teoría, la Casa añadió conocimientos prácticos de igual relevancia. Se consiguió formar un magnífico cuerpo de navegantes, se conocieron los grandes océanos de la Tierra, se descubrieron islas y continentes y se actualizó y mantuvo al día el *Padrón real* (la carta náutica universal donde se iban vertiendo, con el mayor secreto, cuantas observaciones y descubrimientos aportaban nuestros navegantes en cada viaje). La aplicación de las enseñanzas que se impartían en la Casa consiguió, además, evitar numerosos accidentes por mares desconocidos y costas peligrosas, añadiendo a la cultura geográfica del momento datos e informaciones de extremado valor.

Y es que no hay que olvidar que, además del conocimiento estricto del Nuevo Mundo, lo que estaba en juego no sólo eran las vidas de los navegantes y

Rumbo a América

La primera nave fletada rumbo a las Indias bajo control de la Casa de la Contratación zarpó de Sevilla en noviembre de 1503. En ella iba Pedro de Llanos, un viejo amigo de Cristóbal Colón, que se dirigía a Santo Domingo para sustituir como factor al fallecido Francisco de Monroy. Desde entonces, todo aquel que quisiera viajar al Nuevo Mundo debería registrarse previamente en la Casa.

A esa primera nave siguieron, en adelante, decenas y decenas de expediciones atribuidas a la institución sevillana. Fueron famosas la accidentada dirigida por Juan de la Cosa para el reconocimiento de la costa de Venezuela; la de Vicente Yáñez Pinzón y Juan Díaz de Solís, que descubrieron Yucatán en 1508; la de Solís, cuando se dirigió hacia la costa sudamericana y penetró en el Río de la Plata, donde encontró la muerte a manos de los indios (1516) y la de Diego Velázquez de Cuéllar, que conquistó Cuba entre 1511 y 1514.

En 1519 partió de Sevilla la expedición de Magallanes, que inició viaje en busca de las Molucas navegando hacia el oeste. En 1520 descubrió el estrecho que desde entonces lleva su nom-



El puerto de Panamá fue un enclave decisivo para el comercio de Indias: allí se concentraban todas las riquezas indianas antes de partir en el tornaviaje hasta España. Biblioteca Nacional. Debajo, carta náutica plana de 1551, atribuida a Martín Cortés. BN.

pasajeros de los navíos sino también el comercio colonial de España, un comercio que en forma de monopolio se controlaba desde Sevilla.

Monopolio comercial

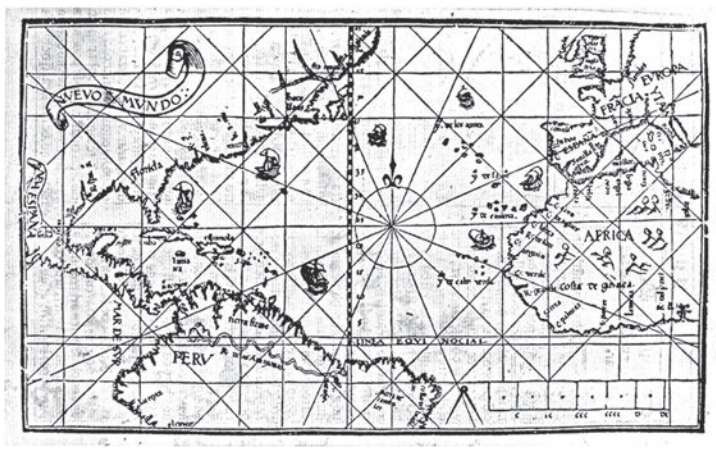
Convertida en un verdadero emporio mercantil, de la capital andaluza, a la que llegaban los barcos remontando el Guadalquivir, salía y entraba todo el tráfico comercial con América. Y ese tráfico era muy numeroso. Dos flotas, compuestas por mercantes y galeones artillados, cruzaban anualmente el Atlántico rumbo a América en la denominada Carrera de Indias.

En los primeros años de la colonización, las exportaciones españolas hacia el Nuevo Mundo estaban compuestas sobre todo de alimentos, aperos de labranza y manufacturas. Se llevaba trigo, legumbres, vino, aceite, vinagre y azúcar, y desde Canarias se enviaron hombres especializados para su producción. Para fomentar la agri-

bre y a continuación pasó a las islas Marianas y las Filipinas. Muerto Magallanes en 1520, se hizo cargo del mando Juan Sebastián Elcano, que, navegando por el Índico y bordeando África desde el cabo de Buena Esperanza, llegó a Sevilla a bordo de la nave Victoria junto con diecisiete hombres. Completaba así la primera vuelta al mundo.

Los expedicionarios, al regresar a la capital andaluza, debían, antes que nada, rendir cuentas con la Casa de la Contratación de los descubrimientos realizados y los éxitos conseguidos. La Casa consignaba en mapas esos resultados. Pero además de esas empresas de exploración, desde la institución se organizaban otras encaminadas a llevar a América lo más útil de la fauna y flora hispanas. En las naves se enviaba trigo, centeno, cebada, entre otros cereales, plantas aromáticas y medicinales o numerosas estacas de olivo compradas en Olivares.

Para contribuir a la fauna americana viajaron al Nuevo Mundo todo tipo de animales mansos propios de rediles, establos o cuadras y, por iniciativa del tesorero de la Casa, hasta gusanos de seda para su aclimatación en isla de La Española.





'Torre del Oro', de David Roberts. Museo del Prado.

cultura y la ganadería se mandaron aperos y semillas, plantones (árboles frutales de Andalucía, como naranjos y limoneros) y ganados (caballos, asnos, vacas, ovejas, cabras e incluso gusanos de seda). Entre las manufacturas: paños, sedas, ropas, vidrios, cuchillería, libros, herramientas...

Las importaciones eran menos numerosas pero más valiosas. De allí se traía tabaco, cacao, cochinilla, añil, cueros y maderas y, sobre todo, metales preciosos, oro y plata. Según algunos estudiosos, sólo entre 1521 y 1600 las flotas de las Indias trajeron "legalmente" a España 17.000 toneladas de plata y 181 toneladas de oro.

Durante el reinado de Carlos V, concretamente en 1524, la Casa de la Contratación vivió un momento decisivo en su historia. Ese año pasó a ser dirigida por el Consejo Supremo de las Indias, perdiendo así la amplia autonomía de que gozaba hasta ese momento ya que, desde entonces, fue una autoridad subordinada al Consejo.

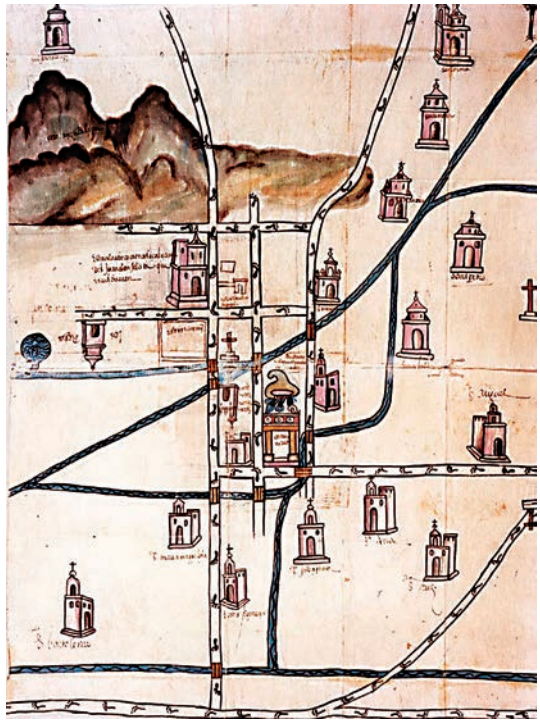
La Casa de la Contratación tuvo un papel fundamental en la formación científica de los expedicionarios que embarcaban rumbo al Nuevo Mundo

Y, precisamente, cuando ya dependía del Consejo y con el paso de los años, los trabajos de la Casa aumentaron considerablemente. Había que aprestar las flotas (que seguían creciendo en frecuencia y número de navíos), administrar los bienes llegados de las Indias (tanto de comerciantes y particulares como de la Hacienda Real) y proveer y registrar toda clase de abastecimientos y mercancías para las flotas y para las necesidades coloniales. El aumento de plantilla era imprescindible, más aún cuando el Consejo estaba empeñado desde hacía tiempo en dar una mayor autoridad judicial a la Casa, creando incluso en ella una Audiencia.

Había razones para ello. La situación de la Casa frente a las autoridades judiciales y administrativas de Sevilla fue siempre bastante difícil. El que un tribunal compuesto por oficiales no letrados ejerciese una jurisdicción tan autónoma era la pesadilla de la Audiencia de los Grados y de los tribunales municipales y la envidia de los funcionarios provocaba permanentes roces.

Estas diferencias entre las partes llevaron al emperador a ordenar, en 1539, que se revisasen las disposiciones sobre la jurisdicción de la Casa y a hacer proposiciones nuevas para enmendarlas.

Ese año hubo, por tanto, nuevas Ordenanzas para la Casa. Estaban recogidas en seis capítulos que decían taxativamente: "1. En todas las causas civiles tocantes a comercio, comunicaciones y navegación a y desde las Indias, sólo la Casa tiene que sentenciar. 2. En pleitos civiles entre partes sobre negocios de las Indias, el demandante puede elegir entre la Casa y el juzgado municipal, siempre que el acusado esté en Sevilla. En todas las otras causas civiles entre partes, la Casa se abstendrá de intervenir. 3. En las cosas tocantes a las factorías de los comerciantes de Indias, quedan vigentes las leyes actuales (las de 1511). 4. En la ejecución de penas de causas criminales de las Indias interviene únicamente la Casa. 5. De igual forma se actuaría en casos criminales acaecidos en el viaje y hasta entrar las mercancías en la Casa. En causas criminales a muerte la Casa instruye el proceso y lo remite junto al malhechor al Consejo de las Indias para sentenciarlo. Quien después del salir del barco o de descargar la mercancía quisiese armar un pleito criminal sobre sucesos del viaje, lo puede hacer como quiera, ante la Casa o ante la justicia municipal. 6. Finalmente, se conservara la cárcel de la Casa".



Mapa a color de la zona de Culhuacán, en Nueva España. Debajo, España ejerció un estricto monopolio comercial entre el puerto de Acapulco (en la imagen) y Manila a través del llamado Galeón de Manila.



Estas Ordenanzas, sin embargo, no sirvieron de mucho para poner paz. Dejaban demasiada libertad a la interpretación y albergaban los gérmenes de graves complicaciones para el futuro, porque la Casa seguía considerando a la Audiencia de los Grados como el principal rival de sus competencias. Este enfrentamiento no podía acabar bien y así sucedió.

De cualquier forma, el trabajo de la Casa pareció disminuir, en gran medida y especialmente en muchos pleitos comerciales, por la creación en 1543 del Consulado de Sevilla, una especie de cámara y juzgado de comercio.

Nuevas Ordenanzas

A pesar de todo, durante el reinado de Carlos V todavía seguían vigentes las antiguas Ordenanzas para la Casa establecidas por los Reyes Católicos y aumentadas por numerosas instrucciones especiales. En realidad, ya era hora de que el Consejo se ocupase de una reforma y reorganización profunda de todas las disposiciones y de que saliese una nueva edición de las ordenanzas. Eso ocurrió en 1552.

La nueva edición, con más de 200 capítulos, recoge así amplias y detalladas ordenanzas que abarcaban toda la administración de la Casa: desde el funcionamiento interno de la institución hasta las disposiciones para la navegación de las Indias, especificando aspectos como, por ejemplo, la tripulación y el armamento que debían llevar los navíos o la gran importancia de las visitas a los barcos antes de partir para evitar naufragios por exceso de peso de las naves.

En los primeros años de Felipe II, la superioridad del Consejo sobre la Casa experimentó un cambio fundamental, ya que fue en esa época cuando se traspasa al Consejo de Hacienda la administración de las rentas reales de las Indias. En los asuntos de gobernación y justicia el Consejo siguió siendo la autoridad suprema de la Casa, y de ahí se comprende que el primero tratara de reforzar esta posición frente al Consejo de Hacienda. ¿Cómo? Proponiendo al rey la fundación de una Audiencia de la Casa.

El monarca dejó en el aire esa proposición pero 13 años después, en 1571, el Consejo le solicita que los tres oficiales de la Casa, en lo futuro, no tuviesen ya la jurisdicción civil y criminal sino que se ocupasen exclusivamente de las cosas de gobernación. Se intentaba así restar competencias a los oficiales de la Casa y crear una autoridad de justicia subordinada sin restricciones al Consejo de Indias.

Mientras, los abusos, las negligencias y el trabajo a veces poco riguroso de algunos oficiales minaban poco a poco la funcionalidad y el crédito de la Casa.



Plano de la bahía de Guantánamo, puerto cubano que mantuvo relaciones comerciales con Sevilla a través de las Canarias. Debajo, maqueta de galeón evolucionado, de finales del XVII. Museo Naval.



Ser mayor de 24 años, español, cristiano viejo y no beber vino

El valor docente de la Casa de la Contratación no sólo se demostraba en la práctica, cuando los capitanes formados en ella se hacían a la mar. En las propias aulas los aspirantes a piloto mayor (las plazas se proveían por oposición) recibían clases magistrales de todo tipo de materias de las que luego se examinaban con severa solemnidad.

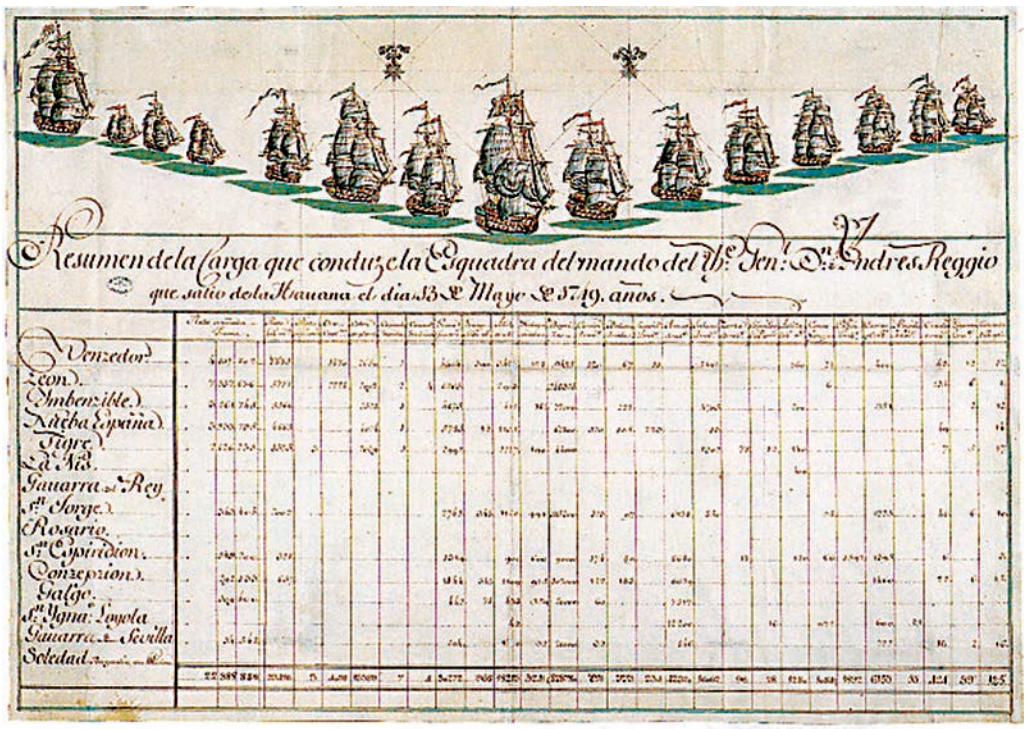
Los exámenes se celebraban en día de fiesta, en la amplia sala de la Audiencia, e incluso una vez, en 1525, bajo la presidencia de Don Fernando Colón. En calidad de jueces asistían: el piloto mayor, bajo dosel; seis pilotos más; los cosmógrafos y dos diputados de la Universidad de Mareantes de Sevilla.

Para ser admitido a examen, el aspirante debía de acreditar tener más de 24 años, ser español, cristiano viejo, no beber vino, no decir mal de Dios, demostrar que trataba bien a los marineros, que había navegado durante seis años a las Indias y que el testigo que propusiese para avalar esto último declarase si él mismo, en caso de necesitar piloto, le confiaría al aspirante su propia nave.

El piloto mayor y los cosmógrafos hacían a los aspirantes todas las preguntas que les viniesen bien. Por el contrario, los pilotos no podían formular nada más que tres, pero antes de hacerlas debían jurar ser las más difíciles que supieran. Una vez hecho el juramento previo y preguntado el candidato por los examinadores, se votaba la censura con habas, que significaban la aprobación, y altramuces, que equivalían a la reprobación.

El empate equivalía a suspenso y, en ese caso, el candidato debía hacer otro viaje a las Indias para poder presentarse de nuevo a examen.

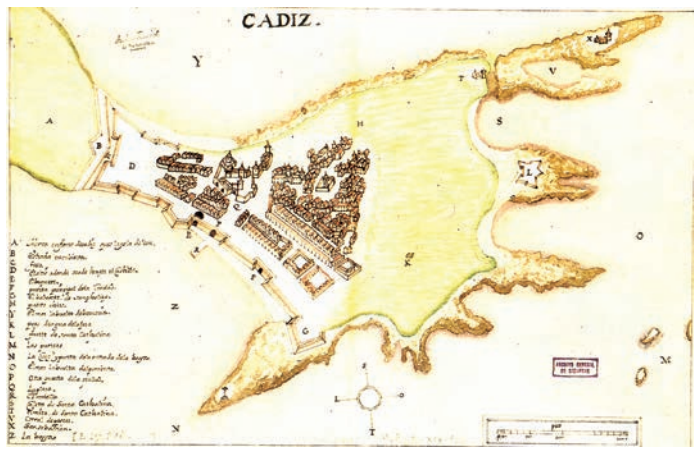
Esta estricta forma de hacer los exámenes duró hasta que la enseñanza pasó al Colegio de Pilotos de San Telmo, otra insigne institución creada por la Universidad de Mareantes de Sevilla.



Izquierda, inventario de la carga de una de las flotas que zarpó de La Habana hacia Sevilla. AGI. Debajo, plano de Cádiz de 1609, puerto que durante años disputó a Sevilla la primacía en la Carrera de Indias, lo que lograría a finales del XVII. AGS.

De hecho, el Consejo recibía continuamente reclamaciones y amonestaciones del Rey por el desorden e inexactitud del despacho de flotas que se hacía en la Casa.

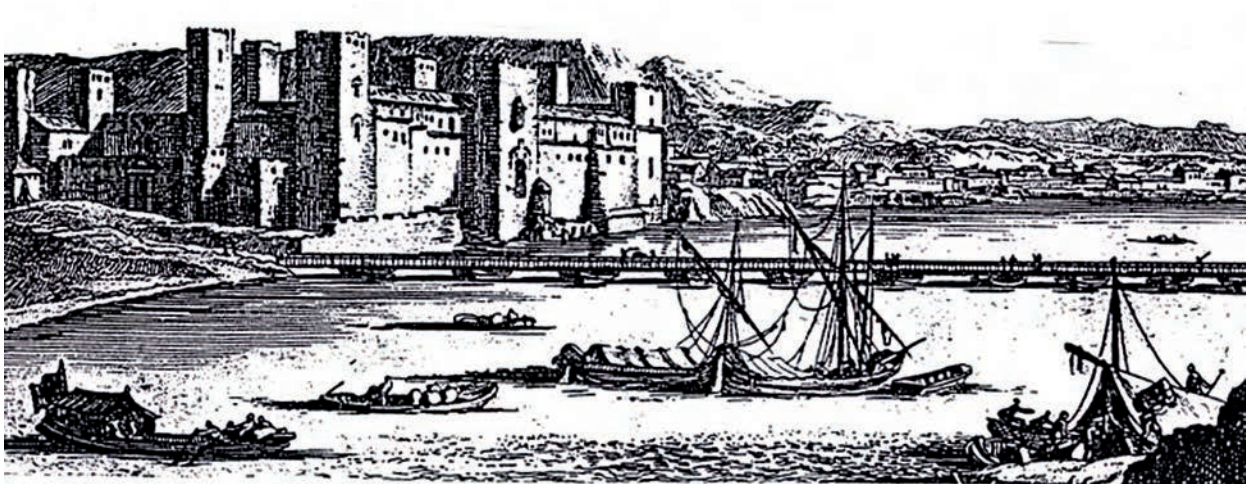
La tan deseada creación de una Audiencia de la Casa llegó por fin en 1583, cuando el Felipe II dicta que se proveyese a la institución de dos jueces letrados con plena jurisdicción. Así, la Audiencia quedaría constituida por el presidente de la Casa (siempre que éste fuese letrado), dos jueces pronto llamados oidores, un fiscal, un relator y uno de los escribanos de la Casa. Más tarde, el rey ordenó que el presidente de la Casa fuera un hombre "de capa y espada" con experiencia en la navegación, algo a lo que se opuso en silencio el Consejo, ya que hasta ese momento era uno de sus consejeros quien ostentaba el cargo.



La creación de este órgano judicial no sirvió, sin embargo, para tranquilizar la vida dentro de la Casa. Los numerosos fraudes de posteriores cargos de la institución desvelaban al monarca, quien se afanaba para que se respetasen las leyes de navegación y el registro de las mercancías y pasajeros de las Indias. Por si fuera poco, cada vez se enconaba más el enfrentamiento entre el Consejo de Indias y el Consejo de Hacienda, algo que salpicaba indirectamente a la Casa y que se mantuvo hasta la muerte de Felipe II.

El triste devenir

Y es que, de alguna forma, la Casa vivió a lo largo del siglo XVII un devenir muy parecido al del Consejo de Indias. Se aumentó considerablemente su personal, crecieron sus gastos (sobre todo por los salarios) y sus deudas y decayeron su fuerza



Grabado del río Guadalquivir a su paso por el Alcázar de Sevilla, donde se ubicó la Casa de la Contratación. En la página opuesta, mapa de América por Theodore de Bry. BN.

interior y la importancia de su trabajo. Para formar parte de su plantilla ya no se acudía a la severa y critica selección de los tiempos de Carlos V y Felipe II, sino al favor y a la recomendación, algo que afectó sobremanera a su funcionamiento y a su economía.

Tiene su explicación. Los altos funcionarios de la Casa se dividían en dos grupos: los jueces oficiales, algo así como los funcionarios administrativos propiamente dichos, y los jueces letrados, que formaban el Tribunal de Justicia, es decir, la Audiencia. La antigua estructura del tesorero, contador y factor se mantuvo también en la época del favoritismo pero la rigurosa selección de oficiales, basada antes sólo en su capacidad, fue sustituida por otros puntos de vista y muy pronto cundió la venta de oficios de los cargos principales de la Casa y el traspaso de éstos de padres a hijos.

Una lista de la Casa de 1687 calcula la plantilla completa de funcionarios en más de 110 personas, un cuerpo exagerado, y en parte inútil, que exigía considerables sumas de dinero. Esos fondos se repartían en tres cajas distintas: la Caja de Avería, donde estaba la mayor parte de los recursos; la Caja Real de los ingresos de las Indias y, finalmente, la Caja de las Penas de Cámara y gastos de justicia. El problema es que estas tres cajas no eran suficientes desde hacía años para cubrir los gastos en salarios de los funcionarios. La de Penas de Cámara porque no obtenía tantos ingresos como para sufragar gastos; la Caja Real no bastaba porque de ella se pagaban de antemano demasiadas cantidades en las Indias, y la de Avería estaba a falta de fondos por las frecuentes suspensiones de viajes de las flotas. Todo ello demuestra las deudas y la miseria financiera que poco a poco iban consumiendo a la Casa de la Contratación.

En ese mismo siglo hubo, para remate de los males, otro aconteci-

Sevilla o el puerto de América

El establecimiento de la Casa de la Contratación en Sevilla en 1503 supuso para la capital andaluza el punto de arranque de un periodo de enorme esplendor que no comenzó a languidecer hasta la mitad del siguiente siglo.

La elección de esta ciudad para ubicar la institución no fue casual ya que Sevilla contaba con dos claras ventajas a la hora de concentrar en ella el monopolio comercial con las Indias. La primera, su magnífica situación geográfica, tierra adentro, como punto final de una vía fluvial que hacía imposible cualquier intentona militar. La segunda, ser el centro de una productiva área agrícola.

Sevilla se convirtió así en punto de partida y llegada de las flotas anuales que unían a la metrópoli con la Nueva España y Tierra Firme. Curiosamente y a la larga, el tramo del Guadalquivir entre Sanlúcar y Sevilla, que tantos beneficios llegó a dar a la ciudad, se transformó con el paso del tiempo en su mayor enemigo. Y es que los bancos de arena del antiguo Betis originaron toda clase de desgracias que provocaron las constantes protestas de los navegantes y comerciantes en el siglo XVI.

Pero hasta ese momento Sevilla brilló con luz propia. El Arenal y el Muelle (el terreno comprendido entre las murallas y el río y entre la Puerta de Triana y la Torre del Oro, donde



miento que vendría a sumar negativos a la mermada solvencia de la institución: la gran quiebra del banquero hispalense Juan Castellanos de Espinosa. Éste, junto a su hijo, era socio del único banco sevillano oficialmente aprobado de Jacome Mortedo y Compañía.

Castellanos era un hombre de gran influencia en Sevilla y, según afirman los estudiosos, parece que no se le podía considerar precisamente como una persona d em oral intachable. A pesar de todo, consiguió que el Consejo de Castilla, que ni siquiera era competente para ello, le nombrara como depositario de los bienes de difuntos en las Indias, que hasta entonces habían administrado los oficiales de la Casa.

En 1600, Castellanos toma posesión de su nuevo oficio y se le entrega la caja de los bienes de difuntos con 57 millones y medio de maravedíes (153.000 ducados), cantidad que durante los nueve meses siguientes aumentaron en más de 90 millones. De éstos, la Caja de la Avería tomó un préstamo de 14 millones y medio, y algo más de un millón fue pagado a herederos de muertos en las Indias durante ese año. Todo lo demás quedó depositado en las arcas del banco de Mortedo, Castellanos y Compañía. Escasamente un año después, de todo ese dinero no existía ya ni un solo maravedí.

En marzo de 1601 la noticia de la quiebra del banco corrió como la pólvora. Se ordena el embargo de los bienes particulares del infiel depositario en Sevilla y en la Nueva España y el Perú para ser subastados y recuperar dinero, y se dicta el cobro de las fianzas. Pero todos los esfuerzos por salvar a los acreedores, los herederos de los difuntos, fueron en balde. Dicen que no hay mal que por bien no venga, y aunque aquella quiebra marcó a la Casa, con ella, al menos, recuperó nuevamente la administración de los bienes de difuntos con el visto bueno de Felipe III.

Aquella estafa, sin embargo, no fue un caso aislado de lo que por aquel entonces ocurría en la capital andaluza en torno al comercio co-

se desarrollaban todas las actividades portuarias) eran un gigantesco foco de atracción.

En torno a ese espacio fueron surgiendo nuevos barrios en los que se efectuaban todo tipo de trabajos. Era frenética la actividad de los carpinteros, calafates, jarcieros, toneleros, cocedores de brea, arrieros, emplomadores, buzos... Las cocciones de bizcochos, el alimento fundamental de miles de hombres durante sus largos viajes rumbo a América, impregnaban el ambiente y era digno del mejor hormiguero el deambular continuo de marineros y mercaderes, soldados, frailes, pícaros...

Las tareas básicas del puerto sevillano, además de las lógicas de carga, descarga y almacenamiento, consistían en el cuidado y limpieza de las naves, aunque esta actividad disminuyó mucho a partir de 1630 por la permanencia de la escolta de guerra en Cádiz. Hay que tener en cuenta que los artesanos trabajaban en cuadrilla y que generalmente estaban unidos por lazos familiares. A partir de 1659 la mayoría de esas cuadrillas se trasladó hacia la bahía gaditana.

Además de con fábricas indirectas a la labor portuaria, el puerto sevillano también contó con pequeños astilleros situados a las orillas del Guadalquivir, unos astilleros que daban forma a embarcaciones de reducido porte, de no más de 200 toneladas, aunque también en este caso esta industria fue desapareciendo. Las grandes naves se construían en los astilleros del Cantábrico y en los astilleros americanos.

lonial y todo lo que movía. No era raro que hombres de negocios, y sobre todo los compradores de metales preciosos, se aprovecharan de la inocencia de los pasajeros vueltos de las Indias para hacer su agosto. Les compraban oro y plata con letras de cambio que luego no se pagaban, perdiendo así los acreedores lo que tanto esfuerzo les había costado reunir en el Nuevo Mundo.



Grabado de la navegación por el río Orinoco, de Theodore de Bry. BN. Debajo, portada de 'Regimiento de navegación', de Pedro de Medina. BN.

Así las cosas, las penurias del tiempo, la compra de oficios con sueldos insuficientes, la ligereza en las inspecciones y los usuales fraudes de oficiales públicos fueron consumiendo, con prisa ya y sin pausa, a la Casa de la Contratación, y contra ello ni la mejor legislación ni las más escrupulosas ordenanzas pudieron remediarlo. Estas últimas, a pesar de haber sido elaboradas minuciosamente y complementadas con otras especiales, aún eran las mismas que las que Carlos V había introducido en 1552, y en muchos artículos estaban anticuadas desde hacia años. Fue por ello por lo que el rey, en 1636, a la vez que aprobaba las nuevas Ordenanzas del Consejo de Indias, ordenaba también revisar y volver a publicar las de la Casa. Esa tarea no se hizo hasta 1647, y no precisamente bien, ya que la nueva edición de las Ordenanzas era un compendio completamente desordenado de las mismas que recogía las instrucciones y cédulas promulgadas desde 1552 hasta 1634.

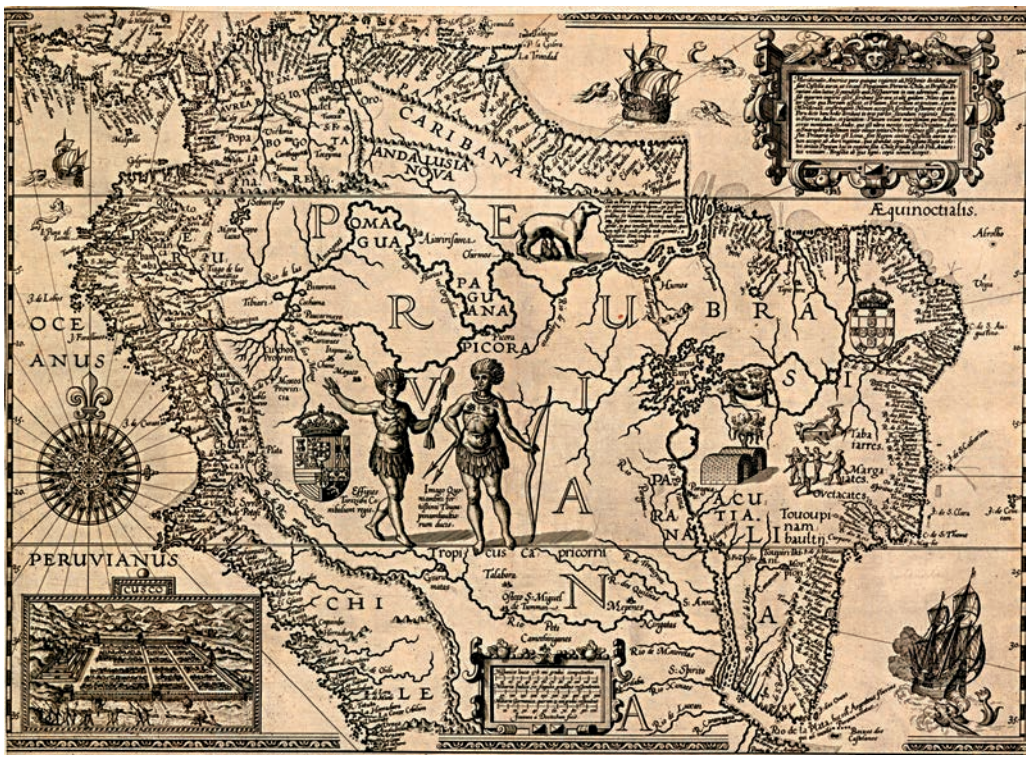
Al cada vez más lamentable devenir de la Casa en el siglo XVII hay que sumar también dos desgraciados incendios que, si bien es cierto que no llevaron a la ruina a la ins-



Valiosos libros de navegación

La labor divulgativa de la Casa y, para muchos expertos, la que más fama le dio se plasmó en los libros de navegación, concebidos para enseñar a los pilotos los rudimentos técnicos del arte de navegar que hizo posible el trabajo de los marinos españoles en América.

El primer tratado de navegación español fue escrito por Martín Fernández de Enciso, en 1519, con el título 'Suma de geographía', la primera obra que intentó traducir a reglas la navegación de altura. A él siguieron muchos otros, entre ellos: 'Quatripartitu en Cosmographia practica' (1537), de Alonso de Chaves, regimiento de navegación por excelencia que no llegó a publicarse; 'Arte de navegar', de Pedro de Medina, una importantísima obra de enorme difusión en Europa de la cual se hicieron 22 ediciones en español, francés, inglés, italiano y holandés en los siglos XVI y XVII; 'Instrucción nauthica' (1587), de Diego García de Palacio, no sólo un excelente regimiento de navegación sino también un verdadero tratado de construcción naval; o 'Regimiento de navegación' (1606), de Andrés García de Céspedes, un compendio de anteriores obras pero corrigiendo sus errores, por lo que constituye uno de los tratados de náutica más importantes de la época.



Mapa de América meridional del siglo XVII. BN.

titución, pusieron su granito de arena para conseguirla. El primero, en 1604, destruyó una parte del edificio que ocupaba, cuya reconstrucción fue muy cara. El segundo, fechado en 1691, se originó en la cuadra del asistente de Sevilla. Duró 24 horas y puso en peligro otra vez a la Casa.

Veintiséis años después de aquel siniestro, en 1717, la insigne Casa de la Contratación dejó de existir en Sevilla. La política innovadora de los Borbones en toda la administración española y la cada vez más mermada capacidad de navegar por el abandonado cauce del río Guadalquivir hicieron que Cádiz, su espada de Damocles desde hacía mucho tiempo, ganara finalmente la partida a la capital andaluza, ciudad que durante doscientos años había reinado sobre la contratación de las Indias.

Deudas, estafas, incendios y un descenso del trabajo y de su influencia jalonaron la historia de la Casa de la Contratación en Sevilla durante el siglo XVII

La pérdida de la hegemonía española en los mares; los corsarios y piratas; el exitoso negocio del contrabando; la implantación de la derrota libre y del llamado navío de registro, que a partir de 1740 permitía a los comerciantes hacerse a la mar por su propia iniciativa, reemplazando así a las tradicionales flotas; la autorización, en 1765, para que los navíos que iban hacia América pudiesen salir desde nuevos puertos españoles; la progresiva descentralización del comercio y, finalmente, la nueva estructura administrativa, entre otras razones, fueron mermando de forma sucesiva las atribuciones de la Casa de la Contratación.

Setenta y tres años después de abandonar Sevilla ,el que fue el epicentro del comercio colonial de nuestro país y, sobre todo, el instituto científico que iluminó y adoctrinó al mundo entero sobre el arte de navegar, la Casa de la Contratación, se suprimía definitivamente. Corría el año 1790. ■

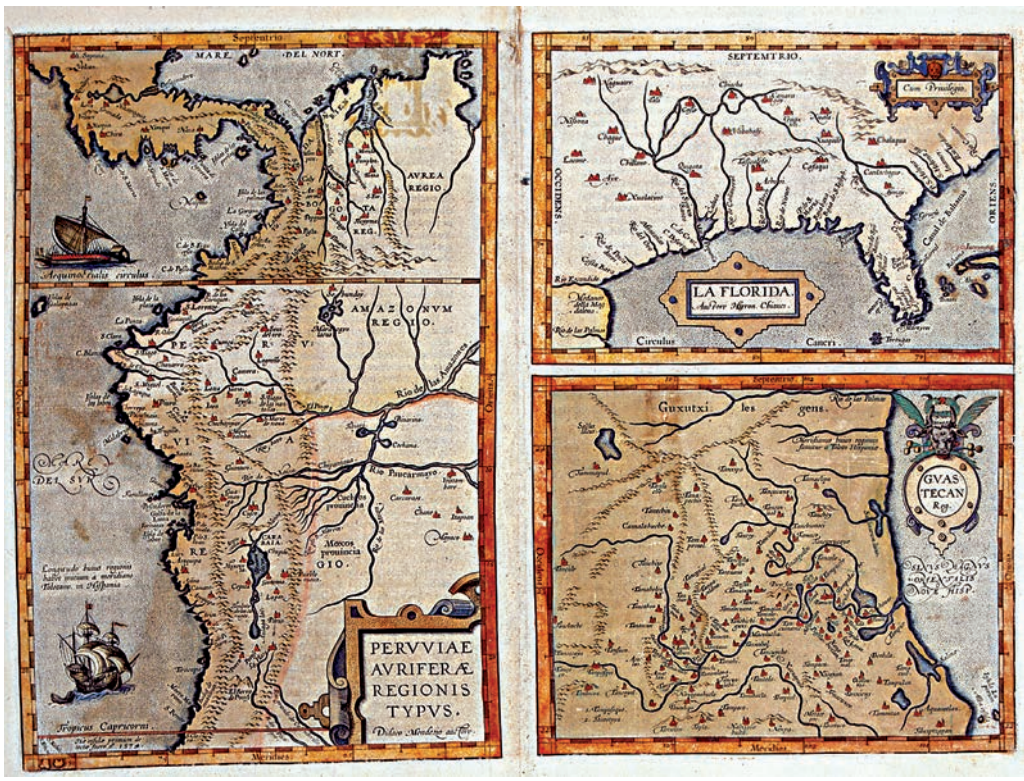


Los navegantes españoles ampliaron horizontes geográficos y científicos en sus viajes por América y Asia

Los límites del mundo

María del Mar MERINO

Los siglos XVI y XVII fueron un periodo de grandes viajes de exploración. Los navegantes españoles se convirtieron en descubridores y evangelizadores del Nuevo Mundo y nuestro país en el gran imperio marítimo europeo. Tras la estela de Colón se suceden las expediciones que amplían horizontes: Balboa y el descubrimiento del mar del Sur (el océano Pacífico); Ponce de León y el avistamiento de la Florida; Juan de Solís y la expedición al mar de la Plata y, especialmente, la gesta de Magallanes-Elcano, cuyo viaje de circunnavegación (1519-1522), el primero de la historia, abriría la puerta a las expediciones españolas en Asia.



Página opuesta, galeones frente a la costa de Florida. Grabado de Theodore de Bry en 'Historia americanae'. Biblioteca Nacional. Izda., mapas del XVI de Florida, Guastecán y la costa pacífica de Sudamérica. Museo de América. Debajo, Fernando de Magallanes, descubridor del estrecho que lleva su nombre. Anónimo de 1848. Museo Naval.

Mediado el siglo XVI, el imperio colonial español está consolidado. Es el momento de mantener, controlar y organizar este vasto territorio a través de la navegación y el comercio. Los océanos Atlántico y Pacífico pasan de ser ámbitos de exploración y de traslado de ejércitos conquistadores exclusivamente para convertirse también en mares comerciales y de transporte de viajeros y mercancías.

Pero los mares aún esconden muchos secretos, que los audaces exploradores españoles seguirán descubriendo. Desde los puertos de la América recién conquistada partirán expediciones que recorrerán el Pacífico en busca de las míticas islas del sur, de la Terra Incógnita, la Terra Australis. Fueron viajes que abrieron camino y que cambiaron no sólo los mapas, sino también la visión del mundo.



Expediciones a Filipinas

Tras el éxito de Magallanes-Elcano, que en su viaje de circunnavegación alcanzaron las islas Filipinas, a las que llamaron islas de San Lázaro, la Corona española aviva su interés por esta parte del mundo, que les abriría las puertas del comercio con Oriente. Pero tan importante como llegar a estas lejanas islas de Poniente era regresar, es decir, establecer una ruta marítima segura de retorno hacia tierra firme. Se organizaron varias expediciones desde Nueva España, como la de Álvaro de Saavedra en 1527, que llegó con tres embarcaciones a las míticas islas pero no le fue posible regresar. O la de Ruiz López de Villalobos, que en 1542 partió del puerto de Navidad con siete naves y 325 marinos, llegando a las islas de Poniente, que él mismo bautizó como Filipinas en homenaje a Felipe II. Tras repetidos y penosos intentos, esta expedi-



'Hernán Cortés ordena dar al través a sus navíos', grabado de R. Monleón. Museo Naval.

ción tampoco pudo cumplir el objetivo de regresar a puerto. El problema de la vuelta o tornaviaje parecía una maldición para la Corona, que ansiaba estas posesiones por la importancia estratégica del archipiélago en la región asiática, dada la relevancia que los productos orientales tenían en los mercados del imperio.

Hasta 1564 no se reanudaron los viajes a través del Pacífico, a raíz de la aprobación por Felipe II del viaje organizado por el virrey de Méjico, Luis de Velasco, y comandado por Miguel López de Legazpi y Andrés de Urdaneta. El objetivo de la misión era doble: colonizar las Filipinas y encontrar la ruta del tornaviaje. Se lograron ambas cosas.

La expedición partió el 21 de noviembre de 1564, con tres barcos de vela y 380 hombres, la mayoría nacidos en Nueva España. Cincuenta días después, los barcos llegaron a las islas Marianas tras haber avistado varias ínsulas del Pacífico. Tras recalar en la isla de Guam, donde se abastecieron de alimentos, los barcos recorrieron el archipiélago filipino para recalar finalmente en la isla de Cebú, donde Legazpi ordenó levantar los cimientos del primer establecimiento español en Filipinas, al que llamó San Miguel, que fue capital del archipiélago hasta 1571.

Los navegantes españoles tardaron casi cuarenta años en dar con la ruta propicia para regresar desde las islas Filipinas hasta la costa americana

La "vuelta" de Urdaneta

Con la colonización en marcha se preparó seguidamente la segunda parte de la misión: el regreso a tierra firme. El 1 de junio de 1565, la nao *San Pedro*, al mando de Urdaneta, partió desde Cebú en busca de la ruta del tornaviaje a la Nueva España. Fue Felipe II quien le encomendó personalmente esta tarea, pues sabía de su experiencia como marino en los mares del sur, ámbito que conocía a raíz de sus travesías por el Pacífico y las Molucas. Cuando el monarca le requirió, Urdaneta era un apacible religioso de 54 años –un anciano para la época– que residía en el convento de San Agustín, en Nueva España. Felipe II confiaba en que el sa-



cerdote lograría lo que aún nadie había conseguido: el regreso a América por el Pacífico navegando contra los vientos alisios.

Urdaneta puso la nao *San Pedro* rumbo al noroeste y salió al Pacífico por el estrecho de San Bernardino. A diferencia de intentos anteriores que buscaban rutas más meridionales, la nao se adentró en el Pacífico norte, llegando hasta el paralelo 42, es decir, la latitud del norte de Japón. Estaba dando un gran rodeo pero evitaba así la influencia negativa de los vientos alisios, que en los viajes fracasados hasta el momento habían impedido la navegación. A partir de este punto, el barco giró al este siguiendo la corriente del Kuro Shivo, en dirección a la costa de California, avistando tierra el 26 de septiembre de 1565. Desde cabo Mendocino (la actual San Francisco), la nao *San Pedro* fue bajando hasta la costa de Nueva España, entrando en el puerto de Acapulco el 8 de octubre. Finalizaba así el larguísimo y penoso viaje: 123 días de dura travesía recorriendo 1.892 leguas. La navegación estuvo llena de privaciones, sed y escorbuto. De 200 tripulantes sólo quedaron 18, y muchos de ellos llegaron enfermos. Fueron recibidos como héroes y Urdaneta, tras su hazaña, viajó a España para informar al rey del éxito del tornaviaje. Y logró cumplir la promesa que repetía con determinación: que haría volver desde las Filipinas a Nueva España "no una nave, sino una carreta", como en efecto así hizo.



Arriba, combate entre conquistadores españoles e indios americanos, de Theodore de Bry en 'Historia americanae'. BN. Debajo, retrato de Núñez de Balboa, descubridor del océano Pacífico. Museo Naval.





El arte de navegar

A lo largo de los siglos XVI y XVII fueron los españoles y portugueses quienes recopilan, desarrollan y exponen, de forma sistemática, la teoría y la práctica de la navegación. Especial importancia tuvo en este terreno la Casa de la Contratación de Sevilla, que fue al mismo tiempo un ministerio de Comercio, un tribunal mercantil y una oficina de liquidación para el comercio americano. Su vertiente científica fue muy notable, especialmente en la geografía y el saber náutico. Así, en 1522, se creó la cátedra de Arte de la Navegación y Cosmografía, nombrando como primer catedrático a Jerónimo de Chaves. Por primera vez la ciencia naútica aparece reglamentada, con su primer programa de contenidos o plan de estudios.

Todo el arte de navegar convertido en técnica se divulgó por medio de los tratados de navegación, entre los que destacan los realizados por españoles. Ya en 1519 se publica la 'Summa Geographica', de Martín Fernández Enciso, donde están descritas las tierras del Nuevo Mundo y sus costas. La obra incluía un completísimo tratado de navegación y las tablas de declinaciones solares. En 1563 Pedro Medina escribe su 'Regimiento de navegación', que tendrá gran repercusión en toda Europa, con más de 15 ediciones impresas. Los "regimientos" son un tipo de tratado de navegación de carácter práctico para uso de pilotos. Escritos en forma de recomendaciones y reglas, su custodia y difusión estaba a cargo de la Casa de la Contratación.

El hallazgo del tornaviaje consolidó la presencia hispana en el archipiélago filipino y sentó las bases del comercio español transpacífico gracias al Galeón de Manila, también conocido como Nao de Acapulco o Navío de la China, que se mantuvo por espacio de dos siglos recorriendo la ruta estratégica entre Filipinas y América.

Arriba, carta del océano Pacífico, del Atlas de Joan Martínez (1587). BN. A su derecha, mapa del Perú del s. XVII, de J. Blaeuw. Museo de América. Debajo, 'El cadáver de Hernando de Soto es arrojado al Misisipí' en 1542, de R. Monleón. Museo Naval.

La Carrera de Indias y el sistema de flotas

Junto al Galeón de Manila, la navegación comercial entre España y el Nuevo Mundo disponía de una ruta principal, la Carrera de Indias, y de un abigarrado tráfico regional entre virreinatos, unidos por el Pacífico, que llegó a tener también gran importancia.

Durante la primera mitad del siglo XVI la navegación attlántica entre España y América se realizó por medio de navíos aislados y sin protección. Era el sistema







Arriba, grabado del estrecho de Magallanes, de De Bry en 'Historia americanae'. BN. Izquierda, pintura de la provincia de la villa de Tabasco, en Nueva España. 1579. Archivo General de Indias.

del "navío suelto", que emprendía la travesía en cualquier fecha y sin respaldo alguno frente a la amenaza de piratas y corsarios. Pero la necesidad de organizar el comercio con las Indias y de contar con un sistema eficaz para trasladar a la Península las riquezas americanas obligó a la Corona a ordenar que las naves viajasen reunidas. Entre 1561 y 1566 el aumento de los ataques corsarios, que estaban debilitando el poderío naval español, impuso el sistema de flotas, que organizó el tráfico con América bajo una serie de normas consistentes en la reglamentación del tonelaje de las naves, en la obligatoriedad de armarlas y en la organización de su protección mediante buques de guerra que acompañasen a los mercantes "haciéndoles escolta y guarda... y traiga el tesoro nuestro y de particulares".

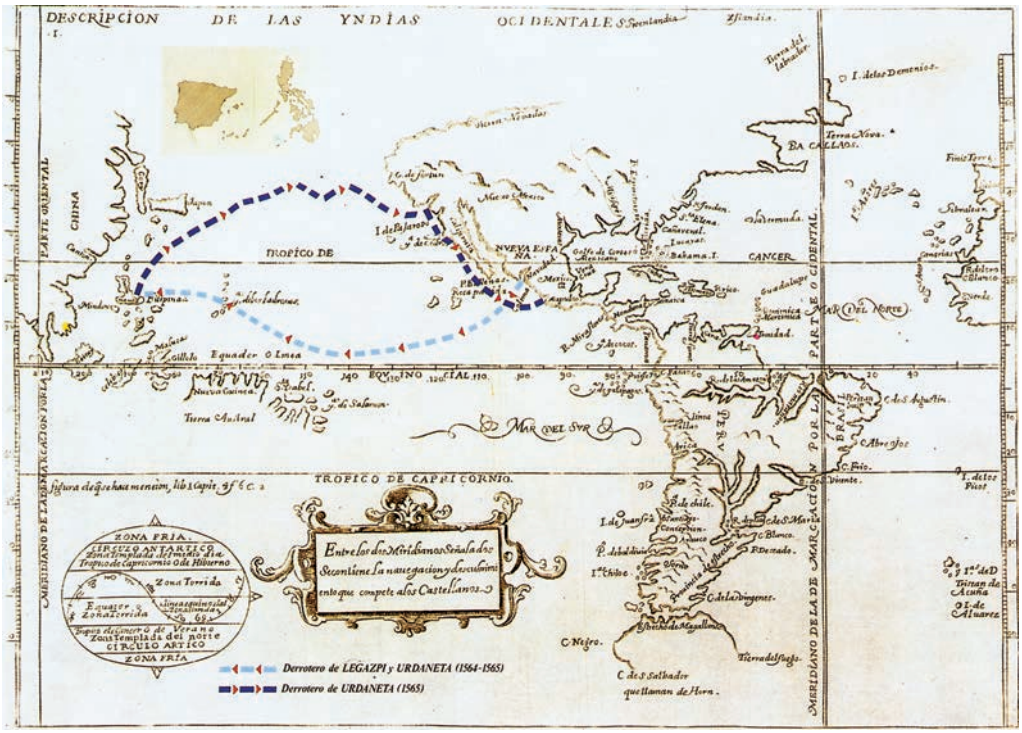


Se establecieron dos flotas anuales: la de Nueva España (Veracruz, Méjico), que debía partir de Sevilla en abril, y la de Tierra Firme (Portobelo, Panamá), que salía en agosto, aunque rara vez se respetaban las fechas. Ambas pasaban el invierno en las Indias y en marzo se reunían en el puerto de La Habana para emprender juntas el viaje hacia España. Ambas flotas, defendidas por buques de guerra, navegaban con gran lentitud, pues los barcos más pesados imponían su pausado ritmo a los demás.

El sistema de flotas se mantuvo hasta el siglo XVIII, cuando se promulgó, en 1778, el Reglamento de Libre Comercio para América. En realidad no se trataba de comercio libre, pues los americanos seguían obligados a comerciar únicamente con la metrópoli, pero al menos se les libraba de la obligación de hacerlo con un único puerto peninsular. Pero hasta ese momento, todas las flotas procedentes de las Indias debían anclar obligatoriamente en el puerto fluvial de Sevilla –o más adelante en el de Cádiz-, que imponía así su férreo monopolio comercial.

La Casa de la Contratación fue la encargada de dirigir la Carrera de Indias. Otorgaba las licencias para comerciar, los permisos para viajar al Nuevo Mundo, recaudaba los impuestos, registraba la plata que llegaba y centralizaba el comercio indiano. También fue

Derecha, plano con las derrotas de la expedición a Filipinas seguidas por Legazpi y por Urdaneta en 1564-65, dibujado sobre el plano de Juan de Torquemada. BN. Debajo, astrolabios astronómicos para la navegación. MN.



Instrumentos de navegación

Además de la evolución de los barcos, en el Siglo de Oro se produce también una mejora en las técnicas de navegar gracias a los avances en la cartografía y a determinados instrumentos que ahora se perfeccionan. Frente a la "navegación de fantasía", donde los pilotos experimentados calculaban "a ojo" la velocidad y la distancia recorrida, la navegación transoceánica llevó aparejada la necesidad de recorrer las derrotas con una exactitud mayor. Esto se puso de manifiesto desde el primer viaje de exploración y fueron las naves españolas las primeras en enfrentarse con el problema y las primeras que lo resolvieron. Los pilotos formados en la Casa de la Contratación fueron verdaderos maestros en las técnicas de navegar, ayudados por determinados instrumentos. Éstos eran algunos de ellos:

- ***Aguja de marear. Con uso generalizado desde mediados del siglo XV, era una especie de brújula que facilitaba el seguimiento de un rumbo.***
- ***Ampolleta. Reloj de arena que servía para calcular la distancia navegada , así como para reglamentar la vida de a bordo y calcular la velocidad.***
- ***Astrolabio. Instrumento que resolvía el problema de la situación geográfica, midiendo la altura del sol o de la estrella polar y deduciendo así la latitud del lugar.***
- ***Ballestilla. También empleada para el cálculo de la situación geográfica, estaba formada por diferentes reglas graduadas con las que se calculaba la altura de la estrella polar.***
- ***Cuadrante náutico. Mejoró la precisión del cálculo de la altura de la estrella polar al sustituir las regletas por arcos graduados.***

un importante centro de enseñanza náutica donde se formaban los pilotos y desde donde se trazaban las "cartas de marear". Durante los siglos XVI y XVII Sevilla se convirtió en una auténtica "universidad del mar" y en uno de los principales puertos del mundo. Un escenario abigarrado y colorista donde se mezclaban gentes variopintas: mercaderes, marineros, oficiales, religiosos, vagabundos, pícaros… Lo que el historiador Martínez Shaw calificó como un auténtico "microcosmos de barro y oro".

La ruta del Galeón de Manila

A diferencia de los buques de la Carrera de Indias, el Galeón de Manila nunca contó con un sistema de convoyes para su protección. Só-





Arriba, 'Entrada del virrey Morcillo en Potosí', de finales del XVII, de Melchor Pérez. MA. Derecha, retrato del padre Urdaneta. Museo Oriental de los Padres Agustinos de Valladolid.

lo se enviaban navíos armados para escoltar o esperar al Galeón cuando se presuponía algún peligro. Estos poderosos galeones, capaces de transportar hasta 300 toneladas de ricos cargamentos, surcaron el Pacífico siguiendo la estela del padre Urdaneta, haciendo del trayecto Manila-Acapulco la más importante ruta comercial transpacífica hasta el siglo XIX.

La travesía del Galeón de Manila fue siempre difícil, con una navegación tan larga como peligrosa. Los barcos debían levar anclas de Manila a principios de junio para aprovechar el monzón del suroeste, y el viaje duraba seis largos y penosos meses. El viajero italiano Gemelli Carrera lo calificó como el "más largo y terrible viaje de todos los que se hacen en el mundo". Tempestades, tifones, mal pilotaje, accidentes… Habría que añadir los asaltos de piratas y corsarios, muy frecuentes, y las temibles enfermedades, especialmente el escorbuto, que en una travesía tan larga solía aparecer por la falta de alimentos en buen estado y de agua fresca.



La Corona organizó varias expediciones para descubrir un paso interoceánico en Norteamérica, hipótesis muy extendida en la época

Por ello, la llegada del Galeón de Manila al puerto de Acapulco se convertía en una fiesta, y los comerciantes respiraban tranquilos, viendo su carga a buen recaudo. Los principales productos que cruzaron el Pacífico fueron seda y algodón, canela de Mindanao, pimienta y clavo, loza china y japonesa o maderas exóticas. De Nueva España a Manila llegaban, sobre todo, plata, grana, cochinilla, jabón, sombreros, vino o hilo de Campeche. La plata fue el prin-





cipal capítulo de las exportaciones mejicanas; llegaba a puerto acuñada en pesos de 8 reales y servía para adquirir los exóticos productos que los comerciantes asiáticos ofrecían y que tanto demandaba la sociedad europea.

Descubriendo la Terra Incógnita

'Campaña de López de Hoces en las Antillas', atribuido a Juan de la Corte. MN.



Pero en el periodo histórico analizado el océano Pacífico aún mantenía intactos muchos de sus secretos. Entre 1567 y 1606 se organizaron numerosas expediciones, dispuestas a descubrir nuevas tierras e islas en este vasto océano que escondía aún uno de sus mayores enigmas, la mítica Terra Australis.

La primera expedición se organizó desde el Virreinato del Perú, bajo el mandato del gobernador Lope García de Castro, quien envió 2 barcos bajo las órdenes de Álvaro de Mendaña en busca de la Terra Australis. Las naves zarparon del puerto del Callao el 19 de noviembre de 1567. Tras dos meses de navegación, los expedicionarios avistaron una isla con exuberante vegetación, la isla Nui, que bautizaron como Nombre de Jesús. Era la antesala del descubrimiento de las islas Salomón, a las que arribaron el 7 de febrero, tras 80 días en la mar. Desde la isla Santa Isabel, la más extensa, la expedición exploró y bautizó otras ínsulas del mismo grupo: Ramos, La Galera, Buenavista, Pascua, San Juan, etc… Se planteó el dilema de po-





Arriba, tres alegorías del descubrimiento del Nuevo Mundo, de Collaer, en 'América recetitio'. BN. Debajo, grabado de indios patagones. BN.

La vida a bordo

Con la instauración en 1503 de la Casa de la Contratación y la exclusividad de la Carrera de Indias, Sevilla fue escala obligada hacia el nuevo continente. La ciudad hispalense se convirtió en una de las primeras urbes del mundo y su puerto en un ir y venir constante de gentes de variado origen y clase social, dispuesta a quedarse en la ciudad para avecindarse y disfrutar de sus riquezas o para embarcarse hacia el Nuevo Mundo en busca de nuevas oportunidades.

Durante los tres siglos largos de dominación española, el flujo de pasajeros fue constante, y ello a pesar del riesgo que suponía cruzar el océano con medios tan precarios.

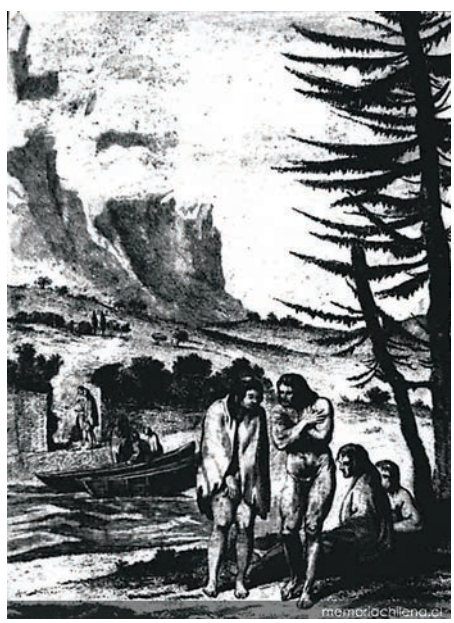
La travesía en las flotas que surcaban el Atlántico era una aventura para los hombres de los siglos XVI y XVII. El viaje era largo y el final feliz no estaba asegurado, pues a las largas y eternas jornadas de vientos en calma podían suceder temporales y tormentas que incluso terminaban en naufragio.

Los viajeros debían llevar con ellos todo lo necesario para su mantenimiento a bordo: vituallas, ropa, mantas…, ya que los responsables del buque sólo facilitaban agua racionada para beber y lavar. Se aposentaban en los pocos espacios libres que la carga del barco dejaba en la cubierta o debajo de ésta. Era, pues, esencial asegurarse un espacio para cuerpo y bagaje, espacio que había que defender durante la larga travesía. Los pasajeros, por tanto, permanecían echados durante casi toda la travesía junto a sus pertenencias, viendo como chinches y cucarachas se paseaban junto a ellos a su antojo.

También había tiempo para la diversión, con cantos, juegos y bailes … y para la religión, dirigida por algunos de los frailes o religiosos que siempre se embarcaban en estas travesías. A pesar de las penalidades, a todos les embargaba el deseo de llegar, la ilusión de alcanzar la fortuna, de construir una vida mejor al otro lado del océano.

blarlas o de regresar. Tras seis meses de reconocimientos, el capitán Mendaña optó por la segunda opción, pues los nativos se mostraron bastante hostiles. El 11 de septiembre de 1569 las naves llegaban finalmente al puerto del Callao. Y aunque las islas no ofrecieron tesoros bíblicos, la expedición consiguió valiosos resultados: el descubrimiento de un numeroso grupo de islas e importante información geográfica y etnográfica sobre esa parte del mundo.

Tras la expedición de Fernández de





Carta del sudeste de Asia y de gran parte del Pacífico occidental, del Atlas de Joan Martínez (1587). BN.

Quirós a las Nuevas Hébridas en 1605, que llenó de topónimos castellanos esos parajes, los viajes al Pacífico se interrumpieron durante 165 años, salvo los viajes comerciales al continente. La Corona centró sus energías en la exploración y defensa del estrecho de Magallanes, la gran puerta del océano Pacífico. Controlar y colonizar este importante paso interoceánico fue el objetivo de varias expediciones organizadas desde Chile y Perú durante la segunda mitad del XVI. Esto da idea de la importancia geoestratégica de este valioso paso, tanto para España como para otras naciones europeas. Todas las expediciones, como la de Pedro Sarmiento de Gamboa en 1579, intentaron poblar el estrecho para reforzar la seguridad del área y frenar la piratería, que asolaba los puertos españoles del Pacífico. Pero las poblaciones magallánicas nunca prosperaron dadas las difíciles condiciones de vida en tan gélidas e inhóspitas regiones.

En los confines del mundo

También fueron marinos españoles los primeros en recorrer la costa pacífica de Norteamérica, conocida como el Noroeste. Tras los tempranos viajes organizados por Hernán Cortés, los monarcas españoles financiaron y enviaron un notable número de expediciones con el objetivo de bus-

Una expedición diferente

Durante el reinado de Felipe II tuvo lugar una expedición poco conocida pero de gran interés, pues fue la primera con fines científicos enviada al Nuevo Mundo. Su objetivo: recopilar toda la información respecto a los recursos naturales de los nuevos reinos, especialmente de Nueva España (México), de donde llegaban abundantes relatos sobre la riqueza de sus plantas, susceptibles de ser utilizadas en España con fines medicinales.

Felipe II encargó esta misión a Francisco Hernández, médico, cirujano, botánico, humanista y excelente investigador. Para ello, el monarca le nombró protomédico de todas las Indias, recibiendo instrucciones para llevar a cabo su labor en América por un periodo de cinco años. La expedición partió hacia Nueva España en 1570 y de su importancia da idea el apoyo logístico con que contó Hernández para su periplo: con él viajaban un ayudante, su hijo, el cosmógrafo Francisco Domínguez y otros especialistas, entre ellos, médicos y prácticos, herborizadores indígenas, dibujantes y amanuenses.

Para cumplir su misión, Hernández realizó viajes por numerosas regiones de la Nueva España, recopilando muestras y material

car un paso entre el Atlántico y el Pacífico en las tierras más septentrionales del nuevo continente, hipótesis muy extendida en aquella época. Más tarde se unieron otras poderosas razones: la búsqueda de míticas islas, la creación de puertos-refugio para el Galeón de Manila y la defensa contra la piratería y la visita de naves extranjeras, cada vez más frecuentes frente a la costa californiana.

Las leyendas del norte fueron una motivación extraordinaria para expediciones como la de Juan Rodríguez Cabrillo en 1542, que costeó toda la península de California cristianando los numerosos cabos y bahías que avistaron, entre ellos San Diego y el canal de Santa Bárbara. Cabrillo subió hasta la latitud 44 grados norte y descubrió el cabo Mendocino, al norte del actual San Francisco, al que llamó así en honor del virrey Mendoza, promotor de la expedición. Y hubiera subido más al norte, pero el frío, el escorbuto y el descontento de la tripulación obligaron al explorador a ordenar la vuelta, muriendo el mismo en el regreso.





Foto superior, mapa de Veracruz, el puerto principal de Nueva España, de donde partieron varias expediciones hacia Norteamérica. Álbum manuscrito de Nicolás Cardona. BN. Debajo, 'El regreso de Juan Sebastián Elcano', de Elías Salaberría. MN.

La exploración de las costas de California cobró nuevo impulso a finales del siglo XVI. La creencia de un paso interoceánico al norte seguía estando muy arraigada y su descubrimiento era una prioridad para la Corona. Por otra parte, los ataques de piratas ingleses como Drake o Cavendish eran cada vez más frecuentes, por lo que se hacía necesario controlar y poblar el litoral californiano. Tras la expedición de Sebastián Rodríguez Cermeño, que

botánico de plantas de toda especie, especialmente las medicinales. Pero sus observaciones no se ciñeron sólo a las plantas; durante sus siete años de exploración reunió un ingente material –más de 20 libros– con observaciones sobre animales, minerales, descripciones geográficas, etc.

Hernández regresó en 1577 a España cargado con un valioso equipaje: sus numerosos libros y un riquísimo herbario. Hizo entrega al monarca de su magnífica obra, ilustrada y documentada, pero murió en 1587 sin que la Corona hubiera ordenado su ansiada impresión. Parte de su obra se editó casi un siglo después gracias a la labor de Antonio Ricci, médico real, quien resumió la obra con vistas a su publicación.

El trabajo de Francisco Hernández fue así conocido y despertó gran interés entre los científicos por sus métodos novedosos y por la amplitud de sus investigaciones. Este médico inició una tradición que se vería continuada dos siglos después, en la España ilustrada, con la serie de expediciones científicas que viajaron al Nuevo Mundo. De hecho, numerosos especialistas consideran a Hernández el precursor de la ordenación racionalista y de acción ilustrada, un hombre de ciencia que realizó una de las empresas científicas de mayor envergadura de su tiempo.



Mapas del siglo XVI de las islas Antillas y de la región de Culiacán. Museo de América.

Una adelantada de la mar océana

Mujer extraordinaria, aunque apenas haya dejado huella en la historia, Isabel Barreto se convirtió en 1596 en la primera mujer que asumió el mando de una expedición marítima española, único caso ocurrido durante la conquista y colonización de América y Oceanía. Su singular peripecia está recogida en el libro de Robert Graves 'Las islas de la imprudencia', donde relata la audacia y valentía de esta mujer, protagonista de una de las vidas más intensas y contradictorias: la de toda una almirante de los Mares del Sur. En 1595, Isabel, perteneciente a la nobleza gallega, formaba parte de la expedición encabezada por su marido, Álvaro de Mendaña, descubridor de las islas Salomón. El propósito era fundar una colonia española en estas islas. Del puerto peruano de El Callao zarparon las naves con más de 400 personas, hombres y mujeres. Ya en la isla de Santa Cruz, la más austral del archipiélago de las Salomón, Mario murió a causa de una rara epidemia y en su lecho de muerte nombró a Doña Isabel capitana y adelantada en los Nuevos Mundos, lo que la situó al frente de la arriesgada expedición.

Y no le faltó valor. Tuvo que bregar con tempestades, motines, epidemias y la hostilidad de los indios. Tras decidir que las islas eran insalubres ordenó zarpar hacia Manila, pues sabía que en las condiciones en que navegaban les sería muy difícil arribar a El Callao en la costa continental sudamericana.

Atravesaron los archipiélagos de las Carolinas y las Marianas y al cabo de tres difíciles meses de navegación fondearon en Manila. Allí acabaría casándose con otro marino, el capitán Fernando de Castro. Juntos zarparon, en 1596, hacia América, al mando siempre de Doña Isabel. El tornaviaje no fue nada fácil: arribaron a Méjico en vísperas de Navidad. En total, habían navegado 35.000 kilómetros por las aguas vírgenes del Pacífico.

descubrió la bahía de San Francisco en 1596, la Corona organiza un nuevo viaje cuyo objetivo era exclusivamente la exploración del noroeste. El encargo recayó en Sebastián Vizcaíno. Con tres barcos de escaso calado, de mayor maniobrabilidad para las accidentadas costas californianas, partieron de Acapulco el 5 de mayo de 1603. Los resultados de esta expedición fueron muy destacables: exploraron y demarcaron toda la costa exterior de California, estableciendo su nomenclatura. Además, Vizcaíno descubrió el puerto de Monterrey, un lugar idóneo como refugio para el Galeón de Manila y a partir de ese momento permanente objetivo de los deseos colonizadores de la monarquía española en el noroeste, una tierra inhóspita, dura y estéril, difícil de poblar. Las actividades marítimas continuaron y, a pesar de piratas, corsarios o bucaneros, los navegantes hispanos integraron todo lo que hoy es el sudoeste de Estados Unidos a la Corona española. ■

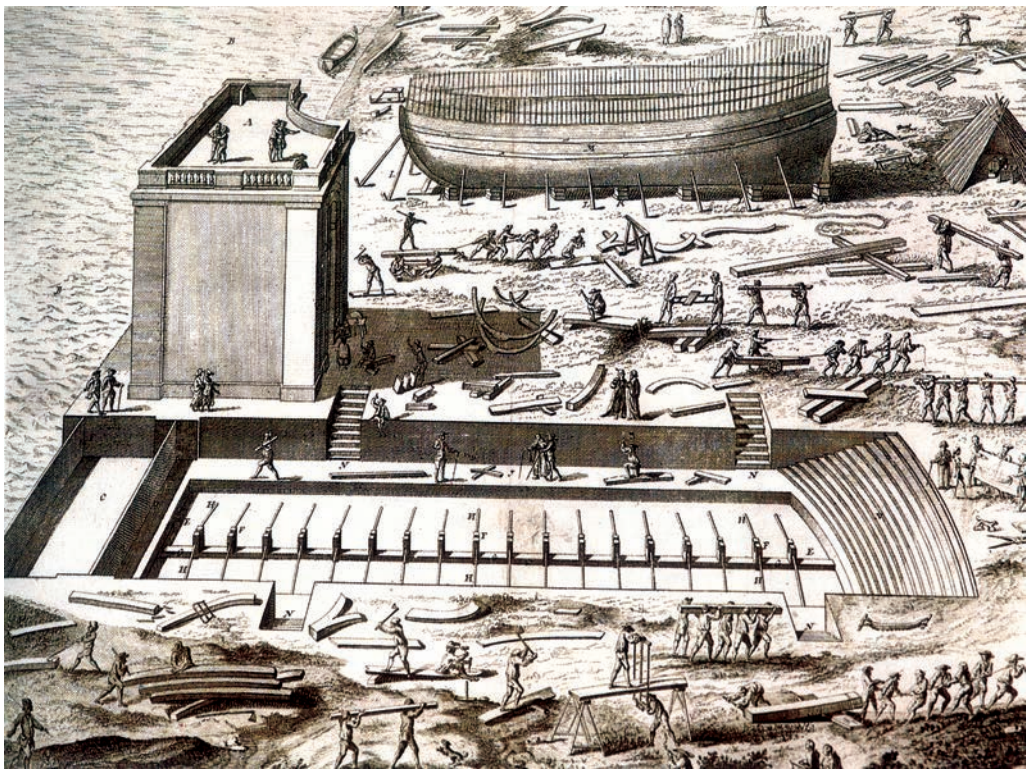


Comercio y guerras fomentaron la construcción abundante de buques

La era del galeón

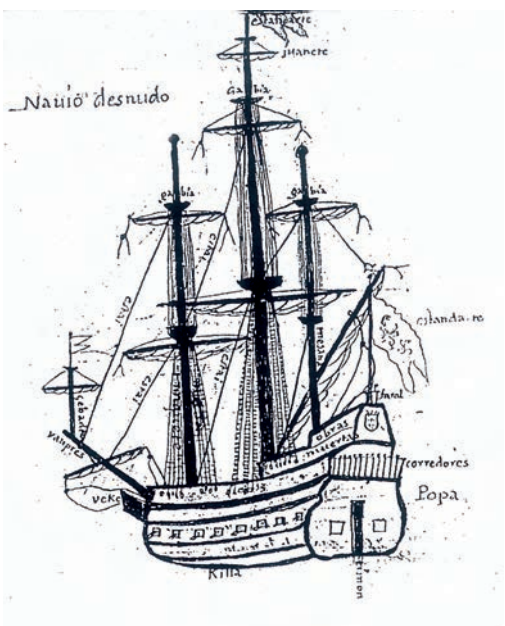
BEATRIZ TERRIBAS

La construcción naval adquiere en los siglos XVI y XVII una importancia desconocida hasta entonces. Los viajes de exploración y colonización de América, las expediciones que se suceden por otras latitudes, el comercio con las Indias y la necesidad de una eficaz Armada que mantenga la hegemonía de la Casa de Austria en el Mediterráneo y el Atlántico son los grandes motivos que impulsan en este periodo la investigación náutica, el incremento del patrimonio naval y la mejora de las naves.



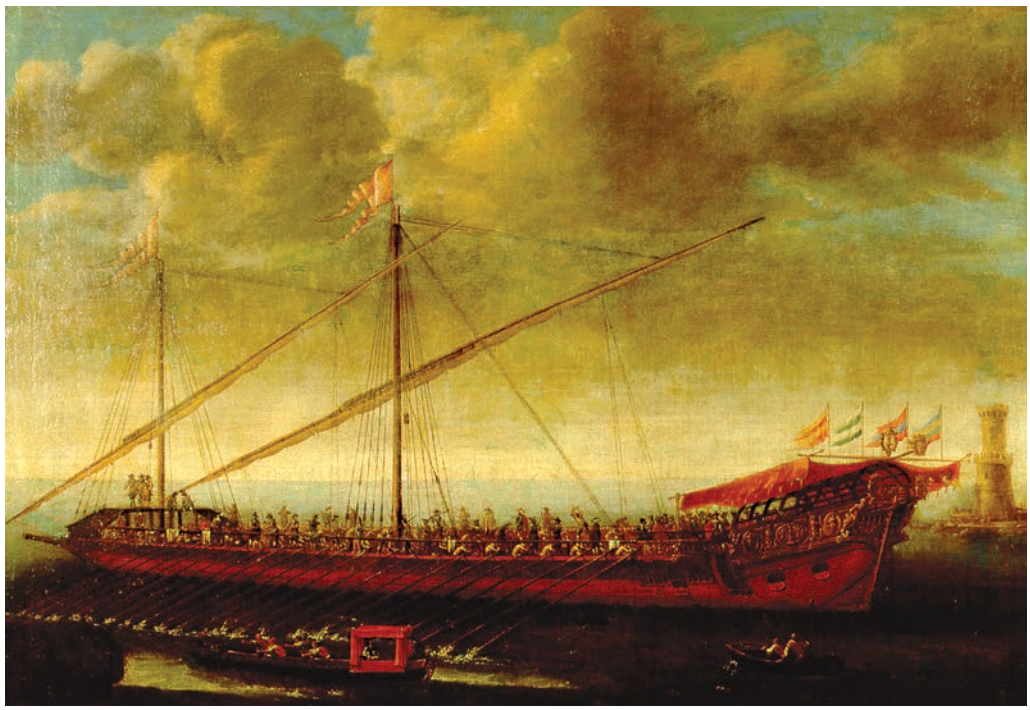
Página opuesta, combate naval de galeones españoles y flamencos en 1639. Museo Naval. En esta página, construcción de un buque en graderío a finales del XVII, del 'Diccionario del Marqués de la Victoria'. MN. Debajo, grabado de un galeón y sus partes hacia 1590. Anónimo. Biblioteca Nacional.

La llegada de Colón a América marca el inicio de la época de los grandes descubrimientos marítimos. A partir de 1499 la Corona otorga a exploradores y conquistadores un sinfín de capitulaciones para "descubrir, pacificar y poblar" el Nuevo Mundo, promoviendo también durante los siglos XVI y XVII expediciones que consiguieron circunvalar por primera vez la Tierra, reconocer el Pacífico septentrional y los Mares del Sur y establecer las rutas de comunicación entre la Tierra del Fuego y el cabo Mendocino; la Nueva España y Filipinas, y Australia y el Japón.



Tan arriesgadas travesías fueron posibles gracias a dos iniciativas de los Reyes Católicos cuya eficacia en el comercio ultramarino, la investigación náutica y la construcción naval se comprobaría a lo largo de los siglos XVI y XVII: la promulgación en 1498 de la primera pragmática para el fomento de la manufactura de grandes navíos en sus reinos y la creación en 1503 de la Casa de la Contratación. Este órgano fue el centro de investigación más importante de Europa, alcanzando notables avances en astronomía, cartas náuticas e instrumentos de navegación y supervisando tratados que, una vez traducidos al francés, alemán, italiano y flamenco, difundieron por Europa. Paralelamente, desarrolló una exhaustiva labor docente dirigida a la formación de pilotos para las flotas de Indias, responsables, a la vez, según las ordenanzas de 1567, 1569 y 1573, de una importantísima labor documental llevada a cabo durante sus travesías y centrada en la descripción de las derrotas seguidas y los fenómenos naturales observados para su inclusión en los regimientos de navegación.

A lo largo de casi dos siglos la Casa de la Contratación controló además el tráfico mercantil con América y Filipinas, gestionando todos los trámites de la Carrera de Indias,



Galera ordinaria de 24 bancos de finales del XVII. Este buque fue el más extendido en el Mediterráneo. Óleo atribuido a Manuel de Castro. MN.

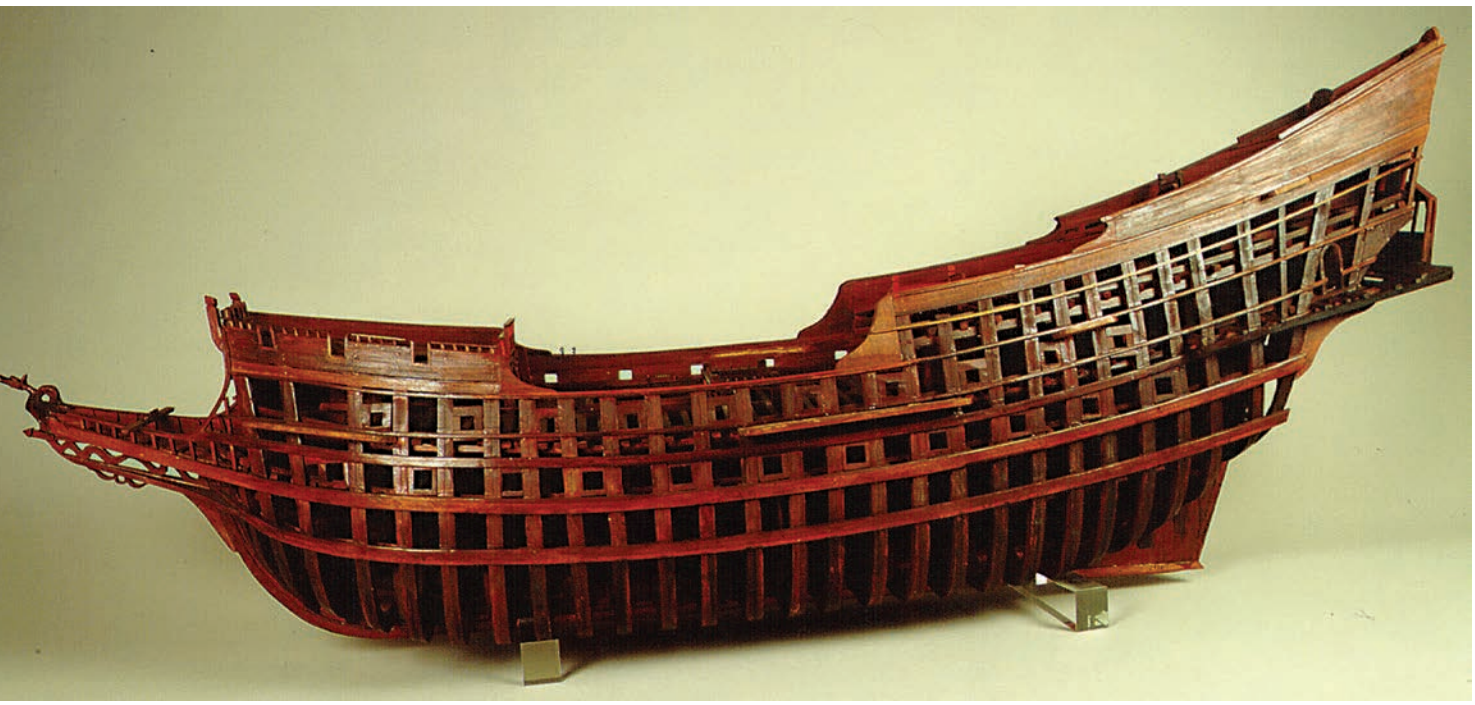
entre otros, la supervisión y reparación de navíos y el cobro de impuestos del tráfico comercial, destacando el de avería, que financiaba la escolta de los convoyes.

Los intercambios comerciales entre España y las Indias dieron un notable impulso a la construcción naval en este periodo histórico, a fin de dotar de navíos a las flotas mercantes que partían de Sevilla cargados de alimentos, aperos de labranza, semillas, ganados, hierro, telas y azogue para la plata americana. Al puerto hispalense regresaban portando tabaco, cacao, cochinilla, añil y metales preciosos, siendo el tonelaje de las importaciones inferior al de las exportaciones.

Protección de los convoyes

Los productos indianos pronto despertaron el interés de corsarios al servicio de las monarquías europeas que no habían aceptado el Tratado de Tordesillas, lo que obligó a la española a establecer un régimen de protección para los convoyes mercantes que comienza en 1522, acordándose en 1552 el artillado de las naves y en 1553 su escolta por buques de guerra. Paralelamente, se aprobaron otras disposiciones sobre el el número y tamaño de los buques mercantes, a fin de unificar sus velocidades durante la travesía, y sobre las naves armadas de escolta. Finalmente, será la Real Cédula de 10 de julio de 1561 la que determine el ordenamiento y régimen de las flotas protegidas, estipulando la partida de dos por año, una en marzo y otra en septiembre, para evitar la brusca climatología americana, el número de sus barcos y también su tipología, inicialmente sólo 10 bajeles de 100 toneladas de porte escoltados por dos naves de la Armada de Guardia: la Capitana, con una treintena de cañones, y la Almiranta, con 20. La Flota de Nueva España se dirigía a México y la de Tierra Firme a Cartagena de Indias, puerto donde cargaban los productos de

> En el siglo XVI el diseño y construcción de buques se realizaba según los conocimientos transmitidos por vía oral, sin planos ni cálculos exhaustivos



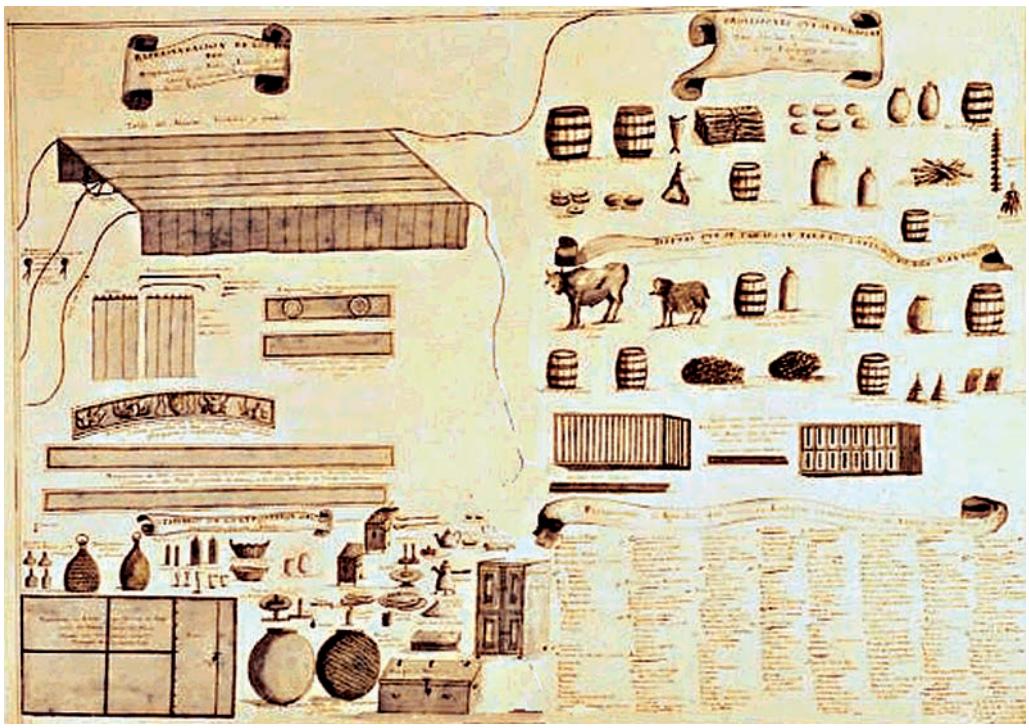


Arriba, maqueta del casco de un galeón (s. XVII) con la banda de babor enramada. MN. Debajo, dibujo de un carpintero de ribera calafateando el casco de un navío.

los virreinatos de la Nueva España y el Perú. Tras pasar el invierno en las Indias se reagrupaban en La Habana para retornar juntas a la Península.

Para tener una idea del calibre que alcanzaron las flotas y de su incidencia en la industria naval basta decir que las del siglo XVI, momento del mayor auge comercial, llegaron a contar con 200 navíos. La más compleja de ellas fue la de Nueva España, por su conexión con el Galeón de Manila, nombre genérico que recibían los dos galeones de gran porte (500 a 1.500 toneladas) que cubrieron desde 1565 la ruta comercial Acapulco-Manila. Marfiles, piedras preciosas, sedas, porcelanas y especias engrosaban la carga de los galeones, destinada a la feria comercial de Acapulco y a satisfacer las demandas europeas.

La magnitud de los intercambios mercantiles y el asedio de la piratería motivaron una mayor protección de la Carrera de Indias, que completó su sistema defensivo entre 1576 y 1645. El primer paso fue la asignación a la Armada de Guardia de las flotas de las Indias Occidentales de 8 galeones de guerra de gran porte, provistos de artillería pesada, y tres pataches auxiliares. Más adelante se crearían la Flota del Atlántico y la de Pancas y Galeras de Filipinas, la primera con una dotación de 50 barcos y dividida en tres escuadras para escoltar a los mercantes desde las Azores hasta Sevilla y a proteger de las incursiones de la piratería el Estrecho de Gibraltar y el norte peninsular; la segunda, con una decena de unidades, tendría su base en Manila. Por otro lado, y ante la intolerancia del monopolio comercial por algunos países europeos que deseaban establecerse en los territorios americanos, se destinaron a la zona dos armadas de galeones y embarcaciones auxiliares: la del Mar del Sur y la de Barlovento, para proteger las costas del Pacífico y el Caribe, respectivamente.



Izda., provisiones y víveres para una travesía transoceánica. 'Diccionario del Marqués de la Victoria'. MN. Debajo, maqueta en madera de una galera. MN.

Esta organización permitió la continuidad de los intercambios comerciales entre Europa, América, Asia y Oceanía hasta el siglo XVIII, aunque no siempre con la periodicidad inicialmente establecida ni con la efectividad deseada. La infracción en ocasiones de la normativa legal relativa a la obligatoriedad de viajar en convoyes organizados, a la dotación de artillería y a la carga máxima de barco, favoreció la labor de los filibusteros y la imposibilidad de sortear los embates de la naturaleza, con la consecuente pérdida de naves: a lo largo del Siglo de Oro se perdieron más de 200.

El afán por mantener el comercio ultramarino sumió a la Corona en una incesante necesidad de navíos. También para conservar su hegemonía en el Mediterráneo y el Atlántico debía preservar la integridad de sus territorios y su fidelidad al cristianismo, lo que sólo era posible con una gran Armada, como comprobó Felipe II tras la batalla de Lepanto, que elevó a España en 1571 a la categoría de primera potencia naval del Mediterráneo, con casi 200 galeras en sus aguas. Éste fue el comienzo de la expansión naval española, que durante el Siglo de Oro completaría su Armada con la de Flandes, la del Mar Océano, la del Almirantazgo de Dunkerque, la Escuadra de Galeras del Duque de Tursi y la Escuadra de Nápoles y Sicilia, con cerca de quinientos navíos, sin contar los buques de avisos y auxiliares de cada una de ellas, y tampoco los navíos que se manufacturaron por orden de Felipe II para completar la mayor empresa naval española de todos los tiempos: la Armada Invencible. La mítica escuadra, preparada por Álvaro de Bazán para erradicar en 1588 los ataques ingleses a la Carrera de Indias y la ex-





Arriba, los galeones registraron una evolución técnica en los siglos XVI y XVII que los convirtieron en navíos más pesados, pero más protegidos y potentes. AGI.

pansión del protestantismo, no alcanzó sus objetivos, entre otras razones porque de sus 130 naves 65 eran galeones de gran porte, incapaces de maniobrar con la agilidad de los filibotes ingleses bajo los temporales que asolaron el Canal de la Mancha.

La construcción naval

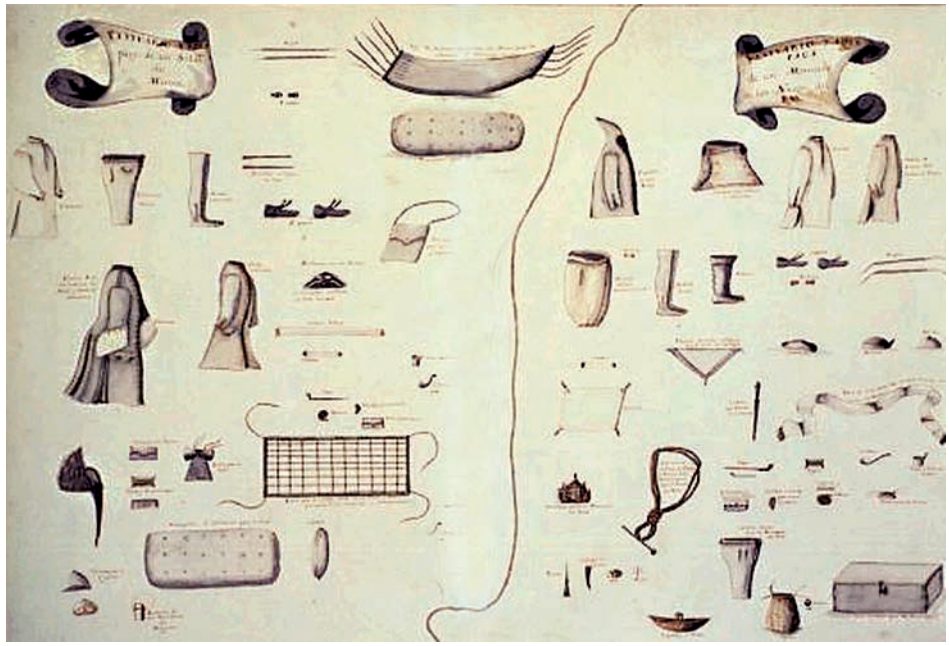
Por sus condiciones geográficas, España tenía una larga experiencia en la manufactura artesanal de barcos. A lo largo de casi todo el XVI los carpinteros de ribera construyeron navíos como en la Edad Media, según los conocimientos adquiridos empíricamente y transmitidos de generación en generación. No trazaban planos ni aplicaban cálculos exhaustivos a la construcción, a lo sumo diseñaban alguna maqueta con las características del barco que pretendían fabricar. En consecuencia, no siempre la estabilidad, maniobrabilidad y velocidad de las naves resultantes eran las adecuadas.

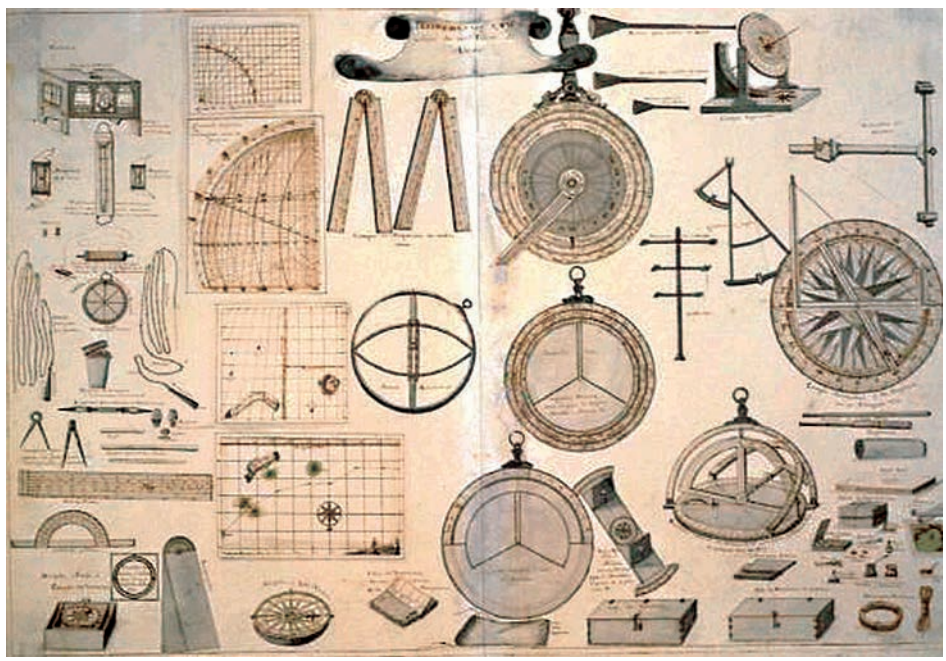
El diseño de los buques se hacía atendiendo al volumen de carga previsto, es decir, su arqueo, y a su eslora, respetando las relaciones tradicionales entre la manga o anchura del casco, su altura o puntal y la eslora. Para ello se empleaba la regla medieval del "as-dos-tres", que consistía en que por cada codo de manga (0,5573 metros) había que dar dos a la quilla y tres a la eslora. La capacidad o volumen del barco se expresaba en toneladas, con una equivalencia por unidad de 1,518 m^3.

El carpintero de ribera diseñaba y construía el navío en los astilleros, y tras comprobar su comportamiento en el mar, anotaba en sus plantillas las correcciones que debía aplicar a las futuras obras. El proceso constructivo comenzaba con el labrado de la quilla, viga que recorre todo el casco del navío por su parte inferior y que se curva en los dos extremos llamados tajamar y codaste, del que va suspendido el timón. En ella se ensartaban las cuadernas que, a modo de costillas, configuran el armazón de barco. De la calidad y tratamiento de las maderas dependía en gran parte la vida del buque. Por eso se procedía a la tala, generalmente, con las lunas menguantes de noviembre, diciembre y enero, cuando contenían menos humedad. Para eliminarla se sumergía la madera en agua salobre, dejándola secar al menos un año. Pero, dada la apremiante necesidad de navíos, este proceso a veces no se cumplía, con la consecuente podredumbre de algunas partes de los barcos.

El roble se destinaba a la quilla, tajamar, codaste, timón y al forro de la parte sumergida del casco; la encina, a las cuadernas, y las coníferas, a la arboladura que soportaba el velamen. Como en España no existían palos con el grosor y la longitud adecuados para la de navíos de gran porte, la madera se compraba en Escandinavia. Además, los constructores, salvo los de la Baja Andalucía, se habían negado a implantar arboladuras con piezas ensambladas.

Finalizada la construcción del casco éste se carenaba (impermeabilizaba) con betunes a base de alquitrán, aceite de pescado, azufre y minio, para evitar la acción corrosiva del agua y de la broma, molusco que se adhiere a la parte sumergida del navío, pudiendo ocasionar cuantiosos desperfectos al mismo. Por último se acoplaba el velamen, que generalmente procedía de Francia por la resistencia y fortaleza de los allí elaborados.

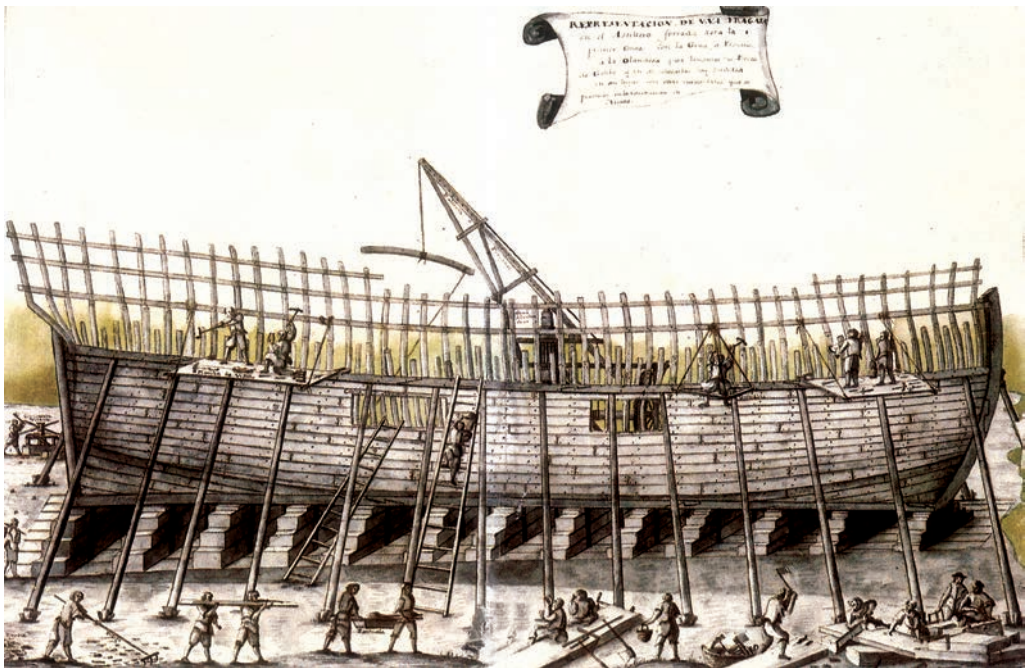




Vestimenta y equipaje reglamentarios de un marinero español del Siglo de Oro (arriba) e instrumentos y útiles para la navegación oceánica. 'Diccionario del Marqués de la Victoria'. MN.

Maestros innovadores

Pese a la sencillez aparente de estas técnicas se lograron algunos ejemplares excelentes de carracas, naos, urcas, galeras, zabras, galeones y galeoncetes, que cumplieron su importante papel en el transporte de mercancías, expediciones, protección de convoyes, salvaguarda de costas y avisos y servicio de la Armada. Sin embargo, ante la envergadura de los viajes transoceánicos, las hostilidades crecientes hacia España y los desastres navales, se comprobó que el trazado de las embarcaciones había quedado obsoleto. Era preciso reformar y modernizar la Marina para adecuar los buques a las necesidades del momento, adoptando sistemas de construcción más precisos, con reglas fijas basadas en cálculos exactos, como propusieron en 1575 Juan Escalante de Mendoza,



Arriba, construcción del casco de un buque en grada a finales del XVII, grabado del 'Diccionario del Marqués de la Victoria'. MN. Debajo, tala de árboles, actividad que fue reglamentada por los monarcas para abastecer de madera a la industria naval. Grabado de 'Los veintiún libros de los ingenios y las máquinas', de 1570. BN.

Juan de Veas y Diego Ramírez, conocidos como "los mejores constructores del reino".

Estos maestros, apegados a la corriente renacentista del momento, recuperaron de la antigüedad clásica la geometría y las matemáticas para diseñar el buque y calcular con precisión las dimensiones de sus partes más importantes, abandonado la tradicional regla del "as-dos-tres". Escalante de Mendoza, en su *Itinerario de navegación de los mares y tierras occidentales*, describe la "medida más perfecta" para las naves como la proporción de las dimensiones de la manga, quilla, eslora, puntal, raseles y arboladura, teniendo en cuenta que la medida de la manga o anchura máxima de la cuaderna maestra del casco de la nave definiría la de los demás elementos del barco.



Aquel innovador sistema, origen de la construcción científica de navíos, comienza a aplicarse en 1590 y se generaliza tras aprobarse en 1607 las *Ordenanzas para las Armadas del Mar Océano y Flotas de Indias*, ampliadas en 1613 y 1618 con las modificaciones de los expertos más renombrados del reino en materia de construcción naval, entre otros, Juan Arias de Loyola, profesor de la Real Academia de Matemáticas de Madrid; Juan Cedillo Díaz, matemático; Antonio Moreno, cosmógrafo mayor de la Casa de la Contratación, y Juan de Veas, supervisor de arqueos del rey en Andalucía. El objetivo era establecer una escala flexible de dimensiones y tonelajes para los barcos, a fin de conseguir navíos ideales para el transporte y la defensa combinando su velocidad, capacidad, maniobrabilidad y estabilidad.

Aunque no se conservan planos de los navíos construidos siguiendo los nuevos mé-



Izquierda, buques flamencos cerca de la costa, óleo de Andries van Ertvelt. MN. Debajo, maqueta del casco de un galeón evolucionado de fines del XVII.

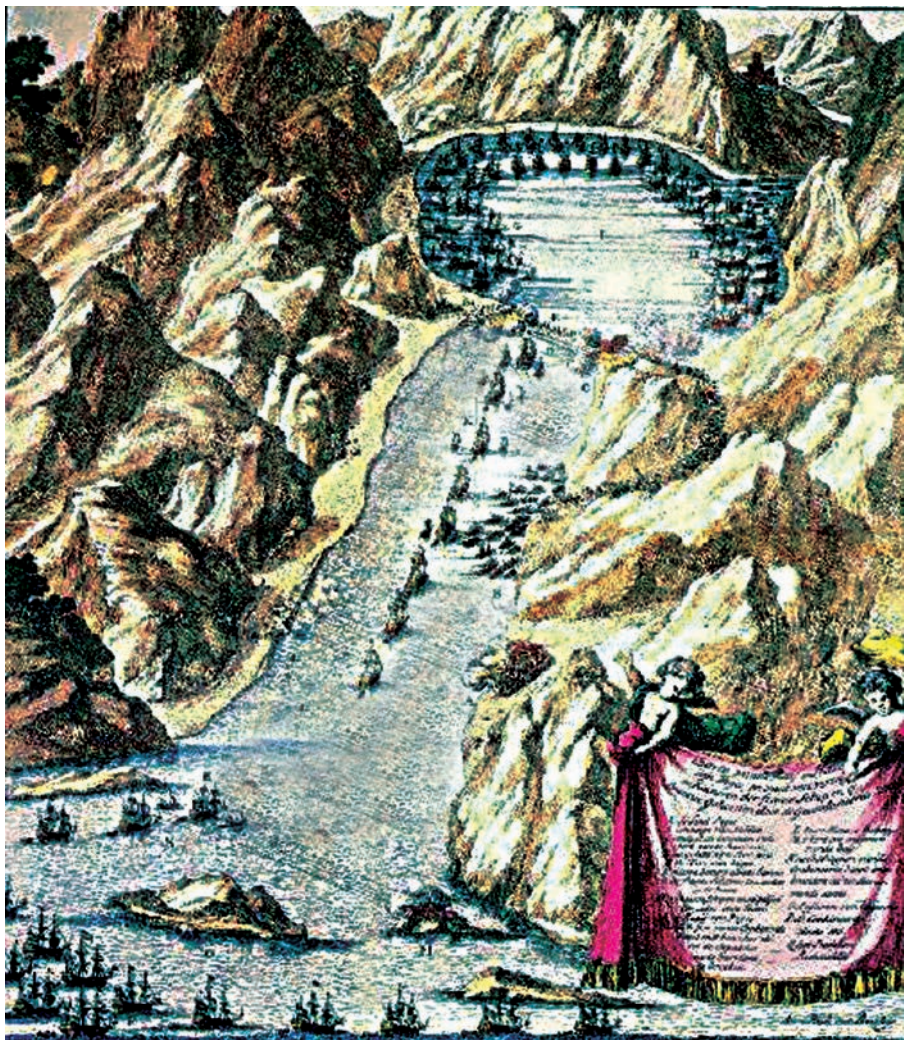
todos, probablemente porque fueron guardados por sus autores a fin de evitar su difusión por lugares no deseados, las *Ordenanzas* contemplaban el trazado de las secciones de algunas tipologías navales, fijando a su vez una escala de dimensiones y tonelajes aplicables a una quincena de navíos clasificados en pataches, navíos, galeones y galeoncetes, según sus funciones de carga o de guerra.

Con esta normativa se mejoró la maniobrabilidad y velocidad de los navíos al alargarse y estrecharse su casco, optimizándose también su estabilidad al eliminarse los castillos de proa y popa, que si bien fueron necesarios para el abordaje cuando no se disponía de artillería de largo alcance, ahora, ya inútiles, irán desapareciendo para aprovechar mejor el impulso del viento. Respecto al gobierno del navío, se sustituyó el timón de dos remos suspendidos de los costados del casco por un único elemento anexionado al codaste, aumentándose, por otro lado, el número de mástiles de la arboladura y su velamen para aprovechar mejor el empuje del viento en las travesías transoceánicas. En los barcos que cubrían estos trayectos la vela cuadra era la más segura para la navegación con mar gruesa; se armaba sobre los mástiles centrales y de proa para proporcionar mayores velocidades, mientras que las triangulares velas latinas, mejor adaptadas a los vientos de costado, se armaban a popa para mejorar la maniobrabilidad. La dificultad que suponía la recogida del velamen se solventó al reemplazarse las grandes velas cuadras de cada mástil por otras del mismo tipo pero de menor tamaño, dotadas de rizos que permitían su fácil y rápida recogida.



Las *Ordenanzas* modificaban además la capacidad de los navíos según sus funciones, limitando a 500 toneladas las de aquéllos que debían cubrir aguas poco profundas (los Mares del Sur, el río Guadalquivir). Sin embargo, esta especificación no siempre se cumplió, y en la barra de San Lúcar de Barrameda encallaron entre los años 1622 y 1641 una treintena de buques.

Pese a los logros obtenidos y el esfuerzo de los expertos en navegación para elaborar estas normas, las *Ordenanzas* no contaron con el beneplácito unánime de los constructores. Los defectos que apreciaban en ellas se subsanaron de forma experimental cada vez que emprendían una obra nueva. Habría que esperar hasta 1691 para que Antonio Garrote recopilase en *Nueva fábrica de baxeles españoles* innovadoras especificaciones, como la reducción del calado de los buques y su aparejo para conseguir mayor maniobrabilidad en los navíos sin perjuicio de su solidez.



Grabado de una incursión naval de buques ingleses en el puerto de Vigo (Pontevedra) a principios del XVII.

Tipologías navales

El prototipo naval por excelencia del Siglo de Oro fue el galeón, por su uso ambivalente como mercante y nave de guerra. Era una embarcación robusta, de gran capacidad y a la vez veloz para emprender las largas travesías transoceánicas.

> El galeón, prototipo naval español en el Siglo de Oro, fue el resultado de la evolución de naos y carracas y de la adopción de elementos de las galeras

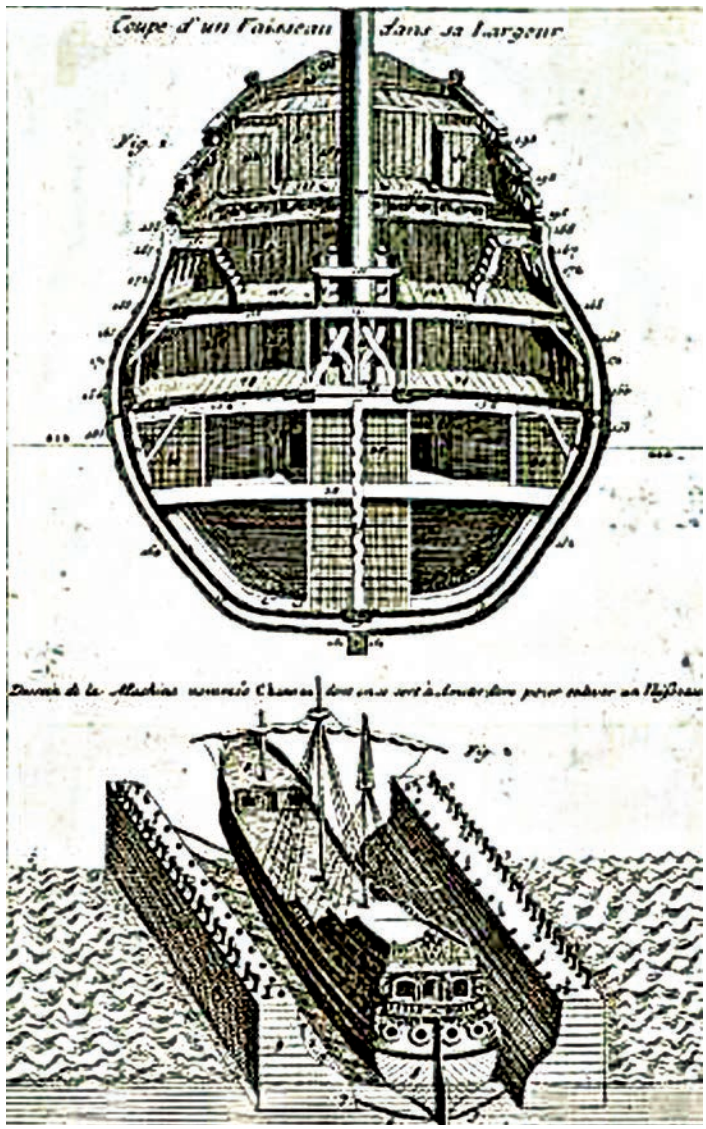
Aquella nave tan versátil, de origen hispano, fue el resultado de la evolución de las naos y carracas medievales, adoptando de navíos como las galeras algunos elementos de su sistema de propulsión. Como las dos primeras, tuvo el casco redondo y muy ancho, castillos a popa y proa, que desaparecieron progresivamente, y bauprés, palo horizontal que sobresale de la proa para asegurar los estáis o cabos que sujetan el trinquete inmediato a ella. De la galera heredó su mayor eslora en proporción a la manga, el empleo de remos para salir de las ensenadas y la vela latina, que se aparejaba en el palo de mesana, mientras que el trinquete y el mayor portaban velas cuadras.

A lo largo del Siglo de Oro los galeones de la Armada adoptaron una línea más esbelta que los que transportaban la plata peruana, muy pesados pero auténticas fortalezas diseñadas para resistir los ataque corsarios y los embates de la naturaleza. En el siglo XVI la capacidad de algunos de ellos llegó a alcanzar las 1.200 toneladas, con una eslora entre 40 y 50 metros, la anchura de su casco entre los 9 y 10 metros y su calado entre 5 o

6 metros, mientras que en el siglo XVII su porte superaría incluso las 1.500 toneladas. Esta envergadura no se correspondía con su casco, más fino que el de carracas y naos. Aquel defecto se remedió, hasta la aparición de las *Ordenanzas* de 1618, forrándolo de madera y reforzando el armazón con un cinturón del material denominado embono. Además, en los galeones de la Carrera de Indias se emplomaba la parte sumergida del casco para combatir mejor la broma de los Mares del Sur.

Tanto los mercantes de la Carrera como los de escolta y de guerra disponían de varias cubiertas bajo la principal para acoplar sus piezas de artillería, entre 50 y 80 cañones, a fin de favorecer el disparo de los proyectiles y mantener la estabilidad del buque.

El galeón fue el navío más preciado para la Corona y en el que más empeño pusieron todos los constructores. El *San Martín*, buque insignia de la Gran Armada, era el arquetipo de la construcción naval militar del Siglo de Oro. Entre sus peculiaridades: 1.200 toneladas de porte, casco ancho pero más afinado que el de las naos, borda alta, popa redonda con galería a la altura del alcázar, castillo artillado, dos baterías de cañones bajo cubierta, aparejo de velas cuadras y latina, cinco anclas y una dotación de 120 tripulantes y 400 infantes, similar a la de cada uno de los 70 galeones de la Armada Invencible.



Arriba, corte transversal de un navío y dibujo de dique seco. Álbum de Cesáreo Fernández. MN.

Aquellas unidades fueron sólo el preludio de tantas otras que pasarían a engrosar las escuadras de guerra, algunas tan renombradas como los Doce Apóstoles, que con su Capitana Real, de 1.200 toneladas, y su Almiranta, de 1.000, constituyeron, tras la derrota de la Gran Armada, el último empeño de Felipe II por eliminar el intrusismo de la piratería inglesa, anulando en 1591 una de las escuadras de Francis Drake.

Carracas, urcas, naos y galeras

El mismo papel defensivo jugaron en las Flotas de Indias y en la Armada la carraca, sin diferencias sustanciales en su fisonomía con el galeón, y la urca, de menor eslora y acusada manga. Además de los galeones y galeoncetes, de menor tamaño, las naos, protagonistas de las expediciones transoceánicas y de similar aparejo al galeón aunque de menor porte (100 a 600 toneladas), desempeñaron en la Carrera un decisivo papel como buques de carga y de guerra, pese a ser calificadas, por su sencillez, como de poco sólidas .

Las flotas de Indias contaron también con el apoyo de otras unidades secundarias de reducido porte, como los pataches, que acompañaban a la Armada de las flotas de Indias para reconocer daños en los navíos y comunicarlo a la Capitana; las tartanas, con tare-

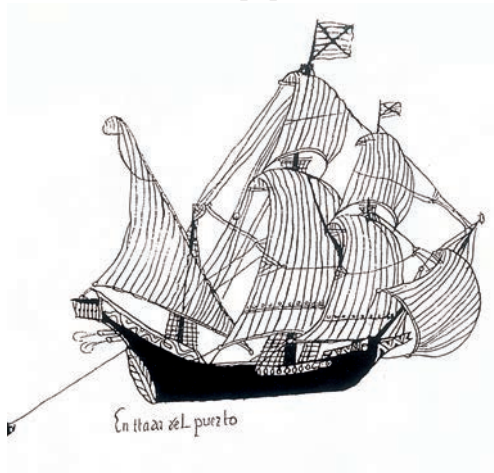


Izquierda, batalla naval entre galeones españoles e ingleses en las costas gallegas. Debajo, dibujo de un galeón hacia 1580. Archivo General de Indias.

as de enlace y avisos, y los barcos luengos de San Lúcar de Barrameda destinados a remolcar los navíos por el Guadalquivir.

En cuanto a la marina de propulsión mixta, es decir, a remo y vela, los prototipos más destacados fueron la galera y la galeaza. Su casco estrecho, ligero y de poco calado las hacía idóneas para la defensa y el abordaje en aguas cercanas a la costa al ser incapaces, precisamente por su fisonomía, de resistir la mar gruesa. Su rasgo más llamativo era el prominente espolón de hierro que sobresalía de su proa para embestir al rival, sistema defensivo reforzado, al generalizarse el uso de la artillería, con una batería de cañones a proa, y en el caso de la galeaza, de mayores dimensiones, también a popa.

Astilleros y constructores



A lo largo de los siglos XVI y XVII los astilleros vascos y cántabros absorbieron casi la totalidad de la construcción naval española. Su experiencia secular en la manufactura de barcos de pesca, navegación comercial de cabotaje y defensa fue suficiente garantía para que los monarcas, desde Carlos I hasta Felipe IV, pusieran en ellos su confianza. Allí se manufacturaron los barcos que hicieron posible el Descubrimiento, las expediciones y la colonización del continente americano.

La costa cantábrica reunía todos los requisitos necesarios para poseer excelentes gradas: abundancia de bosques cercanos, hierro y ferrerías para su transformación, mano de obra cualificada, enclaves cercanos a la costa abrigados de los vientos y playas con mareas vivas para facilitar la botadura de los navíos. Casi todas las ensenadas del litoral vasco contaron con astilleros, siendo el puerto de Pasajes y las riberas del Oria (Guipúzcoa) y la ría de Bilbao (Vizcaya) sus principales centros de producción, mientras que en Cantabria la manufactura se concentró en Colindres y en los

reales astilleros de Guarnizo y Santander. De aquellas gradas salieron el 90% de los navíos de gran tonelaje de la Armada y de los que enlazaron España con América y Oceanía. Aunque en la Baja Andalucía también se fabricaron embarcaciones de pequeño porte (200 a 400 toneladas), sus astilleros no tuvieron la relevancia de los norteños, dada la escasez de bosques cercanos. Tampoco los de Asturias o Galicia, y ni siquiera las Reales Atarazanas de Barcelona, centradas en la construcción de galeras para la Marina Real pero con problemas de abastecimiento de madera y de operarios, reduciéndose su producción anual, en el mejor de los casos, a unas seis unidades.





El periodo comprendido entre 1560 y 1639 fue el de mayor prosperidad para los astilleros vascos y cántabros coincidiendo con las favorables condiciones económicas del momento y con el empeño de Felipe II por dotar a España de un gran patrimonio naval. Para ello, el "rey prudente" aprobó el sistema de asiento, por el que se comprometía a pagar a cada constructor su obra en unos plazos determinados.

A partir de 1640 la actividad de aquellos astilleros se redujo considerablemente ante el paupérrimo estado de la Real Hacienda, agotada por las interminables confrontaciones bélicas, solucionándose entonces la necesidad de navíos con el embargo de embarcaciones a los particulares. Sin embargo, diez años después los astilleros recuperarían su actividad ante la insistencia de Felipe IV por incrementar sus flotas y la calidad de las mismas.

Foto superior, fresco de un enfrentamiento naval entre galeones y galeras, en El Escorial. PN. Debajo, 'Defensa de Cádiz de los ingleses', óleo de Zurbarán. Museo del Prado.

El montante global de los barcos manufacturados en las gradas cántabras y vascas a lo largo del periodo analizado se aproximó a las 1.400 unidades, generalmente de gran tonelaje. Su fortaleza, seguridad y excelentes condiciones marineras fueron posibles gracias a la especialización de sus constructores, algunos de ellos expertos navegantes, y a su curiosidad científica para solucionar los fallos de las naves. Pedro Menéndez de Avilés, Martín y Juan de Villaviciosa, Agustín de Ojeda, Juan de Irasti, Juan de Amassa, Miguel de Aristeguieta, Ignacio de Soroa, Tomás de Larraspuru, Álvaro de Bazán y Antonio Gaz-

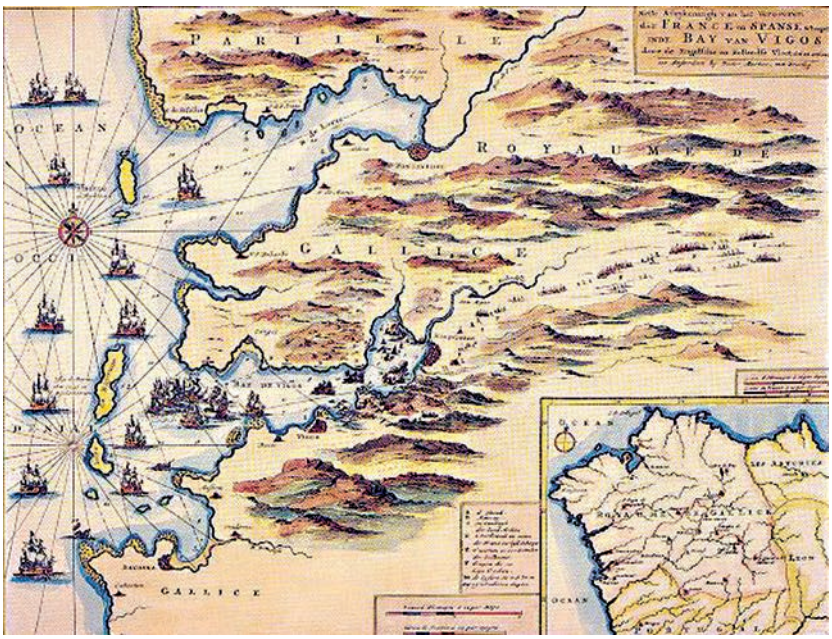




Foto superior, mapa de un despliegue de una escuadra naval en la bahía de Vigo. Debajo, duelo de artillería entre galeones a principios del XVII.

tañeta, entre otros, fueron los más renombrados, y por su elevado nivel técnico se les prohibió salir a trabajar fuera de España en 1630.

En el Siglo de Oro los astilleros caribeños gozaron del mismo prestigio que los del Cantábrico. La riqueza de sus bosques y la incorruptibilidad y densidad de las maderas de caoba, sabicú, canelo y guachapeli garantizaban la calidad de galeones, galeoncetes y fragatas de pequeño porte. Las gradas de Guayaquil, El Callao, Campeche, El Realejo, Santo Domingo y, especialmente, La Habana fueron las más notorias. Este último puerto contó a partir de 1591 con una fundición de artillería que se abastecía de las minas de cobre de Cardenillo, Santiago del Prado y Bacuranao, mientras que el estaño para completar la aleación del bronce de sus piezas se trasladaba allí desde Cádiz, así como el hierro para la clavazón del navío, los impermeabilizantes y las herramientas. Fue en La Habana donde el constructor Francisco Díaz Pimienta diseñó entre 1625 y 1650 los mejores galeones americanos para la Armada de Indias y la Flota de la Nueva España, atreviéndose a aumentar al límite máximo la relación entre la quilla y la manga para alargar su eslora y dotarles de mayor maniobrabilidad.

Despoblación de los bosques

Desde la antigüedad, la península Ibérica había gozado de fama por la variedad, densidad y abundancia de sus bosques. Sin embargo, la Reconquista, el favor desproporcionado de la Mesta, la necesidad de suelos agrícolas y la construcción de grandes navíos, promovida por los Reyes Católicos y Carlos I, devastaron parte de aquella foresta. Felipe II será el primer monarca que promulgue leyes para conservar el arbolado del país tras conocer los datos aportados por el informe *Relaciones histórico-geográficas de los pueblos de España*, que señalaba la ausencia de bosques en enormes extensiones de Aragón, Murcia, Castilla, Madrid y Andalucía.

Gran amante de la naturaleza, el rey se sentía obligado a conservar aquel patrimonio para las generaciones futuras, pero sin quebrantar el abastecimiento maderero de la indus-

tria naval. A partir de 1556 dicta varios decretos para la guarda, conservación y repoblación de los montes, especificando las especies adecuadas para colonizar cada terreno, las cuotas de plantación y el sistema de cultivo; prohibía la tala de árboles, salvo para la construcción de barcos y viviendas, y el pastoreo en zonas de repoblación. La normativa también obligaba a plantar tres árboles por cada uno talado. Todos los municipios debían cumplirla.



A lo largo de los reinados de Felipe III y Felipe IV aquellas leyes continuaron en vigor, pese a las reticencias de algunas demarcaciones territoriales. En Galicia, cuyos montes estaban bajo jurisdicción eclesiástica, sus propietarios no aceptaron al superintendente real, eligiendo ellos mismos sus propios vigilantes, que toleraron las talas incontroladas. Cántabros y vascos también se resistieron a su cumplimiento al ver amenazado el abastecimiento de sus fraguas, hasta que Felipe III determinó para la Marina los bosques que proporcionarían la madera a la construcción naval y los que suministrarían a las ferrerías. Por otro lado, aprobó para los territorios vascos ordenanzas que obligaban a reservar una parte de los bosques comunales para las industrias metalúrgicas, otra para los habitantes de cada localidad y una tercera para la construcción de navíos. En Cataluña, donde la legislación real estaba supeditada a los estatutos del Principado, la política forestal sólo se aplicó en casos excepcionales. La deforestación de las tierras comunales llegó a tal extremo que los monarcas tuvieron que comprar montes particulares para sus empresas navales. Ante la gravedad de la situación, en 1640 el virrey de Cataluña, conde de Santa Coloma, aceptó la prohibición de talar el bosque de Tortosa durante cinco años.

Arriba, vista de Cádiz y su puerto, que se impuso a Sevilla en el último tercio del XVII como el punto de partida y de destino de los navíos de la Carrera de Indias. Dibujo de Anton van den Wyngaerde. BN. Izquierda, maqueta en madera de un galeón flamenco, de 1593. MN.



El resultado del empeño real en conservar la foresta no alcanzó objetivos uniformes en todo el territorio ni equilibró las talas desaforadas para la construcción naval con las tenues repoblaciones. Salvo en casos concretos, Castilla continuó con su despoblación ancestral, mientras que las reservas de Vizcaya se incrementaron en medio millón de árboles y las de Cataluña en unos 200.000, al igual que las de Madrid. Los únicos montes en los que se aplicó la normativa con regularidad hasta el XVII fueron los de la realeza, cuando las continuas bancarrotas obligaron a sus propietarios a vender algunos de ellos, perdiendo sus derechos sobre los mismos. Paradójicamente, aquellas medidas forestales tan repudiadas en España, que servirían de base a las leyes de montes del XVIII, se aplicaron en Inglaterra en 1670 para reforestar el bosque de Dean, a instancias de John Evelyn, arquitecto de la reforestación del país. ■

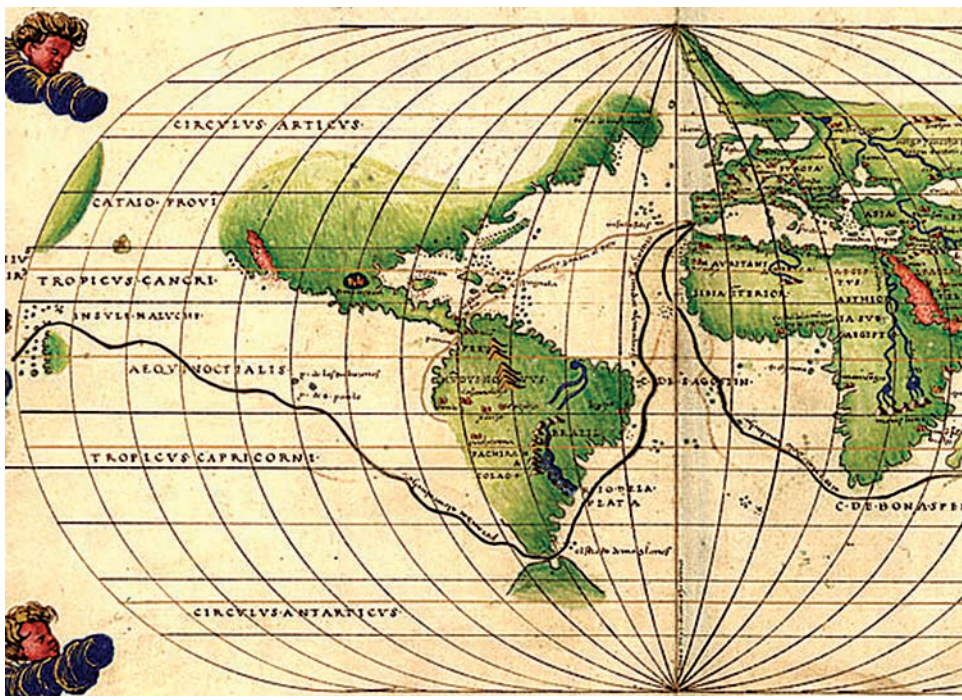


Los descubrimientos geográficos de los siglos XVI y XVII abrieron la era de la cartografía

La nueva cara del orbe

PEPA MARTÍN

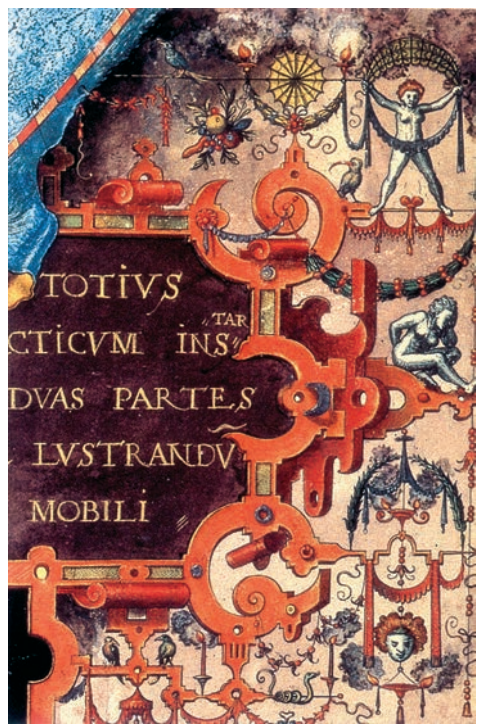
El descubrimiento de los nuevos territorios americanos impulsó la elaboración de mapas en Europa durante los siglos XVI y XVII. Sin embargo, la descripción del Nuevo Mundo trajo como consecuencia un vacío cartográfico en la Península que se prolongó hasta el final del reinado de los Austrias.



Página opuesta, primera descripción de Galicia (1603), de Fernando de Ojea. BN. Derecha, mapa de América meridional, de H. Ialiot. Debajo, Portada del 'Orbis terrestris descriptio' (1588), de Sgrooten, una de las joyas de la cartografía mundial. BN. Imagen inferior, Atlas de Magallanes, del siglo XVI. BN.



La cartografía, entendida como el arte de trazar cartas geográficas y la ciencia que las estudia, recibió un fuerte impulso en el momento en que se abandona el punto de vista del teólogo, predominante en el medievo, y se empieza a tener en cuenta el de los navegantes. Este florecimiento permite alcanzar unos niveles de perfección similares a los que ya habían conseguido los griegos basándose en la geografía matemática. Surgieron así los portulanos, unas cartas náuticas que designaban los rumbos y las distancias entre los puertos, y cuyo máximo apogeo se produjo con la introducción del uso de la brújula en el Mediterráneo y el desarrollo del astrolabio, desde el siglo XIII hasta el XVII.





De esta forma comienzan a adoptarse técnicas más innovadoras que permiten levantar nuevos mapas en la época de los grandes viajes. Los europeos cultos vuelven a pensar en una Tierra esférica y, combinando las enseñanzas de Ptolomeo con las aportadas por los portulanos, se crea el armazón del desarrollo cartográfico renacentista hasta la época de Gerardus Mercator y Abraham Ortelius, que ponen fin al imperio cartográfico de Ptolomeo a mediados del siglo XVI.

En este impulso de la cartografía jugaron un papel muy importante los navegantes que participaron en las expediciones americanas, como Juan de la Cosa, también cartógrafo, que propició el trazado de los primeros mapas de los que se tiene conocimiento sobre el continente americano, además de Pedro y Jorge Reinel, Sebastián Gaboto, Orance Fine y Desceliers. También Américo Vespucio,





Arriba, mapa de Juan de la Cosa (1500), que recoge los descubrimientos del Nuevo Mundo. Biblioteca Nacional. Debajo, retrato del autor del mapa. Museo Naval.

quien recibió la distinción de dar nombre al Nuevo Mundo, fue en realidad un cartógrafo destacado que trazó los mapas de sus viajes por el continente una vez instalado en Sevilla en 1508 al servicio de la Corona. Se cree que el honor de dar su nombre a todo un nuevo continente se debió a que un editor que publicó los primeros mapas de las tierras recién descubiertas las señaló como de Américo.

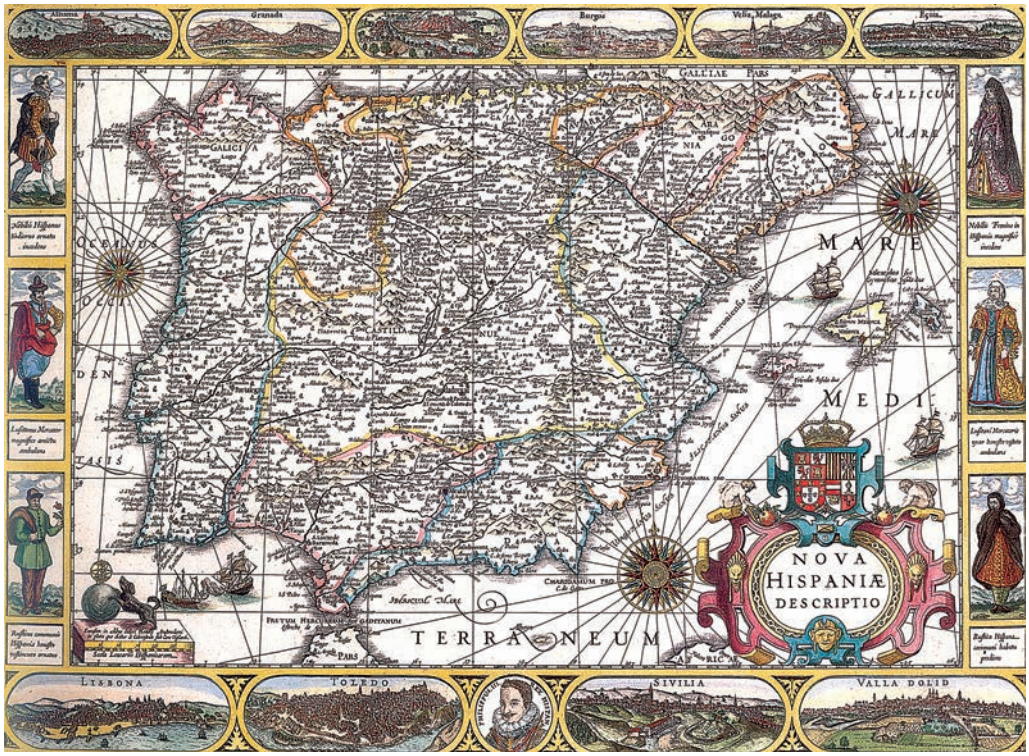
El siglo XVI representa para España un cambio fundamental en sus expectativas políticas. Por un lado, las riquezas del Nuevo Mundo salen a la luz ofreciendo nuevas perspectivas; por otro, el Estado fundado por los Reyes Católicos se convierte en la primera potencia europea. En este contexto, los mapas se convierten en instrumentos de gobierno y de poder para las monarquías de la Edad Moderna. En un país como España, que ocupaba una posición política dominante, parece fuera de toda duda el interés que en la Corte de Madrid suscitó la empresa cartográfica. Los trabajos se centraron en la descripción de las nuevas tierras descubiertas, lo que provocó un vacío cartográfico en la Península que se prolongaría prácticamente hasta el final del reinado de la casa de Austria.

Quizá influyó en ello el hecho de que el núcleo más brillante de la cartografía mundial, situado en los Países Bajos, pertenecía a la Corona española, que podía considerar cubiertas sus necesidades en este terreno. Por ello la mayor parte de los mapas de España que se publicaban estaban editados en el extranjero.

La Casa de la Contratación

La producción cartográfica en nuestro país se concentraba en la Casa de la Contratación, creada en 1503. Entre sus funciones figuraba la formación de mapas comprendiendo las últimas novedades, que a partir de 1512 se añadían a un mapa básico del que se copiaban los demás, y que se llamó *Padrón real*. Era un documento oficial y secreto del que sólo se hacían copias para uso de los navegantes españoles.

El cargo de cosmógrafo y maestre de producir cartas e instrumentos de navegación en



Izquierda, 'Nova Hispaniae descriptio' fue el primer mapa de España orlado en todos sus lados. Elaborado por el cartógrafo holandés Hondius. BN.

la Casa de la Contratación hispalense fue ocupado, entre otros, por Nuño García Torreño, a quien se le atribuye la *Carta Salviatti* (1526). Este documento, un planisferio que destaca por el empleo del norte geográfico, debe su nombre al legado pontificio de Giovanni Salviatti, a quien el emperador Carlos I regaló una copia del mismo por haber sido oficiante de su boda con Isabel de Portugal.

Posteriormente ocupó este cargo Diego Ribeiro, portugués al servicio de Castilla, a quien se considera autor de un *Padrón real* del que probablemente son copias dos mapamundis conservados en la Biblioteca de Weimar (1527 y 1529) y otro en el Vaticano, conocido como Borgiano III, fechado en 1529. Se le atribuye, además, la *Carta Castiglione* (1525), planisferio cuyo nombre obedece a que fue un regalo de Carlos I al embajador Baldasar de Castiglione.

El mapa orlado

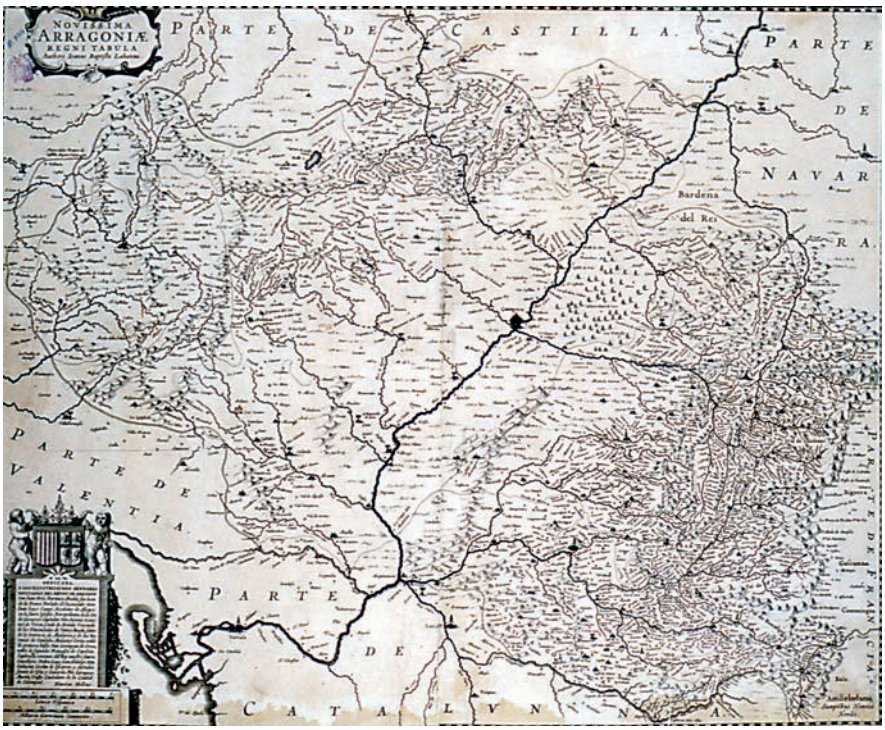
Una nueva y atractiva oferta cartográfica surge a principios del siglo XVII: el mapa orlado. La muestra más antigua dedicada a España corresponde al mapa concebido por Guillermo Blaeu en lo que se interpreta como un deseo de apostar por un nuevo producto y abrirse paso en un competitivo mercado dominado por unos pocos creadores.

La originalidad de la aportación reside en que se dota al mapa de España de una serie de elementos que embellecen e incrementan su valor decorativo, como vistas de ciudades y personajes ataviados de manera elegante, una idea secundada por otros célebres cartógrafos holandeses, como Hondius, cuyo diseño será el más divulgado.

A la imagen geográfica clásica se agregan evocadoras miniaturas que sirven para contemplar sus ciudades y observar a sus residentes, entre ellos nobles, mercaderes y habitantes del mundo rural. Toda esta información se engalana con la presencia de blasones y símbolos de la actividad mercantil y colonizadora desplegada, como naves que surcan los mares.

Tras el primer mapa orlado de Blaeu y Hondius aparecen otros de Gerritzs (1613), Van de Keere (1617), Visscher (1623), Verbiest (1629), Danckerts (1640) y uno anónimo de 1650 que, por la información geográfica que aporta, podría ser anterior.

Los mejores mapas de la España del XVI llevan el sello de cartógrafos de los Países Bajos, principal núcleo de la cartografía mundial de la época





Arriba, 'Novissima Arriagonae', mapa de Aragón elaborado por Juan Labaña. BN. Debajo, 'Andaluziae nova descript ', del célebre cartógrafo holandés Hondius. BN.

También fueron cosmógrafos de la Casa de la Contratación Diego Gutiérrez, autor de una carta del Atlántico de 1550 en la que se emplea el sistema de la doble graduación para compensar la declinación, y de otra carta de América fechada en 1562; Alonso de Santa Cruz, que realizó un mapa del Atlántico en 1566 y el *Islario general* de todas las islas del mundo, con 111 cartas; también fue autor del *Libro de las longitudes* y el *Libro de astronomía*, ambos prohibidos por Felipe II.

En 1552 se creó en la Casa la cátedra de Navegación y Cosmografía, a menudo desempeñada por pilotos mayores y cosmógrafos. Rodrigo Zamorano ocupó sucesivamente los tres puestos: catedrático de Cosmografía en 1575, cosmógrafo en 1579 y piloto mayor entre 1586 y 1613.

Los pilotos necesitaban estudiar astronomía para saber determinar latitudes utilizando los instrumentos de la época –ballestilla, astrolabio y cuadrante–, practicar el manejo de la brújula contando con las declinaciones magnéticas y aprender a dibujar las cartas de las costas que encontrasen para añadirlas al *Padrón real*. Al piloto mayor le estaba encomendada la tarea de otorgar los títulos de piloto, que para ello requerían haber asistido durante un año a las clases de cosmografía y navegación. En ellas se estudiaban lecciones sobre la esfera, la determinación de latitudes por alturas del Sol, el uso y construcción de las cartas y el manejo de los instrumentos.

En 1586 se nombró cosmógrafo de la Casa de la Contratación al italiano Doménico Vigliaruolo, cosmógrafo real desde 1581 que era conocido en España como Domingo Villarroel. Sus discusiones con Rodrigo Zamorano en la época en la que fue piloto mayor le llevaron a abandonar la plaza en 1596, llevándose ilegalmente documentos y padrones.

Durante esta época, los trabajos de los técnicos de la Casa de la Contratación, basados en la experiencia, mejoraron mucho respecto a la época de Colón, aunque los medios no



Izquierda, mapa del continente asiático. Debajo, alegoría de Américo Vespucio encontrando a América desnuda, de Ioan Stradamus en 'Nova repertia' (1589). BN.

habían progresado apenas. Un siglo después del descubrimiento de América las distancias calculadas por los pilotos de la Carrera de Indias tenían en sus dos terceras partes errores menores del 5 por ciento, y sólo menos de la décima sobrepasaban el 10 por ciento. Sin embargo, el excelente nivel técnico alcanzado decayó y la institución hispalense pasó finalmente a convertirse en una institución meramente burocrática

Autores extranjeros

Sorprende en esta época la ausencia casi total de autores españoles privados frente a tanto nombre ilustre, una situación que es consecuencia del monopolio oficial del comercio con las Indias. Esto impidió el desarrollo de grandes empresas comerciales y de navegación y su consiguiente demanda de cartografía, ya que la que se precisaba era proporcionada bajo control de la Casa de la Contratación.



La causa principal de la ausencia de autores españoles trabajando en España reside en que los más notables se desplazaron a América, donde sí realizaron una obra considerable. Es el caso de Hernando de Ojea, autor de la *Tabula geograhica regni Galleciae*, o de Juan Ló-



Mapamundi del 'Typus orbis terrarum', de 1570, por Ortelius. BN. Debajo, retrato de Gerardus Mercator. BN.

pez de Velasco, cronista y cosmógrafo del Consejo de Indias, que en el año 574 terminó la obra titulada *Geografía y descripción universal de las Indias*.

De hecho, en los siglos XVI y XVII los mapas generales de la península Ibérica que se publicaron no son de autores españoles, sino extranjeros, en su mayoría de los Países Bajos e Italia, Entre ellos destaca el realizado por el cartógrafo y matemático italiano Giacomo Castaldi, impreso en Venecia en 1544, que contó con la ayuda y la información de Diego Hurtado de Mendoza, embajador de Carlos I en Venecia. En su juventud, el monarca había estudiado matemáticas en Lovaina para aprender a interpretar los mapas, y durante su estancia en Bruselas invitaba con frecuencia a Gemma Frisius –matemático holandés– para ilustrarse en cosmografía y cartografía. Frisius, que gozó del favor del emperador, realizó aportaciones de inestimable valor para la elaboración de mapas exactos.

Proyección de Mercator

En 1569, Gerardus Mercator crea una proyección geográfica a la que da su nombre. Su idea responde a las exigencias matemáticas de la proyección cilíndrica y su característica más destacable es que tanto los meridianos como los paralelos son líneas rectas y se cortan perpendicularmente. Los meridianos son líneas rectas paralelas entre sí dispuestas verticalmente a la misma distancia unos de otros; los paralelos son líneas rectas dispuestas entre sí horizontalmente pero a aumentando la escala a medida que nos alejamos del ecuador. Este aumento de escala hace que no sea posible representar en el mapa las latitudes por encima de los 80 grados.

En el mapa de Mercator la forma de los países es real, pero su superficie aumenta exageradamente en las latitudes altas. El éxito de la proyección de Mercator se debe a que cualquier línea recta que se trace marca el rumbo real, línea de rumbo a la que se denomina loxodrómica.





Arriba, planisferio del globo terráqueo del siglo XVII. Debajo, mapa del estrecho de la bahía de Santiago, en la isla de Cuba.

Publicó en Amberes una edición ampliada y corregida del *Cosmographicus liber*, de Pedro Apiano, en el que por primera vez se explica el método de triangulación para levantamientos topográficos de manera acorde con los métodos de la topografía moderna. El instrumento descrito por el matemático consistía en un astrolabio que incorporaba un compás que posibilitaba la recogida de los datos necesarios para levantar los mapas con exactitud.



Además, diseñó esferas e instrumentos astronómicos que tuvieron gran acogida en Europa, y fue el primero en sugerir en 1533 la utilización de relojes o cronómetros para medir la longitud del mar, una idea que sólo pudo llevarse a la práctica con fiabilidad tras el desarrollo de los instrumentos ópticos y de cronómetros exactos y fáciles de transportar.

La época de Felipe II

Carlos I transmitió el interés por la cartografía a su hijo Felipe II. Prueba de ello es que la biblioteca que formó en el Monasterio de El Escorial se convirtió desde su origen en el más importante depósito de libros y manuscritos, así como de material geográfico y científico de la cultura española y europea del momento.

En cada una de las tres piezas en que se hallaba dividida la biblioteca había globos terrestres y celestes, instrumentos matemáticos y cartas de tierra y mar que también aparecerán en la biblioteca de la Torre Alta del Alcázar creada por Felipe IV, cuya escalera de acceso estaba ordenada con una quincena de mapas murales manuscritos y en la que había dos espléndidos globos.

Felipe II se preocupó por tener como instrumento auxiliar necesario para ejercer el go-



Derecha, portulano del Mediterráneo de Mateo Prunes, de 1563, una muestra de la cartografía de la escuela mallorquina. MN. Debajo, mapa de la bahía de Matanzas, en Cuba, del siglo XVII.

bierno mapas de todos los territorios que dependían de la Corona española. Por una parte, de las tierras de América, cuya descripción estaba encomendada a la Casa de la Contratación, y, por otra, de sus dominios europeos, que encargó a Christian Sgrooten, quien realizó detallados mapas de las regiones y ciudades que pertenecía a España. Sin embargo, al contrario que su padre, que llegó incluso a remitir copias del *Padrón real* a varias cortes europeas y al Vaticano con motivo del arbitraje ejercido por el Papa en varios litigios sobre límites y tratados de demarcación, Felipe II se ocupó de extremar los controles sobre la información cartográfica que poseía.

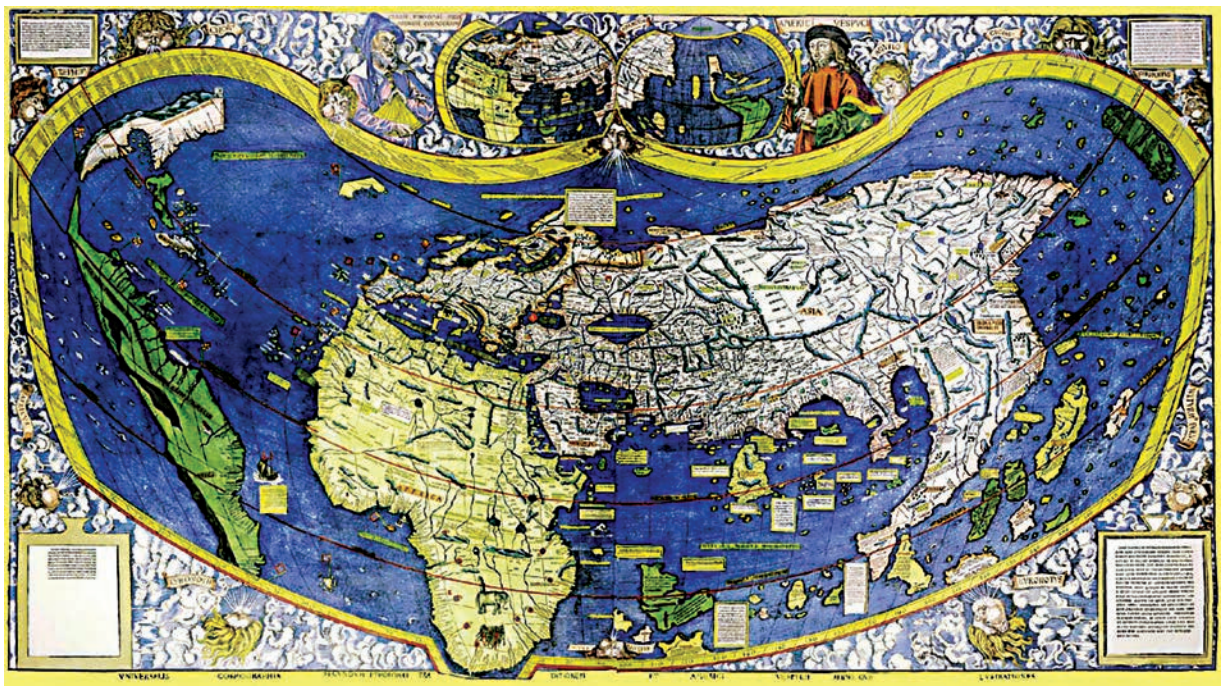
Cosmógrafos como Pedro Apiano, con su obra *Cosmografía*, los métodos de triangulación geodésica de J. Regiomontano con su tratado *DeTriangulis,* y Gemma Frisius con su *Libellus de locorum*, estimularon y fundamentaron un ambicioso plan de medición geodésica, levantamiento cartográfico y descripción geográfica encomendado por Felipe

Los portulanos

Los portulanos son cartas náuticas que tuvieron su apogeo entre el siglo XIII y el XVI. En su origen esta palabra designaba los cuadernos de instrucciones en que los navegantes anotaban los rumbos y las distancias entre los puerto. Estas notas fueron adquiriendo una precisión cada vez mayor y comenzaron a redactarse libros de derrota en los que se detallaban los rumbos y las distancias. Trasponiendo los datos de estos libros a pergaminos y uniendo los distintos puntos entre sí se trazaron las primeras cartas náuticas con ciertas garantías, a las que se denominó "cartas portulanas" o "portulanos". No tenían coordenadas pero se trazaban a escala, de tipo lineal, lo que permitía indicar las distancias en leguas marinas entre los distintos puertos.

Trazaban sin meridianos ni paralelos los rumbos principales de acuerdo a los vientos más importantes, éstos siempre de color negro. El procedimiento seguido era el de la Raxon de Marteloio, líneas rectas de rumbo que unían los puntos de salida con los de arribo. Estas cartas tenían dos características básicas: sólo las costas se trazaban con cierta exactitud y las cartas se hallaban entrecruzadas por una red de líneas. Dada su complejidad gráfica, estas cartas, elaboradas por importantes cartógrafos y artistas de la época, se constituyeron en regalos para reyes y príncipes.





II al matemático de la Universidad de Alcalá Pedro de Esquivel.

Se le encargó la elaboración de un gran mapa de España para el que construyó los instrumentos necesarios de observación. En 1566 inició los trabajos de campo, y aunque no se conoce con certeza el destino de este mapa, hay quienes creen que puede ser el conocido como *Atlas de El Escorial*, compuesto por veinte hojas que forman un mapa de la Península, de carácter reservado y que no se publicó, quedando depositado en los archivos.

Datado hacia 1560, se cree que pudo haber servido de base para organizar las *Relaciones ropográficas*, realizadas entre 1575 y 1578. El hecho de haber permanecido inédito supuso un notable retraso en la cartografía española, que no llegó a producir nada semejante hasta dos siglos después.

Otro cartógrafo muy destacable que trabajó al servicio de Felipe II fue Mercator, quien ayudó a una mayor precisión de la cartografía con la proyección geográfica que concibió para su mapa del mundo. Mejora no sólo las determinaciones sobre latitud y longitud, sino los cálculos sobre el tamaño y forma de la Tierra, avances que resultaron de un valor incalculable para todos los navegantes.

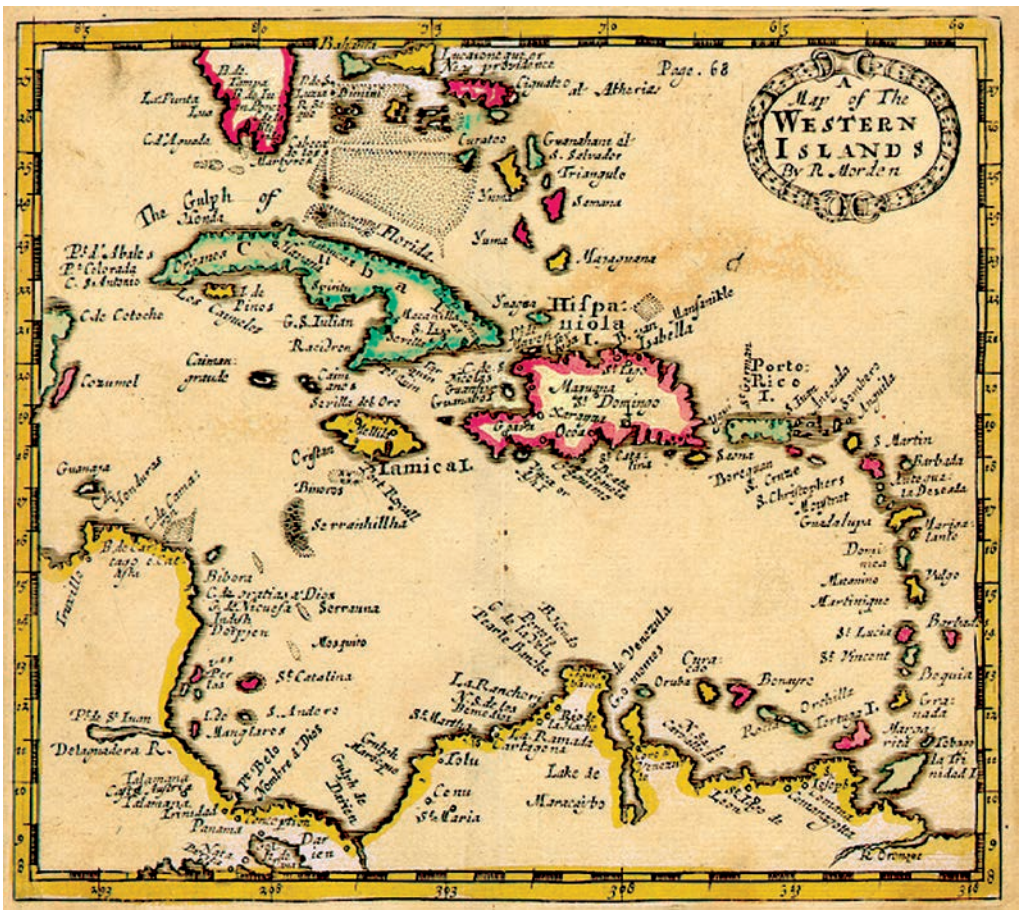


Arriba, este mapamundi atribuido a Martin Waldsmüller es el primer documento conocido que nombra al continente americano (principios del XVI). Sobre estas líneas, retrato de Abraham Ortelius, por Rubens. Museo Plantije Moretos de Amberes.

Felipe II dispuso de mapas de todos los territorios bajo dominio español como instrumento auxiliar necesario para ejercer el gobierno

Primer atlas moderno

Abraham Ortelius, por su parte, prestigioso matemático flamenco antes de centrar su actividad principal en la geografía y la cartografía al servicio de la monarquía, publicó en 1570 el primer atlas moderno, *Theatrum orbis terrarum*, del que actualmente se sigue utilizando su clasificación y estructura. Fue el primer éxito comercial de este tipo de obras, que no paró de actualizarse y mejorarse hasta el año 1612, alcanzando más de cuarenta



Derecha, mapa de las Antillas, de R. Morden. Debajo, mapa del Estrecho de Magallanes y de la Tierra del Fuego.

ediciones y traduciéndose a seis lenguas. Contenía 70 mapas: 56 de Europa, 10 de Asia y África y uno de cada continente. Realizó una selección de los mejores mapas disponibles, que redibujó con un formato uniforme para la edición de su obra, y estableció para ellos un orden lógico: mapamundi, Europa, Asia, África y Nuevo Mundo.

El rey recibe a principios de 1572 el primer ejemplar del *Theatrum...* que entra en España, formando parte de un conjunto que tenía como remitente, y por lo tanto como revisor, a B. Arias Montano. La respuesta del monarca se ajusta al protocolo no escrito, y responde a la deferencia de Ortelio, remitiéndole a Amberes el título de geógrafo de su Majestad.

Las sucesivas ediciones y revisiones del *Theatrum...* –se cree que son tres las versiones en castellano– fomentaron entre Arias Montano y Ortelio una intensa relación epistolar y una prolongada amistad hasta 1598, año en el que mueren ambos. En estas cartas, Arias Montano deja constancia de la importancia que daba al conocimiento del territorio y a los estudios geográficos como instrumentos de alta política.



Labor cartográfica de Pedro Teixeira

El Madrid de Felipe IV estaba entregado a la discusión de los más variados asuntos de esfera, cosmografía, geografía, topografía e hidrografía, términos incluidos en el Indice de los libros reunidos para el real servicio en la Torre Alta del Alcázar, entre los que se encontraban autores como Ortelius y Braun-Hogenberg, pasando por De Ve-

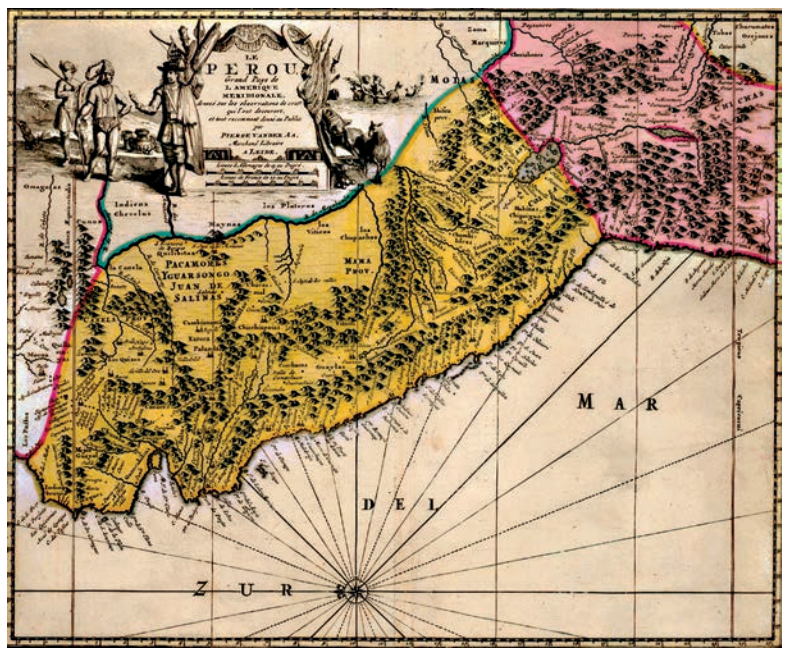
er, Tassin, Rosaccio o Sgrooten.

De la mano de su compatriota Juan Bautista de Labaña –autor de un importante mapa de Aragón fechado en 1619 donde explica su sistema de triangulación con distancias estimadas– entra en el círculo de cosmógrafos de la corte de Felipe IV el portugués Pedro Teixeira, que participó de forma activa en diferentes empresas cartográficas acometidas en esos años. Labaña había sido preceptor del entonces infante don Felipe, y en 1613 compuso para él una descripción del Universo, mapa mural que adornó e ilustró la biblioteca de la Torre Alta del Alcázar creada por el monarca.

Por encargo real, Teixeira realiza a partir de 1622 la cartografía de las costas de España, que se creía perdida y que en parte se encuentra en un manuscrito de la Biblioteca de la Universidad de Uppsala (Suecia), que alberga desde 1824 el *Compendium geographicum* de Pedro de Teixeira. Este ejemplar único contiene ocho mapas: un *Theatrum orbis terrarum*, un mapa de España y seis más correspondientes a las costas de Cantabria y Galicia.

Parece ser una síntesis de su labor cartográfica a diferentes escalas, resultado de empresas que consumieron buena parte de su existencia. En lo que a la Península se refiere, es el resultado de un minucioso y dilatado trabajo de campo del que hay constancia documental, lo que viene a enmendar el vacío atribuido hasta hoy a la producción cartográfica peninsular del siglo XVII.





Arriba, 'Hispalensis conventus delineatio', de Hieronymo Chinves. BN. Sobre estas líneas, mapa del Perú, de Pierre Vander.

Otra de las obras que ha consagrado su nombre para la posteridad es la *Topographia de la Villa de Madrid* –un plano en perspectiva caballera estampado en Amberes en 1656–, probable encargo regio que es la representación más admirable e importante de Madrid sacada a la luz durante el siglo XVII y no superada en mucho tiempo.

Mapas de España

Como ya ha quedado apuntado, los mapas generales de la península Ibérica publicados a lo largo de los siglos XVI y XVII no son de autores españoles sino extranjeros, generalmente de Italia y de los Países Bajos. Entre ellos figura el del cartógrafo y matemático italiano Giacomo Gastaldi, que contó para ello con la ayuda y la información de Diego Hurtado de Mendoza, embajador de Carlos I en la república de Venecia.

La imagen de España está presente en los grandes atlas flamencos realizados por car-





tógrafos directamente relacionados con la Corona española: Ortelius, con su *Theatrum*… publicado en 1570; Mercator, con su *Atlas sive cosmographicae meditaciones de fábrica mundi*, o Willem Janszoon Blaeu –creador de una de las más famosas firmas familiares cartográficas holandesas para la formación y venta de mapas y atlas–, autor del primer mapa de España, publicado en 1605, en el que se incluyen vistas de ciudades insertas alrededor de la imagen cartográfica.

En 1660, ante la pretensión de Joan Blaeu de poner bajo los auspicios de Felipe IV la edición castellana de su *Atlas mayor*, el Consejo de Estado elevó al monarca una consulta acerca de la escasez de mapas de España, señalando en su informe que éstos no pasaban de catorce.

Tesoro cartográfico

La pieza de mayor interés dentro de la cartografía peninsular es el mapa del holandés Henricus Cock 'Hispaniae nova delineatio cum antiquis et recentioribus nominubus', impreso en Salamanca en 1581 por Georgius Flemalia. Es la única representación de la península Ibérica, impresa en España en el siglo XVI, que se conserva en la actualidad.

Salvo los inexactos mapas peninsulares de las *Geografías* ptolomeicas y tras los fallidos intentos de Fernando de Colón y Pedro de Esquivel de levantar un mapa de España, el primer mapa de la península Ibérica en el siglo XVI fue el del italiano Gastaldi (1544), seguido por otros de Paletino de Curzola (1550), Liborio (1559), Lucini (1559), Forlani (1560) y Zenoi (1560). Todos ellos son cartógrafos italianos y poseen informaciones poco fiables al no haber apoyado su trazado en trabajos de campo previos.

El mapa de España aparecido en *Theatrum orbis terrarum*, de Abraham Ortelius, en 1570, parece estar inspirado en el de Vicentius Paletino da Curzola; y en los *Atlas* de Mercator no se incluyeron mapas peninsulares hasta que Hondius, que había comprado sus planchas, editó otro nuevo en 1606. En esta edición figuran siete mapas de España, que aumentaron a nueve en la edición de 1611 y a catorce en la que se publicó en el año 1638.

A comienzos de la década de 1620, Labaña había presidido una Comisión del Mapa de España con el objetivo de hacer los levantamientos topográficos encaminados a la ejecución de un mapa de la Península. En esta comisión trabajó Pedro de Teixeira bajo la protección y las enseñanzas de su compatriota Labaña, y se cree que el re-





Arriba, de izquierda a derecha, 'Asiae nova descriptio'; mapa de las Indias orientales e islas adyacentes; y mapa del océano Pacífico. Los tres son de Ortelius. Debajo, grabado de Ptolomeo, cuyas teorías configuraron los rudimentos de la cartografía de la Edad Moderna. BN.

sultado es el mapa de las costas de la península Ibérica, labor que termina en 1630.

En comparación con otros de su época, como los de Ortelius o Blaeu, presenta un perfil de la Península más ajustado al de los mapas actuales, y una representación de la topografía y de la red fluvial bastante más precisa y moderna.

Cartografía regional

La cartografía regional española de los siglos XVI y XVII quedó abandonada al interés de las autoridades locales, por lo que es escasa y apenas cubre determinadas zonas del país. En esta época destaca por su belleza el gran mapa del Principado de Cataluña y los condados de Rosellón y Cerdaña, elaborado durante doce años por el maestre de campo Ambrosio Borsano.



En las tres versiones del *Theatrum*… de Ortelius –1588, 1602 y 1612– se incluye una relación creciente de mapas regionales: Carpetania, Guipúzcoa, Bahía de Cádiz, Baja Andalucía y Reino de Valencia, además de Portugal y el general de la península Ibérica. En la de 1612 se añaden a los anteriores el del Reino de Galicia, de Fernando Ojea, que es la primera representación completa e impresa de esta zona, y el del Principado de Cataluña.

En 1618 se imprimió el primer mapa del Reino de Aragón, realizado por Labaña con planteamientos de medios propios de un conocimiento científico y técnico. El cosmógrafo portugués levantó este ejemplar cartográfico tras el que estuvieron los diputados del reino, que tenían necesidad de dotarse de una imagen del territorio en un momento en el que ya se había hecho muy necesario el conocimiento detallado del conjunto del país, tanto por razones de tipo político como económico. El mapa se imprimió en Madrid y está considerado como la pieza más importante de la cartografía española del siglo XVII. ■



Copérnico, Galileo y Newton sentaron las bases de la moderna astronomía

Otra visión del cosmos

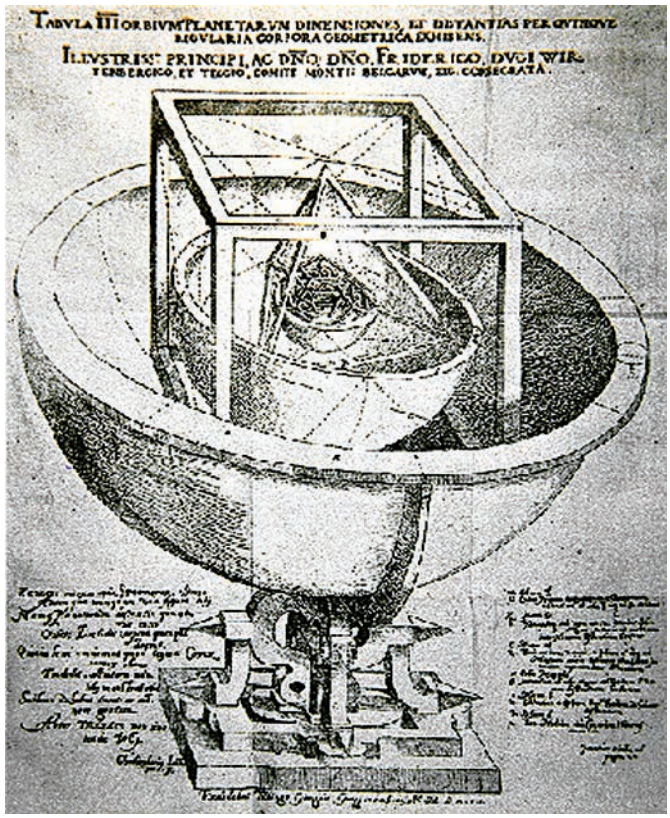
LUIS GUIJARRO

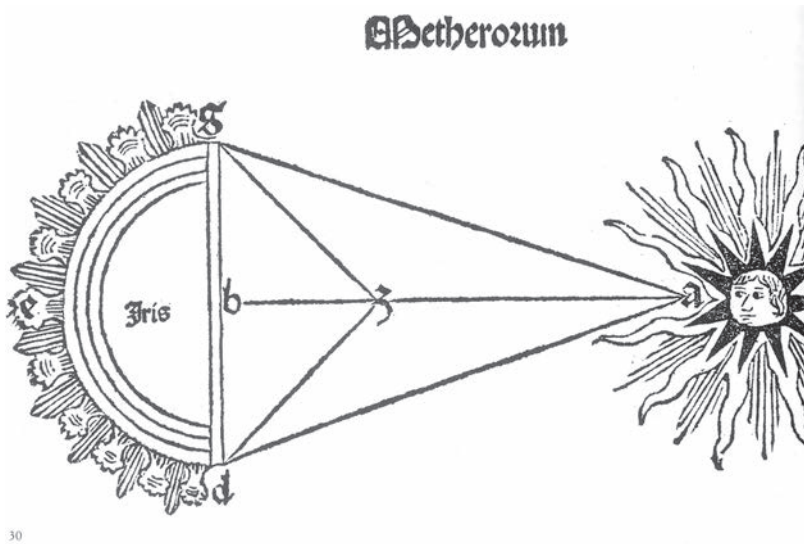
Durante los siglos XVI y XVII, la astronomía avanzó en Europa a pasos agigantados, cuestionando por métodos científicos la predominante teoría ptoloméica de la Tierra como centro del Universo, pero retrocedió en España. Los monarcas españoles rechazaron los servicios de un científico de la talla de Galileo y prefirieron a los astrólogos, célebres por sus pronósticos. Pese a ello, nombres como López de Velasco, Pérez de Mesa, Jerónimo Muñoz, Diego de Zúñiga y los integrantes del movimiento Novator dejaron notables aportaciones españolas a la astronomía.

Página opuesta, tapiz con la representación de astrónomos observando el cielo y anotando mediciones. PN. Derecha, esferas de Kepler. Debajo, representación de meteoros y diagramas de meridianos, de la obra 'Cursus librorum', difundida a principios del XVI.

En la Edad Media hubo escasos descubrimientos astronómicos, limitándose al hallazgo de instrumentos de observación. En los siglos XV-XVI Nicolás Copérnico revolucionó el mundo académico retomando el modelo heliocéntrico del cosmos, en el que los planetas giran en órbitas circulares alrededor del Sol. Johannes Kepler (siglos XVI-XVII) describió el movimiento elíptico de los planetas alrededor del Sol. Y Galileo, a fines del XVI, fabricó un telescopio con el que observó el relieve lunar, las manchas solares y los satélites de Júpiter, demostrando que los astros no eran esferas de materia perfecta y que en el cosmos podían existir varios centros de movimiento. El modelo heliocéntrico acabó por imponerse.

Isaac Newton formuló en 1687 la ley de la gravedad y verificó la teoría de Kepler sobre las órbitas elípticas, abriendo así las puertas a la concepción moderna del Universo. Simultáneamente, Edmund Halley descubrió un cometa del que dedujo que su órbita alrededor del Sol duraba 76 años. En Europa las nuevas ideas fluían con rapidez y las universidades se erigieron en centros de innovación. Por eso, antes de saber cómo era la astronomía española de la época conviene repasar quiénes eran y qué descubrieron los astrónomos europeos.

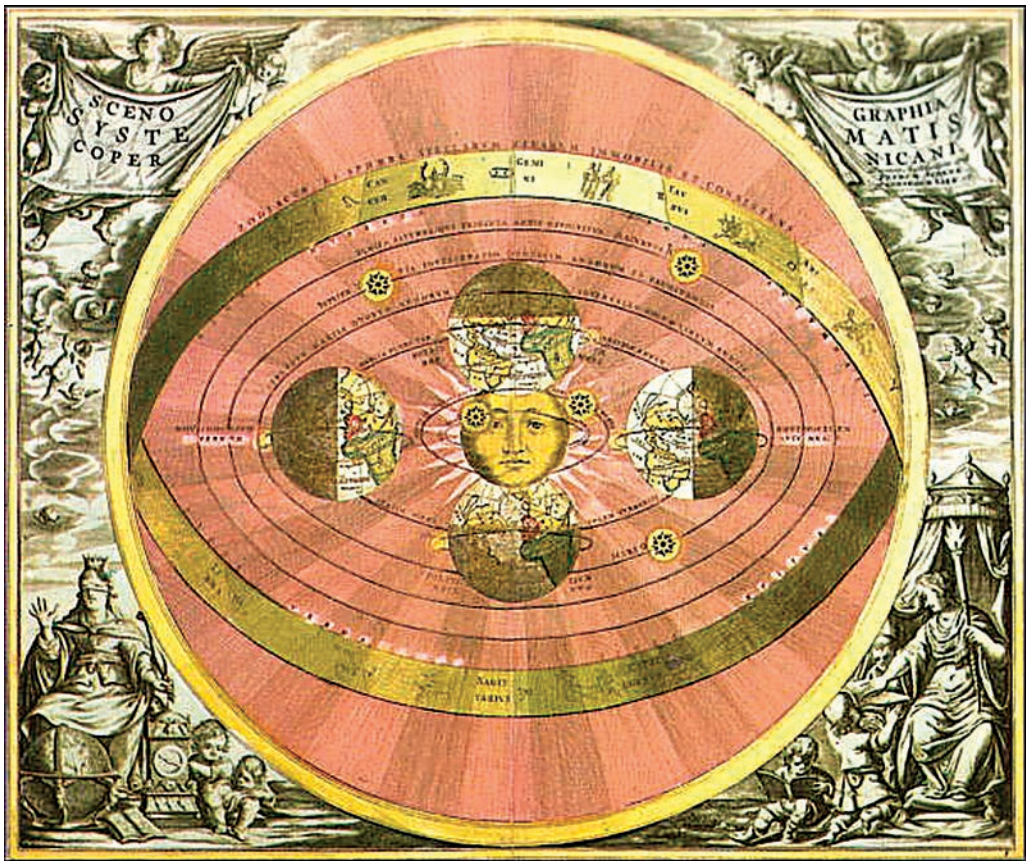




La teoría heliocéntrica

Copérnico (1473-1543), astrónomo polaco, es conocido por su sistema heliocéntrico. Sostuvo que el Sol se encontraba en el centro del Universo y que la Tierra giraba una vez al día sobre su eje y completaba cada año una vuelta alrededor de él. Doctorado en astronomía en Roma, a su regreso a Polonia comenzó su obra principal, *De revolutionibus orbium caelestium* (1543), con la que comenzó el cambio de la visión del Universo.

Es necesario recordar cómo en la cosmología anterior a la teoría de Copérnico el Universo era geocéntrico y la Tierra se encontraba estática en el centro del mismo, rodeada de esferas que giraban a su alrededor. Dentro de estas esferas estaban, ordenados de dentro a afuera, la Luna, Mercurio, Venus, el Sol, Marte, Júpiter, Saturno y, finalmente, la esfera exterior en la que estaban las estrellas fijas. En la antigüedad era difícil explicar por cosmólogos y filósofos el movimiento retrógrado de Marte, Júpiter y Saturno, que parecían detenerse y comenzaban a moverse en sentido contrario. Para explicar este fenómeno, los cosmólogos medievales pensaron que los planetas giraban en un círculo, llamado epiciclo, y el centro de cada epiciclo giraba alrededor de la Tierra, trazando una trayectoria diferente.



Grabado en color que describe los principios de la teoría heliocéntrica de Copérnico.

La teoría de Copérnico, por la que fue marginado, establecía que la Tierra giraba sobre sí misma una vez al día, y que una vez al año daba una vuelta alrededor del Sol. Agregaba que la Tierra, en su movimiento rotatorio, se inclinaba sobre su eje. Pero aún mantenía teorías de la antigua cosmología, como la idea de las esferas dentro de las que estaban los planetas y la esfera exterior donde estaban inmóviles las estrellas. Por otro lado, esta teoría heliocéntrica tenía la ventaja de poder explicar los cambios diarios y anuales del Sol y las estrellas, así como el movimiento retrógrado de Marte, Júpiter y Saturno, y la razón por la que Venus y Mercurio nunca se alejaban más allá de una distancia determinada del Sol.

Copérnico sostuvo que la Tierra giraba alrededor del Sol y que no era el centro del Universo, teoría por la que fue marginado por las autoridades de la época

Sus aportaciones no se detuvieron aquí. También estableció la teoría del nuevo orden de alineación de los planetas según sus periodos de rotación. A diferencia de la teoría de Ptolomeo, Copérnico vio que cuanto mayor era el radio de la órbita de un planeta, más tiempo tardaba en dar una vuelta completa alrededor del Sol. Pero en el siglo XVI, la idea de que la Tierra se movía no era fácil de aceptar, y aunque parte de su teoría fue admitida, la base principal fue rechazada. Entre 1543 y 1600 Copérnico tenía pocos seguidores. Fue objeto de críticas, en especial de la Iglesia, por negar que la Tierra fuera el centro del Universo. La mayoría de sus seguidores servían a la corte de reyes, príncipes y emperadores. Los más importantes fueron Galileo y el astrónomo alemán Kepler, que a menudo discutían sobre estas teorías. El astrónomo danés Tycho Brahe llegó, en 1588, a una posición intermedia, según la cual la Tierra permanecía estática y el resto de los planetas giraban alrededor del Sol, que a su vez giraba alrededor de la Tierra.

Tycho Brahe (1546-1601) fue el último de los grandes astrónomos observadores de la era pretelescópica. Esta danés fue director del Uraniborq, primer instituto de investigación astronómica. Los instrumentos que diseñó le permitieron medir con una precisión muy superior

a la de la época las posiciones de las estrellas y los planetas. Brahe pensaba que el progreso en astronomía no podía conseguirse por la observación ocasional y las investigaciones puntuales, sino que se necesitaban medidas sistemáticas noche tras noche, utilizando los instrumentos más precisos. Sus medidas sobre la posición de los planetas pasaron a su muerte a posesión de Kepler. Las medidas del movimiento de Marte fueron esenciales para que éste formulara las tres leyes que rigen el movimiento de los planetas y que sirvieron de base a la ley de gravitación de Newton.

Para sus estudios, Brahe desarrolló nuevos instrumentos astronómicos con los que realizó un catálogo estelar de más de 1.000 estrellas cuyas posiciones estaban medidas con una precisión muy superior a la alcanzada hasta la invención del telescopio. Estas medidas le permitieron mostrar que los cometas no eran fenómenos meteorológicos sino objetos más allá de la Tierra. Fue el primer astrónomo en percibir la refracción de la luz y corregir sus medidas astronómicas de este efecto

El sistema del Universo que Brahe encarna representa una transición entre el geocentrismo de Ptolomeo y el heliocentrismo de Copérnico. En su teoría, el Sol y la Luna giran alrededor de la Tierra inmóvil, mientras que Marte, Venus, Júpiter y Saturno girarían alrededor del Sol. Brahe estaba convencido de que la Tierra estaba estática porque, de lo contrario, se apreciarían los movimientos aparentes de las estrellas. Tal efecto existe y se denomina paralaje, pero no podía ser detectado con observaciones visuales directas. Las estrellas están más lejos de lo que se pensaba razonable en esa época.





Arriba, Giovanni Cassini, que con sus observaciones hizo importantes descubrimientos sobre los planetas del sistema solar. Izquierda, ilustración de Ptolomeo, de 'Geographia universalis vetus et nova' (1545), del suizo Heinrich Petrum. BN.

Brahe fue escéptico sobre la multiplicidad de sistemas astrológicos y prefería un trabajo astronómico asentado en las matemáticas. A pesar de ello, dos de sus trabajos iniciales, ahora perdidos, versaban sobre la astrología. También trabajó en la predicción del tiempo, realizó interpretaciones astrológicas de la supernova de 1572 y del cometa de 1577 y escribía cartas astrales para Federico II y Rodolfo II.

Con el poso de ideas generadas, Kepler creó las tres leyes del movimiento planetario. Johannes Kepler (1571-1630), astrónomo y filósofo alemán, estudió teología y clásicas en la Universidad de Tübingen. Aceptó la teoría copernicana al creer que la simplicidad de su ordenamiento planetario tenía que haber sido el plan de Dios. En 1594 elaboró una hipótesis geométrica compleja para explicar las distancias entre las órbitas planetarias. Luego dedujo que las órbitas de los planetas son elípticas; sin embargo, estos cálculos sólo coinciden en un 5% con la realidad. Kepler planteó entonces que el Sol ejerce una fuerza que disminuye de forma inversamente proporcional a la distancia e impulsa a los planetas alrededor de sus órbitas. Publicó sus teorías en *Mysterium cosmographicum* (1596), donde presentaba la primera demostración convincente de las ventajas geométricas de la teoría copernicana.

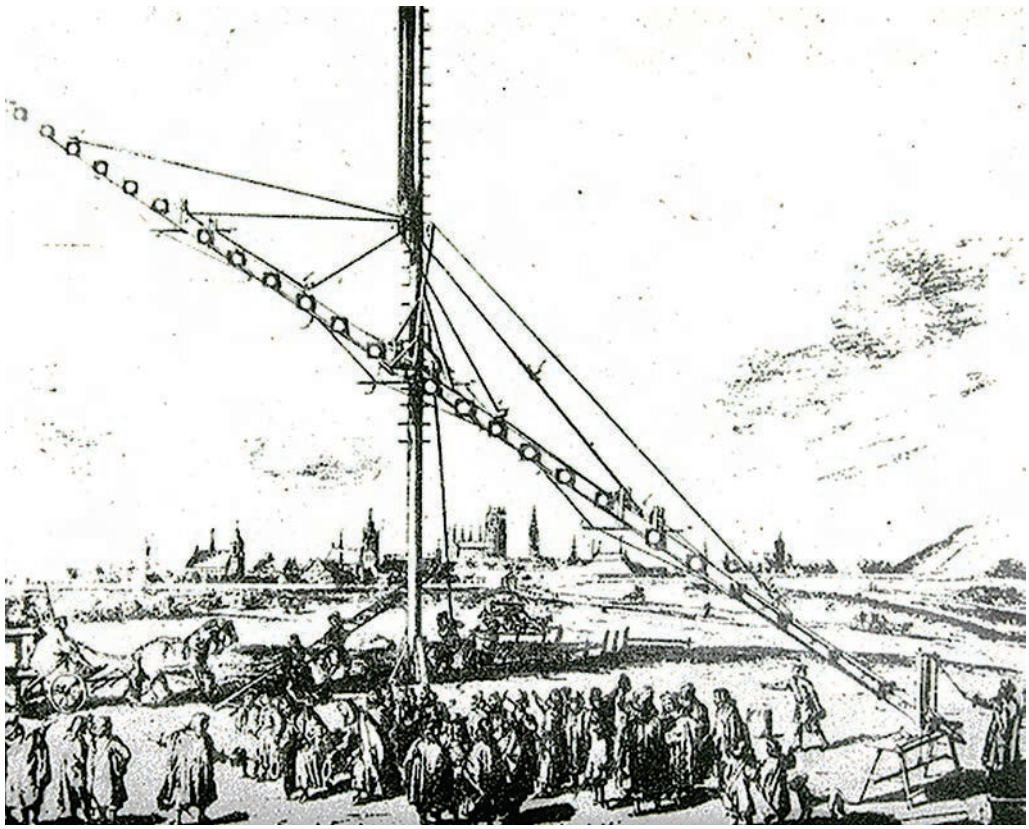


Profesor de astronomía y matemáticas en la Universidad de Graz desde 1594 hasta 1600, ese año se convirtió en ayudante de Tycho Brahe en su observatorio de Praga. A su muerte, en 1601, Kepler asumió su cargo como matemático imperial y astrónomo Rodolfo II. Una de sus obras más importantes en este periodo fue *Astronomía nova* (1609), la culminación de sus esfuerzos para calcular la órbita de Marte. Este tratado contiene la exposición de dos de las leyes de Kepler sobre el movimiento planetario. La primera ley dice que los planetas giran en órbitas elípticas con el Sol en un foco. La segunda afirma que una línea imaginaria desde el Sol a un planeta recorre áreas iguales de una elipse durante intervalos iguales de tiempo. En otras palabras, un planeta girará con mayor velocidad cuanto más cerca se encuentre del Sol.

En 1619 publicó su *Harmonices mundi*, que incluye otro descubrimiento sobre el movimiento planetario (tercera ley): la relación del cubo de la distancia media de un planeta al Sol y el cuadrado del periodo de revolución del planeta es una constante, y es la misma para todos los planetas. Hacia la misma época publicó *Epitome astronomiae copernicanae* (1618-1621), que reúne sus descubrimientos en un solo tomo. Importante fue también el primer libro de texto de astronomía basado en la teoría copernicana, que durante las tres décadas siguientes convirtió a muchos astrónomos al copernicanismo kepleriano. Su última obra importante fueron las *Tablas rudolfinas* (1625), donde reduce los errores de la posición real de un planeta.

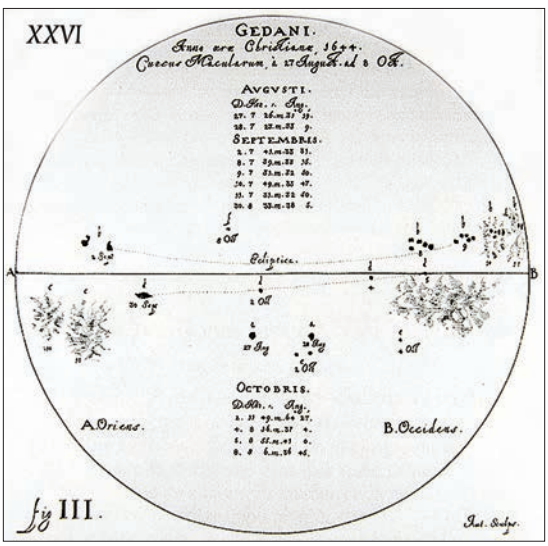
Si en esta época hubo un invento importante para el avance de la astronomía, éste fue, sin duda, el telescopio de Galileo Galilei (1564-1642), físico y astrónomo italiano que, junto con Kepler, inició la revolución científica que culminó Newton. Por tanto, su principal contribución a la astronomía fue el uso del telescopio para la observación y descubrimiento de las manchas solares, valles y montañas lunares, los satélites de Júpiter y las fases de Venus. En el campo de la física descubrió las leyes que rigen la caída de los cuerpos y el movimiento de los proyectiles. En la historia de la cultura, Galileo representa el símbolo de la lucha contra la autoridad y la libertad en la investigación.

Nació cerca de Pisa en 1564, inició estudios de medicina en la universidad local, pero luego se pasó a los de filosofía y matemáticas. Galileo tuvo desde siempre una mente muy creativa. En Padua, por ejemplo, inventó un compás de cálculo que resolvía problemas prácticos de matemáticas. De la física especulativa saltó a las mediciones, descubrió las leyes de la caída de los cuerpos, estudió el movimiento del péndulo y la mecánica y la resistencia de los materiales. Apenas mostraba interés por la astronomía, aunque a partir de 1595 se inclinó por la teoría de Copérnico, desechando el modelo ptoloméico. Sólo la concepción de Copérnico apoyaba la teoría de las mareas de Galileo, basada en el movimiento de la Tierra. En 1609, tras saber de la invención de un telescopio en los Países Bajos, presentó al duque de Venecia un telescopio de una potencia similar a los modernos prismáticos binoculares.



Página opuesta, grabado de Hevelius observando el cielo a través de uno de sus telescopios. En esta página, montaje del telescopio de 140 pies de Hevelius. Debajo, representación gráfica de algunas de las estrellas descubiertas por el astrónomo polaco.

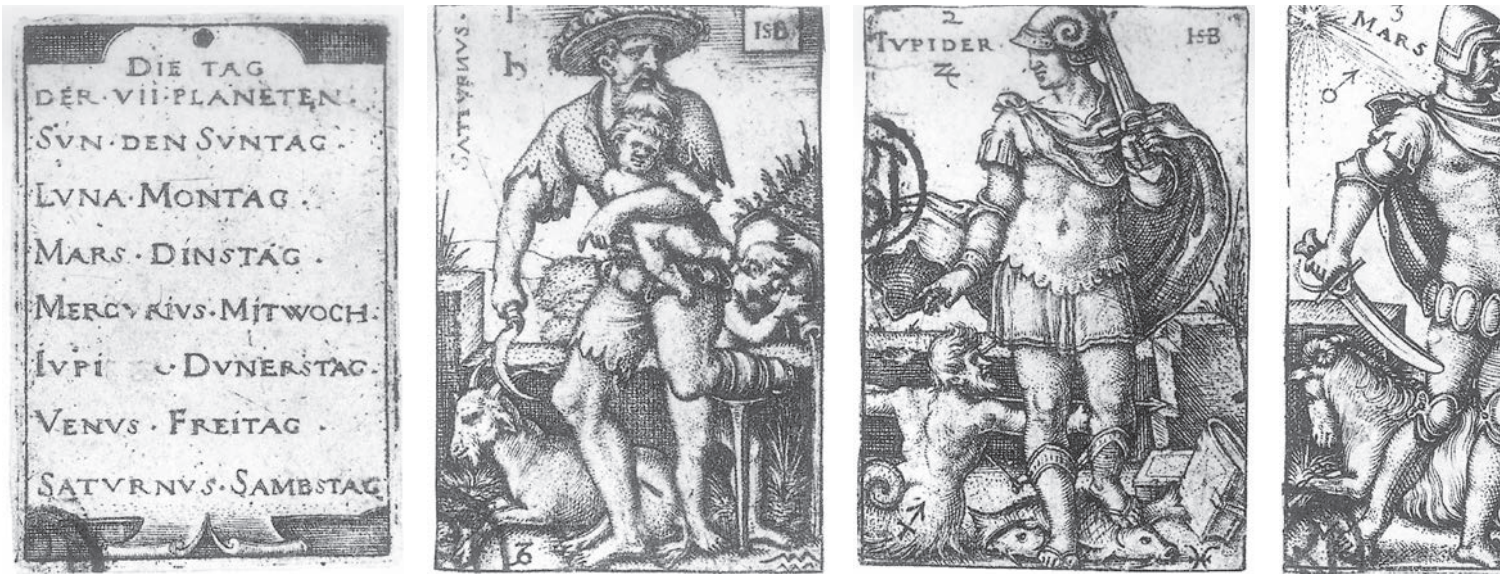
En diciembre de 1609 Galileo había construido un telescopio de veinte aumentos, con el que también observó que la Vía Láctea estaba compuesta por estrellas. En 1610 publicó estos descubrimientos en *El mensajero de los astros*. Su fama le llevó a servir como matemático en la corte de Florencia, donde se dedicó a investigar y escribir. En diciembre de 1610 observó las fases de Venus, que contradecían a la astronomía de Ptolomeo y confirmaban su aceptación de las teorías de Copérnico.



Su última obra, *Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos ciencias nuevas* (1638), revisa sus primeros estudios sobre el movimiento y los principios de la mecánica. Este libro abrió el camino que llevó a Newton a formular la ley de la gravitación universal, que armonizó las leyes de Kepler sobre los planetas con las matemáticas y la física de Galileo. Antes de su publicación, murió en 1642 cerca de Florencia.

Galileo ha pasado a la historia como el inventor del primer telescopio de precisión. Otros aprovecharon el invento para aportar importantes revelaciones sobre astronomía. El polaco Johannes Hevelius (1611-1687) fabricó varios telescopios de gran tamaño con los que observó la Luna, cuyo primer mapa detallado publicó en *Selenographia* (1647). El astrónomo holandés Christiaan Huygens (1629-1695) fue el primero en descubrir con su telescopio los anillos de Saturno, que Galileo creía que estaban unidos al planeta. Y un compatriota del pisano, Giovanni Cassini (1625-1712), elaboró la primera escala del sistema solar, y destacó por sus nuevas revelaciones sobre los anillos saturnianos.

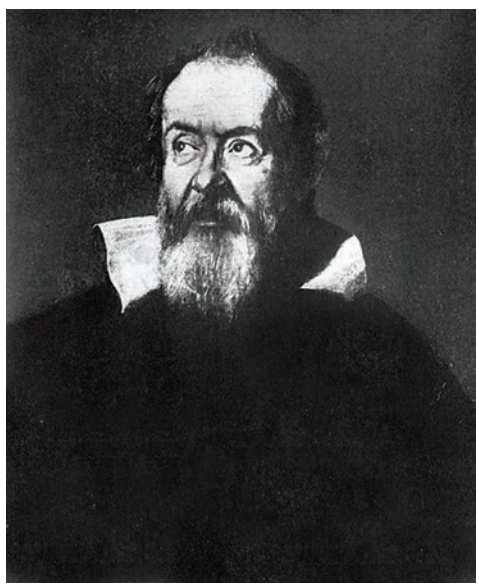
Sin duda, uno de los más grandes científicos de la historia fue Isaac Newton (1642-1727), matemático y físico británico. Sus teorías sirvieron de base a la mayor parte de los avances científicos desarrollados desde su época. Resolvió cuestiones sobre la luz y la óptica, for-



Arriba, estampas que representan a seis planetas (Saturno, Júpiter, Marte, el Sol, Venus, Mercurio y la Luna), de 'Los días de los siete planetas' (1539), de Holstein. BN. Derecha, retrato de Galileo Galilei.

muló las leyes del movimiento y dedujo a partir de ellas la ley de la gravitación universal.

Nacido en 1642, recibió su título de bachiller en 1665 y fue nombrado profesor en el Trinity Collage. En esta época investigó los últimos avances en matemáticas y la filosofía natural. Newton demostró su teoría de los colores haciendo pasar un rayo de luz solar a través de un prisma, el cual dividió el rayo de luz en colores independientes. En 1672 expuso su teoría de los colores a la Sociedad Real de Londres, pero su difusión provocó tantas críticas que confirmaron su recelo a las publicaciones. En agosto de 1684 fue visitado por Edmund Halley, astrónomo y matemático con el que discutió sobre el movimiento orbital. Newton había estudiado la ciencia de la mecánica y en esa época ya tenía nociones sobre la gravitación universal. Como resultado de la visita, volvió a interesarse por estos temas.



Durante los dos años y medio siguientes estableció la ciencia moderna de la dinámica, formulando las tres leyes del movimiento. Las aplicó a las leyes de Kepler sobre movimiento orbital y dedujo la ley de la gravitación universal. Probablemente, Newton es conocido sobre todo por su descubrimiento de la gravitación universal, que muestra cómo a todos los cuerpos en el espacio y en la Tierra les afecta la fuerza de gravedad. Publicó su teoría en *Principios matemáticos de la filosofía natural* (1687), obra que marcó un punto de inflexión en la historia de la ciencia.

Finalmente, hay que mencionar al primero en calcular la órbita de un cometa, Edmund Halley (1656-1742), astrónomo británico. Halley se interesó por las teorías de Newton y escribió los *Principios* (1687). Fue nombrado astrónomo real en 1720 y durante 18 años realizó un estudio sobre la revolución completa de la Luna a través de sus nodos ascendente y descendente. Su tratado científico más importante fue la *Synopsis astronomiae cometicae* (1705) En esta obra, Halley aplicó las leyes de Newton a todos los datos disponibles sobre los cometas y demostró matemáticamente que éstos giran en órbitas elípticas alrededor del Sol. Su acertada predicción del regreso de un cometa en 1758 (el cometa Halley) refrendó su teoría de que los cometas son cuerpos celestes que integran el sistema solar.

España, sí o no al modelo tradicional

Las ideas tradicionales sobre astronomía de los filósofos griegos empezaban a quedarse en entredicho con el descubrimiento de la utilidad del telescopio en las observaciones astronó-









micas y con los pensamientos cosmológicos modernos emanados de la obra de Copérnico. La Tierra perdía protagonismo y dejaba de ser el centro del Universo, las esferas se disolvían y las órbitas de los planetas, gracias a Kepler, pasaban a ser más complejas que los simples círculos concebidos hasta entonces. Por fin observar el cielo y las estrellas se iba a convertir en una ciencia y la astronomía se separaba de la astrología, la técnica para desarrollar predicciones a partir de la lectura del cielo. En Europa, este divorcio comenzó en el XVII, pero no se consumó hasta el XVIII.

En España ese proceso se vivió de forma muy diferente. Hasta el Concilio de Trento, celebrado a partir de 1545, la astronomía evolucionaba al ritmo del resto de Europa. Ésta se cultivó en relación con la cosmografía y la astrología y se aplicó a la cartografía, la navegación, la meteorología, la medicina y los problemas calendáricos. La cultivaron personas de distintas profesiones: cosmógrafos, pilotos, profesores, humanistas, médicos, matemáticos y clérigos. Pero después hubo un parón, dejó de desarrollarse y se impuso la astrología, con todos sus juicios y pronósticos astrológicos que, tras la difusión de la imprenta, se convirtió en material de preferencia de los impresores. Además, las relaciones entre la medicina y la astrología se intensificaron. Los médicos se convirtieron en prolíficos autores de almanaques, lunarios, pronósticos y textos de aplicación de la astrología a la medicina. Un síntoma de este retroceso es que la palabra telescopio no se documenta en España hasta 1726, recogida en los escritos de Feijó, cuando este término se usaba en Italia desde 1610.



Retrato de Nicolás Copérnico, cuya teoría heliocéntrica cuestionó a partir del XVI la visión existente del Universo.

La Iglesia, con la Inquisición en apogeo, incluyó la obra de Copérnico en el índice de libros prohibidos en 1616. Desde entonces, los avances de la astronomía europea se seguían desde la clandestinidad, y los centros docentes seguían explicando el modelo tradicional. La gran producción literaria del siglo XVII no tuvo la misma repercusión en el campo de la astronomía. La oscuridad impuesta por el Concilio de Trento acabó con las investigaciones y congeló la enseñanza en presupuestos anticuados pero correctos respecto a las doctrinas eclesiásticas. Los astrónomos españoles no iban a ser menos y tampoco podían defender en



Arriba, letras alfabéticas con grabados de astrónomos y geómetras, de 'Astronomicum Caesareum' (1540), de Hans Brosamer. BN Derecha, portada de 'Suma de geographia', obra del XVI con anotaciones sobre astronomía.

público la concepción heliocéntrica del sistema solar asumida en toda Europa.

La literatura astronómica de la época, impresa y manuscrita, pasaba por los tratados sobre el arte de navegar, obras de geografía, algunos textos clásicos, medievales y renacentistas y, cómo no, todo un catálogo de publicaciones dedicadas a recoger los instrumentos necesarios para el estudio y la aplicación de esta ciencia, como astrolabios, ecuatorios, relojes solares, etc. Incluso surgieron discusiones sobre la materia en textos enciclopédicos.

Según ha recogido Julio Arrieta en una entrevista realizada a Abrahán Madroñal, historiador y bibliógrafo, ese tema calaba "en la mentalidad de la gente y, por tanto, tenía su reflejo en las obras de los escritores de la época. El caso de Quevedo es paradigmático. Era muy culto y poseía gran cantidad de libros de astronomía y astrología. Pero reaccionó contra los astrólogos de forma virulenta. Se burlaba de ellos, los ridiculiza. Cervantes siempre fue más equitativo y ponderado. Daba más crédito a la astrología natural, la que interpreta el reflejo de la posición de los astros en el mundo natural. En un momento del *Persiles* dice que la astrología es productiva cuando se hace bien, pero que, cuando se hace mal, que es con frecuencia, produce disparates".



'Novatores' contra el retraso

A finales del siglo XVI, después de que Felipe II prohibiese estudiar en el extranjero, el colapso de la astronomía española fue casi total. Pero a partir de ese momento hubo una recuperación, gracias a un grupo de estudiosos que llevaban años formando parte del movimiento Novator. Se empezó a adquirir cierta conciencia y a difundirse la idea del reconocimiento del atraso científico español y de que el aislamiento ideológico había mantenido a España al margen de la nueva ciencia. Este movimiento surgió en ciudades como Valencia, Barcelona, Madrid, Sevilla y Zaragoza, que fueron sedes de congresos, cursos y experiencias con telescopios y microscopios.

Este grupo promovía semiclandestinamente las nuevas ideas de Newton y William Harvey, y a él pertene-

cían, entre otros, Juan Caramuel Lobkowitz, José de Zaragoza, Juan de Cabriada y Antonio Hugo Omerique, cuyo *Analysis geometrica* (1698) atrajo el interés de Newton. En esa época, desde Nueva España, Diego Rodríguez comentó los hallazgos de Galileo.

Los *novatores* no hicieron contribuciones originales a la ciencia. Su trabajo consistió en facilitar la introducción de la nueva ciencia, difundir el nuevo conocimiento y el uso del método experimental. También se encargaron de mantener los diálogos y las colaboraciones, manifestaron la doctrina del uso libre de la razón y pusieron sus modestas instituciones como medios de comunicación y difusión.

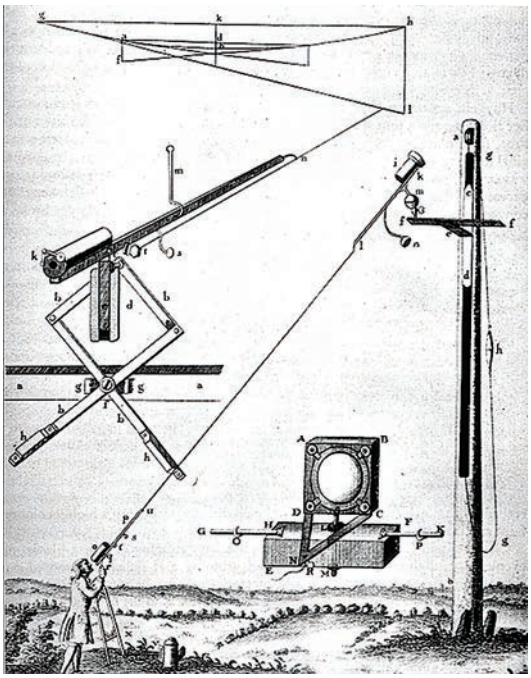
Estos autores no podían enseñar sus descubrimientos porque la concepción cosmológica predominante, reflejada en las obras de los escritores de la época, era todavía muy tradicional y supersticiosa. Todavía se creía en los años climatéricos, predestinados a traer grandes acontecimientos y que eran los acabados en 7, 9 y sus múltiplos. Así, se predijo que el año 1663, como terminaba en 63 (siete veces nueve), iba a ser catastrófico. Se creía a pies juntillas en la influencia del zodíaco y los horóscopos. "Esa ciencia se llama astrología", se puede leer en el *Quijote*. Cervantes se mostró bastante comprensivo con los astrólogos. La de Quevedo fue una voz más crítica y, ante la plaga de charlatanes, escribió: "Mentiras de astrólogos, creídas por necios".

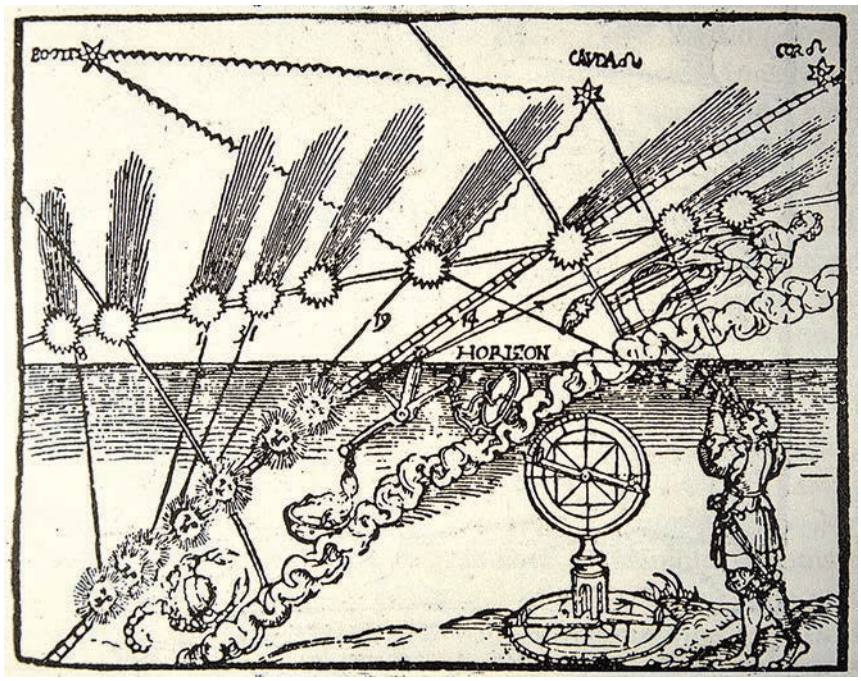


Representación del carro de Saturno, en un manuscrito del siglo XVI.

Juan de Caramuel Lobkowitz (1606-1682) es uno de los autores más representativos del siglo XVII, especialmente en historia de la lógica, filosofía del lenguaje y lingüística. Nació en Madrid en 1606 y murió en 1682 en Lombardía. Tras estudiar humanidades y filosofía en la Universidad de Alcalá, ingresó seguidamente en la orden cisterciense en el Monasterio de la Espina (Valladolid). Completó su formación filosófica en el monasterio de Monte de Rama (Orense) y la teológica en el de Santa María del Destierro (Salamanca). Ocupó diversos e importantes cargos eclesiásticos. Fue abad en Escocia y vicario general de la orden en Inglaterra. Fue también abad en Praga y en Viena, obispo coadjutor en Maguncia, agente del rey de España en Bohemia, obispo en Campagna y en Vigevano, donde murió.

Caramuel fue un autor exageradamente prolífico, disperso y con títulos tildados por muchos expertos como barrocos y extravagantes, con los que quizá pretendía afirmar su afán de originalidad. Sin embargo, su pensamiento es de un gran valor. Se debatió entre la escolástica y la modernidad con un deseo claro de innovación. Esto le hizo rebelarse contra la autoridad de Aristóteles y contra un tipo de escolástica a la que denominaba *quernea et rustica*, tratando de acercarse a la "modernidad", especialmente, a algunas tesis del mecanicismo





Arriba, dibujo de observaciones con telescopio; y grabado de la visión de cometas, de la obra germana 'Cometa orientalis'. Abajo, retrato de Isaac Newton.

cartesiano. En teología fue molinista y en moral probabilista. Se le han atribuido 262 títulos, de los que por lo menos sesenta fueron impresos. Él mismo dejó una lista de sus obras distribuidas en nueve cursos. Proporcionó un panorama enciclopédico de la ciencia del siglo XVII, integrando referencias a Copérnico, Kepler, Galileo y Descartes.

José de Zaragoza (1627-1678) es una de las figuras científicas fundamentales del XVII. Realizó para el Colegio Imperial de Madrid, del que era catedrático diversas obras de matemáticas y astronomía, así como la Esphera en común, celeste y terráquea (Madrid, 1675), calificada por Cotarelo como "un tratado original de Astronomía, único completo conocido en la España del siglo XVII y sin semejante en ella hasta el XIX". Estos *novatores* han sido olvidados. Sus obras no se han reeditado y, salvo los investigadores especializados, pocos saben de su existencia.



El arte de navegar

Un país como España con un gran imperio en ultramar tuvo que dedicar muchos esfuerzos a todo lo relacionado con la navegación. Como recoge Víctor Navarro Brotóns en *Astronomía y cosmología en la España del siglo XVI*, "la astronomía náutica había sido iniciada por los portugueses en el siglo XV. Junto a la navegación astronómica, el control y dominio de las nuevas tierras exigía su descripción cartográfica y la determinación precisa de sus coordenadas con métodos astronómicos. En este campo, las contribuciones de portugueses y españoles fueron de gran importancia, como lo fue también su influencia en el desarrollo de la geografía y la cartografía".

Muy relacionada con la cosmografía estuvo la Casa de la Contratación de Sevilla, que impartía instrucción en materias de cosmografía, fabricaba instrumentos y centralizaba y sistematizaba la información.

"Juan López de Velasco, primer cosmógrafo de Indias, desarrolló el programa de Ovando de llevar a cabo una descripción geográfica rigurosa y precisa tanto de España como del Nuevo Mundo, que incluía la determinación de las coordenadas geográficas de los lugares por métodos astronómicos. Para ello, envió instrucciones detalladas a distintos funcionarios de

la Corona sobre cómo determinar tanto la latitud como la longitud geográfica. Para la longitud, recomendaba la observación de los eclipses lunares, y así envió instrucciones relativas a los eclipses de 1577, 1578, 1581, 1582 y 1584", comenta Navarro Brotóns.

Los tratados y manuales de cosmografía y/o arte de navegar de la época estaban influenciados por una exposición basada en la *Sphera* de Sacrobosco, sin entrar en los detalles técnicos de la astronomía planetaria y con las rectificaciones sobre la forma de la Tierra y a la teoría de las zonas y los climas. Los descubrimientos geográficos desmintieron las creencias acerca de la inhabitabilidad de la zona tórrida y fueron decisivos para construir el concepto moderno de globo terráqueo.

En cuanto a las restantes cuestiones cosmológicas, solían presentar el esquema básico de la cosmología aristotélica de las dos regiones celeste y terrestre, sin mencionar la teoría heliocéntrica. No obstante, la obra de Copérnico circuló y fue utilizada por los cosmógrafos españoles, al menos en las últimas décadas del siglo XVI.

La época de la cosmografía y el arte de navegar en España culminó con el *Regimiento de navegación* (1606), de García de Céspedes, resultado, en gran medida, de la labor realizada por éste y otros autores durante el reinado de Felipe II. En esta obra, Céspedes, además de describir nuevos instrumentos y técnicas de observación y cálculo, se propuso revisar todas las tablas y regimientos usados habitualmente por los navegantes a la luz de las nuevas tablas y procedimientos de Copérnico, Reinhold, Brahe y otros autores, pero sobre todo a partir de sus propias observaciones y las de diversos colaboradores, realizadas en Lisboa, Madrid y en otros lugares. "De hecho, Céspedes es el primer autor que llevó a cabo un amplio plan de observaciones astronómicas gracias a las cuales calculó de nuevo los parámetros necesarios para construir tablas y regimientos. Ello le permitió proporcionar nuevas tablas para la longitud del Sol y de declinaciones solares, mucho más precisas que las anteriores", comenta Brotons

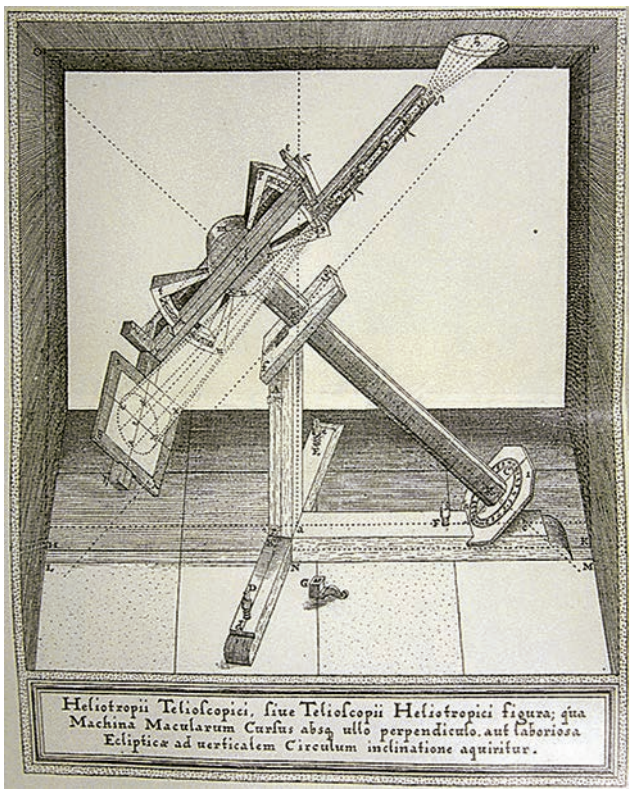


Cuadrante de Tycho Brahe, astrónomo danés que destacó en el siglo XVI por sus precisas mediciones astronómicas.

Los conocimientos sobre astronomía se difundieron en España de la mano del arte de la navegación y de un puñado de científicos que publicaban contra corriente

La astronomía en la enseñanza

Según explica Abraham Madroñal, durante estos dos siglos el cielo español era observado por "gente muy distinta. Había auténticos científicos junto a verdaderos falsarios que se dedicaban a comerciar con la credulidad de la gente. Existían expertos que investigaban, muy pocos, comparados con los que se dedicaban a repetir lo que habían heredado". En España corrían buenos tiempos para el astrólogo que se dedicaba a hacer pronósticos, en los que predominaban las grandes desgracias. Sobre todo con los cometas, que generaban una literatura que se vendía mucho.



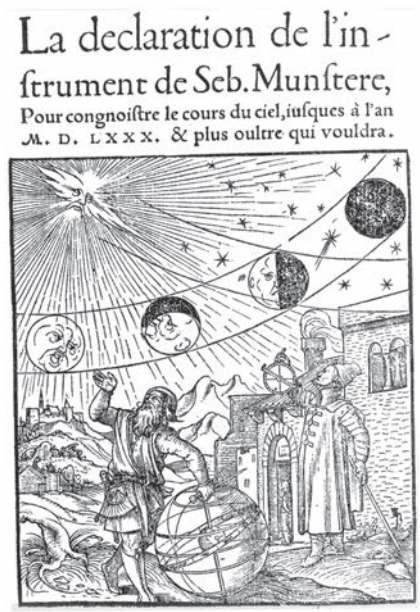
Derecha, dibujo de un aparato de medición helioscópica. Debajo, ilustración de astrónomos de 'La declaration de l'instrument de Seb. Munstere' (1554). BN.

Con respecto a los centros de enseñanza, Madroñal comenta que "en las universidades había cátedras de astrología muy apegadas al tradicionalismo científico, al escolasticismo y a la física que enseñaba Aristóteles. También hubo excepciones, centros no universitarios en los que sí se hacía investigación científica, como el Colegio Imperial de los Jesuitas de Madrid y la Casa de la Contratación de Sevilla".

Un recorrido por el panorama universitario donde se impartía astronomía de forma regular pasaba por Salamanca, Alcalá, Valencia y Sevilla. Para Navarro Brotóns, "la Universidad de Salamanca fue un activo centro de estudio y discusión de las cuestiones cosmográficas, en gran medida por influencia del humanismo científico impulsado por Nebrija".

Entre los científicos y astrónomos españoles más destacados de este periodo destaca Jerónimo de Muñoz, que ocupó la cátedra de Salamanca a partir de 1579. Este científico de Valencia, en cuya universidad estudió artes, se graduó en 1537 y viajó por Europa para completar su formación, realizando, además, actividades cartográficas. En sus manuscritos se declara discípulo de Oronce Finé y Gemma Frisius, lo que indica que debió residir en París y en Lovaina. Ocupó durante algunos años la cátedra de hebreo de la Universidad de Ancona y, antes de 1556, volvió a Valencia, donde ejerció de catedrático de hebreo y matemáticas, entre 1563 y 1578.

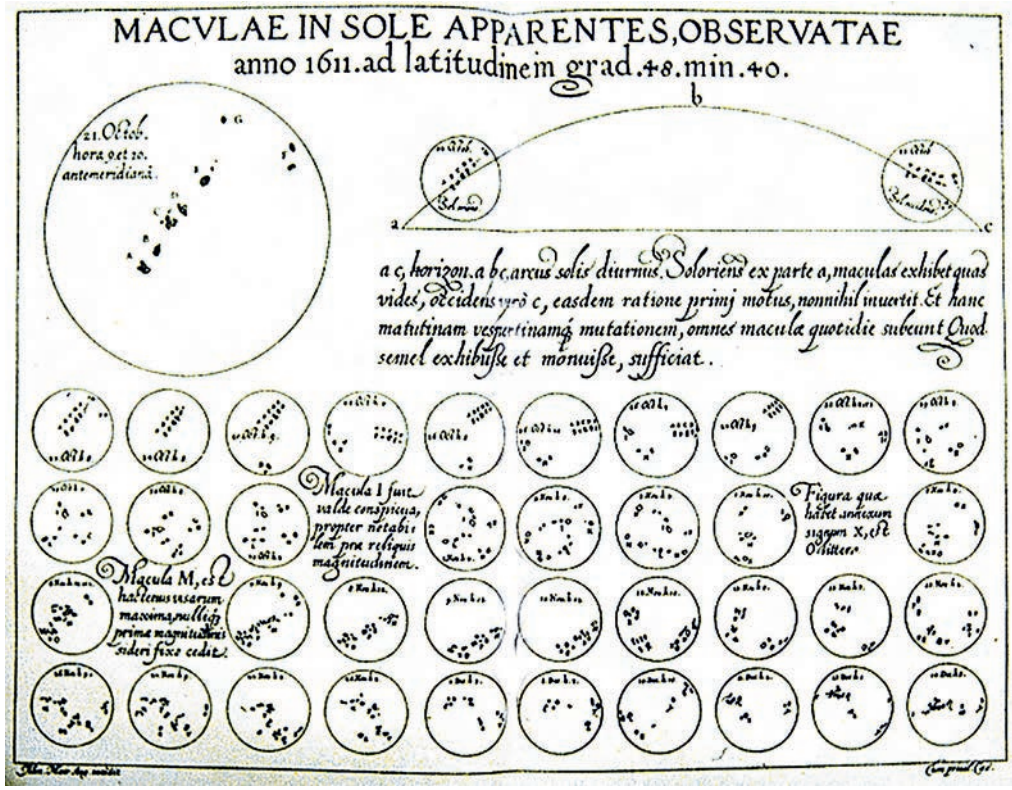
Comenta Navarro Brotóns que "Muñoz llegó a gozar en España de una gran


La declaration de l'in-
ſtrument de Seb. Munſtere,
Pour congnoiſtre le cours du ciel, iuſques à l'an
M. D. LXXX. & plus oultre qui vouldra.

El telescopio de Galileo

En julio de 1609 Galileo tuvo noticia de un nuevo instrumento óptico que un holandés había presentado al príncipe Mauricio de Nassau; se trataba del anteojo, cuya importancia práctica captó Galileo inmediatamente, dedicando sus esfuerzos a mejorarlo hasta hacer de él un verdadero telescopio. Así, en diciembre de ese mismo año consiguió un telescopio de veinte aumentos. Aunque declaró haber conseguido perfeccionar el aparato merced a consideraciones teóricas sobre los principios ópticos que eran su fundamento, lo más probable es que lo hiciera mediante sucesivas tentativas prácticas que, a lo sumo, se apoyaron en algunos razonamientos muy sumarios.

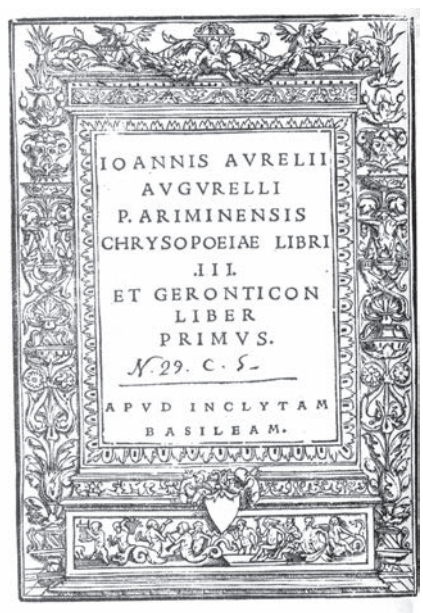
Sea como fuere, su mérito innegable residió en que fue el primero que acertó en extraer del aparato un provecho científico decisivo. En efecto, entre diciembre de 1609 y enero de 1610 Galileo realizó con su telescopio las primeras observaciones de la Luna, el cuerpo celeste más próximo a la Tierra, descubriendo que su superficie era muy distinta a como la habían imaginado los seguidores de Aristóteles. Según éstos, la Luna, como se hallaba en la región de lo perfecto, debía ser redonda, lisa, y sin montañas y valles, con lo que la esfericidad de los astros quedaba puesta en entredicho por Galileo. También descubrió que la Vía Láctea estaba compuesta por miles de pequeñas estrellas. Luego contemplaría el Sol, del cual comprobó que era un astro



Izquierda, representación de manchas solares y de los movimientos del Sol, del año 1611. Debajo, portada de 'Chrysopoiae libri III', de Joannem Frobenium, publicado en Basilea en 1518.

notoriedad como matemático, astrónomo, geógrafo, helenista y hebraísta. En el resto de Europa su fama se debió a sus trabajos sobre la supernova de 1572, difundidos en un libro sobre el fenómeno, escrito a petición de Felipe II, editado en Valencia en 1573 y traducido al francés. Sus datos y conclusiones llegaron a manos de Tycho Brahe, quién los elogió en su *Astronomiae instauratae progymnasmata*. Muñoz fue uno de los autores que con más precisión determinaron la posición de la estrella; que debe contarse entre los astrónomos que con más claridad expusieron las implicaciones cosmológicas del fenómeno, sobre todo con lo difícil que resultaba mantener el dogma aristotélico de la incorruptibilidad de los cielos y hacerlo

de superficie cambiante con innumerables manchas. El descubrimiento de cuatro satélites de Júpiter contradecía, por su parte, el principio de que la Tierra tuviera que ser el centro de todos los movimientos que se produjeran en el cielo. En cuanto al hecho de que Venus presentara fases semejantes a las lunares, que Galileo observó a finales de 1610, le pareció que aportaba una confirmación empírica al sistema heliocéntrico de Copérnico, ya que éste, y no el de Ptolomeo, estaba en condiciones de proporcionar una explicación para el fenómeno. Para plasmar sus descubrimientos redactó un breve texto que se publicó en marzo de 1610 y que rápidamente circuló por toda Europa: el Sidereus nuncius (El mensajero de los astros). El libro estaba dedicado al gran duque de Toscana Cósimo II de Médicis y, en su honor los satélites de Júpiter recibían allí el nombre de 'planetas mediceos'. Fue nombrado matemático y filósofo de la corte toscana y así pudo regresar a Florencia, algo por lo que venía luchando desde hacía ya varios años. El empleo incluía una cátedra honoraria en Pisa, sin obligaciones docentes, con lo que se cumplía una esperanza largamente abrigada y que le hizo preferir un monarca absoluto a una república como la veneciana, ya que, como él mismo escribió, "es imposible obtener ningún pago de una república, por espléndida y generosa que pueda ser, que no comporte alguna obligación; ya que, para conseguir algo de lo público, hay que satisfacer al público".





Izquierda, grabado de un astrónomo, de 'Quaestiones in theoricas planetarum'. Anónimo alemán de 1596. BN. Debajo, retrato de Christiaan Huygens, astrónomo que realizó en el XVII importantes descubrimientos telescópicos sobre los anillos de Saturno.

compatible con la aparición de la nova".

Muñoz dudó de la fiabilidad de las observaciones y los parámetros de Ptolomeo y de los astrónomos posteriores, y por eso se planteó tanto una reforma de la astronomía como de la cosmología. Este planteamiento fue fruto de sus observaciones astronómicas y de la comparación de sus resultados con las diversas tablas y datos existentes, desde Ptolomeo a Copérnico y Reinhold. Sin embargo, como explica Navarro, "en cuanto a la cosmología, Muñoz no aceptó nunca el sistema de Copérnico. Propuso una cosmología de cielos fluidos y una teoría del movimiento planetario procedente de diversas fuentes que pretendía ser consistente con esa cosmología, si bien descrita en sus rasgos cualitativos y sin articularla con la astronomía matemática. Pero esa articulación tendría que partir necesariamente de premisas copernicanas, como Kepler vio con claridad".

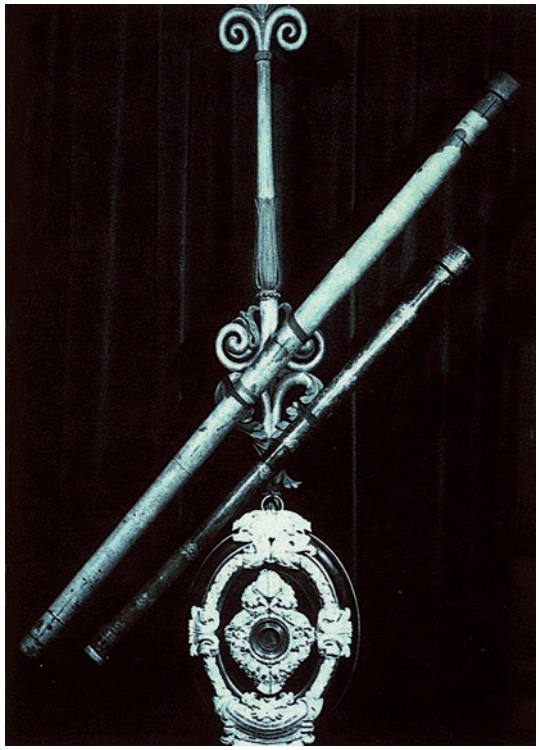
Para Muñoz todo el Universo, desde la Tierra, que ocupaba el centro, hasta sus confines, estaba lleno de aire, que, además, impregnaba todas las cosas del mundo y servía de conexión entre ellas. En relación con esto, en sus *Comentarios a Alcabitius,* Muñoz comparaba el aire cósmico con el espíritu que se difunde desde el corazón para vivificar el cuerpo. Por ello, niega la esfera de fuego, que era frontera entre dos regiones, la sublunar y la celeste.



Para Brotóns, el cosmos de Muñoz es pequeño, "comparado con el nuestro, y finito: termina allí donde el aire, que se enrarece progresivamente, ya no puede ser más tenue. Su límite superior no tiene una forma definida y más allá es posible que exista el vacío. Los planetas se mueven, gracias a su propia fuerza o naturaleza por el aire cósmico, como los peces por el mar o los pájaros por el aire que rodea a la Tierra, y no arrastrados por orbes. Las estrellas se mueven de la misma manera, de modo que Muñoz no acepta tampoco la existencia de una esfera que arrastre a las estrellas fijas. Los cometas se forman en el aire y son, por eso, cuerpos celestes", comenta Brotóns. Su concepción del Universo es muy interesante para conocer cómo se veía y estudiaba la astronomía en los centros docentes universitarios de la época.

El movimiento de los planetas era para Muñoz algo más lento que el de las esferas fijas y tanto más lento cuanto más cerca esté el planeta de la Tierra, ya que el aire se hace más denso según la misma proporción y, por tanto, ofrecerá más resistencia. "El movimiento de los astros, además, no es uniforme y se lleva a cabo según trayectorias irregulares, de polos variables, que Muñoz llama espiras", ha publicado Navarro Brotóns.

Otro autor que siguió las enseñanzas de Muñoz fue el sevillano Diego Pérez de Mesa (1577-1581), que estudió en Salamanca y fue profesor de matemáticas en Alcalá de Henares y en Sevilla. Dejó manuscritos de náutica, astrología, matemáticas y astronomía, entre ellos unos *Comentarios de sphera* redactados en Sevilla hacia 1596 y orientados a las enseñanzas que impartía en dicha ciudad. Brotóns dice que para Pérez de Mesa la cosmografía es "ciencia




COMETA ORIEN-
TALIS,
Kurtze vnd eygentliche Beschreibung deß newen Cometen/ so im November deß abgelauffenen 1618. Jahrs in Orient / oder gegen Auffgang der Sonnen allhie erschienen / vnd von manniglich gesehen worden.
Auß warhafften Astrologischen vnd Historischen Gründen menniglich zur Nachrichtung gestellt /
Durch
M. Gothardum Arthusium Dantiscanum, P.C. Histor. & Philo-Mathem. zu Franckfurt am Mayn.
2. Timoth. 3.
Instabunt tempora periculosa.
Franckfurt am Mayn / bey Sigismundo Latomo.
M. DC. XIX.

Arriba, telescopio de finales del XVII. A su lado, la obra 'Cometa orientalis', sobre el avistamiento de cometas, publicada en 1618 en Frankfurt (Alemania).

casi mixta con la filosofía, y por eso averigua muchas cuestiones hermosísimas de la misma filosofía", tales como si hay o no esfera de fuego, si es posible que se mueva la Tierra, si se mueven los astros "por sí solos o juntamente con los orbes, estando fijos en ellos" y "si la substancia del cielo es quinta esencia e incorruptible".

El gran copernicano español

El español más famoso relacionado con la obra de Copérnico fue Diego de Zúñiga, el único copernicano español de este periodo. Ello se debe al decreto eclesiástico de 1616 con el que la Inquisición condenó la teoría heliocéntrica y prohibió el *De revolutionibus* de Copérnico y el *In job commentaria* (1584) de Zúñiga hasta su corrección. No hay que olvidar que la Inquisición, en España particularmente, vivía una época de gran actividad. Según Navarro Brotóns, "la prohibición del texto de Zúñiga la ocasionó su interpretación de un versículo (*Conmueve la Tierra de su lugar y hace temblar sus columnas*) y sus afirmaciones sobre dicha interpretación. Según Zúñiga, la teoría de Copérnico explicaba mejor que otras el movimiento de los planetas y otros fenómenos astronómicos. Brotóns insiste en que es cierto que los astrónomos usaron ampliamente las tablas y técnicas de Copérnico en el XVI, pero el rechazo de su sistema fue la norma, y la adopción, la excepción. "Zúñiga cambió de la adopción al rechazo".

Diego de Zúñiga vio en 1616 cómo se prohibía su obra sobre astronomía por cuestionar la teoría de la Tierra como centro universal

Zúñiga nació en Salamanca en 1536. Ingresó en la orden agustina a los 15 años. Estudió artes en la Universidad de Salamanca entre 1552 y 1555 y teología en Alcalá en el periodo 1555-58. Se ordenó sacerdote y abandonó los estudios sin obtener grados. Fue destinado a Valladolid y en 1563-64 se matriculó de nuevo en la Universidad de Salamanca. Por causas desconocidas, abandonó otra vez la universidad, retirándose a su convento de Valladolid.

Entre 1568 y 1572, Zúñiga desarrolló todo un *marketing* epistolar con varias personalidades de Roma, en particular con el papa Pio V y con los cardenales Guglielmo Sirleto y



Alessandro Crivelli, este último antiguo nuncio en España, por cuya mediación cursó el agustino su correspondencia romana. Su propósito, al parecer, era llamar la atención en Roma hacia sus dotes intelectuales para conseguir ayuda con la que proseguir sus estudios.

Dice Navarro que "*Philosophia prima pars* es la única obra de filosofía publicada por el fraile agustino de las tres proyectadas. De la esfericidad de la Tierra Zúñiga da abundantes pruebas, pero sobre su situación en el cosmos admite que 'no se puede tener nada por cierto', ya que 'puede suponerse que la amplitud y exaltación del Universo sean mayores de lo que se pensó jamás".

Brotóns considera que Zúñiga rechaza la esfera de fuego y admite que no está probado que la Tierra esté en el centro del Universo, también se manifiesta contrario a la teoría de Copérnico sobre el movimiento de rotación y de traslación terráquea, porque ese movimiento de rotación iría contra su naturaleza "frágil y caduca" y, por lo tanto, le afectaría. Sin embargo, asegura que hubiera podido admitir el movimiento de traslación, pero que finalmente lo rechazó también. Lo que sí tuvo claro es que "el Sol, con su movimiento, rige la economía de la naturaleza y causa las estaciones".

Los siglos XVI y XVII, en suma, presentan una Europa inquieta y una España donde la astronomía había sufrido un colapso total. Las predicciones de los astrólogos, aprovechándose de las facilidades de la imprenta para difundir su mensaje, inundaban las ciudades. La Inquisición perseguía a quien cuestionara que la Tierra era el centro del Universo. Pero en este periodo, tanto en Europa como en España, aunque aquí más tímidamente, numerosos científicos, que han entrado en la historia de la astronomía por la puerta grande como fuente del pensamiento científico de los próximos siglos, no estaban de acuerdo con las ideas clásicas del Universo. Por eso, con sus descubrimientos intentaron desterrar el vetusto pensamiento medieval imperante en Europa, preparándola, a pesar del mensaje confuso y catastrofista de los astrólogos, para entrar en una Ilustración donde de nuevo las ideas se impondrían a los mitos. ■



Derecha, grabado de dos astrónomos con un cubo geométrico sobre un pedestal con la estrella de siete puntas. Anónimo alemán de 1534. BN. Debajo, ilustración de 'Novi annuli astronomici' (1536), de Johannem Dryandrum. BN.

BIBLIOGRAFÍA

- **Aedo et Gallart, D.** (trad.). *Le voyage du prince don Fernande Infant d'Espagne, Cardinal en 1632, que fue de Madrid a Barcelona con el rey Felipe IV, su hermano.*1635.
- **Alberola Romá, Armando.** *El pantano de Tibi*. Alicante, 1984.
- **Alcázar, Cayetano.** *Los orígenes del correo moderno en España.* Imprenta Municipal. Madrid, 1928.
- **Alonso García, Fernando.** *El correo en el Renacimiento europeo: estudio postal del Archivo Simón Ruiz: 1553-1630.* Fundación Albertino de Figueiredo para la Filatelia. Madrid, 2004.
- **Astrana Marín, Luis.** *Vida ejemplar y heroica de Miguel de Cervantes Saavedra: con mil documentos hasta ahora inéditos y numerosas ilustraciones y grabados de época.* Instituto Editorial Reus. 8 tomos. Madrid, 1951.
- **Bennassar, Bartolomé.** *La España del Siglo de Oro.* Barcelona, 1983.
- **Bernal, Begoña.** *El conocimiento del territorio como base fundamental en la aventura de definir caminos o itinerarios culturales. Actas del VI Congreso Internacional Italia-España 2002*. Tomo I. Madrid, 2004.
- **Bouza, Fernando.** *Correo manuscrito: una historia cultural del Siglo de Oro*. Marcial Pons. Madrid, 2001.
- **Bouza, Fernando.** *Los contextos materiales de la producción cultural.* En: Feros, Antonio y Gelabert, Juan (Dirs.), *España en tiempos del Quijote* (Madrid: Taurus, 2004) pp. 309-344.
- **Camarero, Eduardo, Bebía Marius y Bebía José F**. *Tibi, un pantano singular.* Valencia, 1989.
- **Castillo Gómez, Antonio** (coord.). *La conquista del alfabeto: escritura y clases populares.* Ediciones Trea. Somonte. Cenero-Gijón, 2002.
- **Cotogno, Octavio.** *Nuovo itinerario delle poste pertutto il mondo, d'Ottavio Cotogno luogotenente del corriero maggiore del presente stato di Milano.* Milán, 1616.
- **Cehopu.** *La ciudad hispanoamericana: el sueño de un orden.* Madrid, 1997.
- **Cehopu.** *Puertos españoles en la historia.* MOPT. Madrid, 1994.
- **Cehopu.** *Puertos y fortificaciones en América y Filipinas XVI-XIX.* Madrid, 1985.
- **Cervantes Saavedra, Miguel de.** *El Ingenioso Hidalgo Don Quijote de la Mancha.* Edición crítica dispuesta por Francisco Rodríguez Marín. Ediciones Atlas. 10 Vol. Madrid, 1948.
- **Cervantes Saavedra, Miguel de** (2004). *Don Quijote de la Mancha.* Edición del Instituto Cervantes, 1605-2005. Barcelona: Galaxia Gutenberg, Círculo de Lectores. 2 vol.
- **Corchado, Manuel.** *El camino de Toledo a Córdoba.* Jaén 1969
- **Elliot, John H.** *Máquina insigne: la monarquía hispana en el reinado de Felipe II.* En: Feros, Antonio y Gelabert, Juan (Dirs.), *España en tiempos del Quijote.* (Madrid: Taurus, 2004) pp. 41-60
- **Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.** *El camino de Andalucía.* MOPT. 1993
- **Farinelli, Arturo.** *Viajes por España y Portugal desde la Edad Media hasta el siglo XX.* Madrid, 1920.
- **Fernández Ordóñez, J. A.** (et al.). *Catálogo de noventa presas y azudes españoles anteriores a 1900.* Madrid, 1984.
- **Fernández Ordóñez, J. A.** (et al.). *Catálogo de treinta canales españoles anteriores a 1900.* Madrid, 1986.
- **Feros, Antonio y Gelabert, Juan** (Dirs.). *España en tiempos del Quijote.* Taurus. Madrid, 2004.
- **García-Diego, José A** (Pról.). *Pseudo Juanelo Turriano: Los veintiún libros de los ingenios y las máquinas.* Madrid, 1984.
- **García Mercadal, José.** *Viajeros extranjeros por España y Portugal.* Madrid, 1959
- **García Tapia, Nicolás.** *Ingeniería y arquitectura en el Renacimiento español.* Valladolid, 1990.
- **García Tapia, Nicolás.** *Pedro Juan de Lastanosa: el autor aragonés de 'Los veintiún libros de los ingenios y máquinas'.* Huesca, 1990.
- **García Tapia, Nicolás.** *Técnica y poder en Castilla durante los siglos XVI y XVII.* Valladolid, 2003.
- **García Tapia, Nicolás y Carrillo Castillo, Jesús.** *Tecnología e imperio: ingenios y leyendas del Siglo de Oro: Turriano, Lastanosa, Herrera, Ayanz.* Madrid, 2002.
- **García Tapia, Nicolás y García-Diego, José A.** *Vida y técnica en el Renacimiento: manuscrito que escribió, en el siglo XVI, Francisco Lobato.* Valladolid, 1990.
- **González Tascón, Ignacio.** *Fábricas hidráulicas españolas.* Madrid, 1992.
- **González Tascón, Ignacio.** *Ingeniería española en ultramar XVI-XIX.* Cehopu
- **Guimerá, Agustín y Romero, Dolores** (editores). *Puertos y sistemas portuarios (siglos XVI-XIX). Actas del coloquio internacional 'El sistema portuario español'*, Madrid, 1995. Cehopu.
- **López Gómez, Antonio.** *Los embalses valencianos antiguos.* Valencia, 1996.
- **López Gómez, Antonio.** *La navegación por el Tajo: el reconocimiento de Carduchi en 1641 y otros proyectos.* Madrid, 1998.
- **Madrazo Madrazo, Santos.** *Las redes de transporte en la España del antiguo régimen. Actas del I Congreso Internacional de Comunicaciones.* Madrid, 1993
- **Manzanares, Jerónimo Paulo de.** *Estilo y formulario de cartas familiares.* Luis Sánchez. Madrid, 1600.
- **Martín del Olmo, A.** *Postas y estafetas en el Siglo de Oro español.* En: *Boletín de la Academia Iberoamericana y Filipina de Historia Postal*, (Madrid), nº 142-143 (enero-junio 1983): pp. 28-32
- **Martín del Olmo, A.** *Novísima recopilación de las Leyes de España: Tomo II, que contiene los libros quinto, sexto y séptimo*" (1872). En: *Los códigos españoles concordados y anotados: tomo octavo*. Madrid: Antonio de San Martín, editor
- **Martín del Olmo, A.** *Sesión en homenaje a Miguel de Cervantes Saavedra, en el IV Centenario de su nacimiento (1947).* En: *Boletín de la Academia Iberoamericana y Filipina de Historia Postal*, (Madrid), nº 5 (dic.): pp. 3-10
- **Meneses, Alonso de.** *Repertorio de caminos ordenado por Alonso de Meneses Correo. Añadido el Camino de Madrid a Roma. Con un memorial de muchas cosas sucedidas en España. Y con el Repertorio de cuentas, conforme a la nueva premática.*1576. Madrid, 1976.
- **Muñoz-Repiso, Carlos.** *La intervención administrativa en la circulación por los caminos hispánicos. Actas del VI Congreso Internacional Italia-España 2002*. Tomo I. Madrid, 2004.
- **Raya Retamero, Salvador**. *Andalucía en 1599 vista por Diego Cuelvis.* Málaga, 2002.
- **Real Academia Española.** *Diccionario de la lengua castellana* (1817) Madrid: Imprenta Real. 5ª ed.
- **Real Academia Española.** *Diccionario de la lengua castellana* (1914) Madrid: Imprenta de los Sucesores de Hernando. 14ª ed.
- **Sáenz Ridruejo, Fernando.** *Ingeniería y obra civil. El Renacimiento.* Madrid, 2004
- **Silva Suárez, Manuel** (ed.)**.** *Técnica e ingeniería en España: el Renacimiento.* Zaragoza, 2004.
- **Teixeira, Pedro de.** *Compendium geographicum.* Edición de Ramón Alvargonzález Rodríguez.
- **Thebussem, Doctor** (1984). *Carta a mister Lerouge (Londres) sobre los viajes de los correos con el título A las diez o a las veinte.* En: *Boletín de la Academia Iberoamericana y Filipina de Historia Postal*, (Madrid), nº 146-149: pp. 235-237
- **Thebussem, Doctor** (1984). *De la carta bibliográfico-postal a D. José María Provanza (Madrid) sobre El Quijote y el correo....* En: *Boletín de la Academia Iberoamericana y Filipina de Historia Postal*, (Madrid), nº 146-149: pp. 122-123
- **Ugalde y Agundez, J. María.** *Los caminos teresianos.* 2ª ed. Madrid, 2002.
- **Uriel Salcedo, José I.** *Viajes y transportes en los siglos XVI y XVII. Historia de los caminos de España.* Madrid, 1990
- **Varios autores.** *Anales de las Ordenanzas de Correos de España: 1283-1819.* (1879). Madrid: Imprenta Central a cargo de Víctor Saiz. Vol. I
- **Varios autores.** *Cuatro conferencias sobre historia de la ingeniería de obras públicas en España.* Madrid, 1987.
- **Varios autores.** *Felipe II, los ingenios y las máquinas: ingeniería y obras públicas en la época de Felipe II.* Sociedad Estatal para la Conmemoración de los Centenarios de Felipe II y Carlos V. Madrid, 1998.
- **Verdegay y Fiscowich, Eduardo.** *Historia del correo desde sus orígenes hasta nuestros días con un apéndice que comprende la legislación interior de los países que forman la Unión Postal.* Universal.Imprenta de Ricardo Rojas. Madrid, 1894.
- **Vigueras, Modesto y Peña Abizanda.** *Evolución de las tecnologías de infraestructuras marítimas en los puertos españoles.* Puertos del Estado. Madrid, 2000.
- **Villuga, Pero Juan de.** *Repertorio de todos los caminos de España: hasta agora nunca visto.* Alcalá de Henares, 1564.
- **Vincent, Bernard.** *La sociedad española en la época del Quijote.* En: Feros, Antonio y Gelabert, Juan (Dirs.), *España en tiempos del Quijote.*(Madrid: Taurus, 2004) pp. 279-307



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

FOMENTO

tienda virtual
www.fomento.es



Estos títulos y todos los de nuestro catálogo puede adquirirlos en nuestra tienda virtual

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
http://publicacionesoficiales.boe.es

Título de la obra: ***ANUARIO de la Revista de Fomento 2012.***
10 números ordinarios, 1 extraordinario, 1 especial.
Año de edición: ***diciembre 2012***

Edición digital:
1ªedición electrónica: ***noviembre 2013***
Formato: ***PDF***
Tamaño: ***259 MB***

NIPO: 161-13-006-7
I.S.B.N.: 978-84-498-0965-1

P.V.P. (IVA incluido): 9,99 €

Edita:
Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Fomento©

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

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
SECRETARIA GENERAL TECNICA
CENTRO DE PUBLICACIONES