

Revista del  
Ministerio de

Enero 2018 Nº 679 3€

# Fomento



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO

PREMIO NACIONAL  
DE ARQUITECTURA 2016

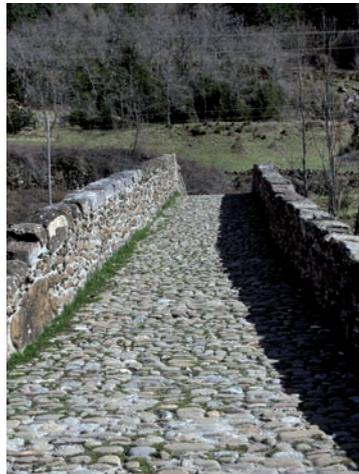
CARRETERAS CONECTADAS  
E INTELIGENTES

IMPULSO DE FUTURO DEL  
MINISTERIO DE FOMENTO

UN AVE JUNTO AL NILO

INNOVANDO  
EL CONTROL AÉREO





Revista del Ministerio de

# Fomento

Julio-Agosto 2017 ● N° 674 ● 6 €




## *Historia de los caminos y carreteras en España*




GOBIERNO DE ESPAÑA    MINISTERIO DE FOMENTO



**MONOGRÁFICO**  
Julio-Agosto 2017

**PVP: 6 €**



SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF : 91 597 53 85 / 53 91  
 Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)  
 Por correo electrónico: [cpubic@fomento.es](mailto:cpubic@fomento.es)

**Directora de la Revista:** Herminia Cano.

**Maquetación:** Aurelio García.

**Secretaria de redacción:** Lola Gutiérrez.

**Archivo fotográfico:** Vera Nosti.

**Portada:** Lourdes Jansana.

**Elaboración página web:**

www.fomento.gob.es/publicaciones.

Concepción Tejedor.

**Suscripciones:** 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo Mateos).

**Colaboran en este número:** Jaime Arruz, Marián Campra García de Viguera, Pepa Martín Mora, Javier R. Ventosa y Beatriz Terribas.

**Comité de redacción: Presidencia:**

Rosana Navarro Heras.

(Subsecretaria de Fomento).

**Vicepresidencia:**

Alicia Segovia Marco.

(Secretaria General Técnica).

**Vocales:** Patricia Crespo González

(Directora de Comunicación), Pilar Garrido

Sánchez (Directora del Gabinete de la

Secretaría de Estado de Infraestructuras,

Transporte y Vivienda), Belén Villar Sánchez

(Jefa del Gabinete de la Subsecretaria),

Mónica Marín Díaz (Directora del Gabinete

Técnico de la Secretaría General de

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

(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría

General de Transportes), Regina Mañueco

del Hoyo (Directora del Centro de

Publicaciones) y Herminia Cano (Directora

de la Revista).

**Dirección:** Nuevos Ministerios. Paseo de la

Castellana, 67. 28071 Madrid.

Teléf.: 915 978 084. Fax: 915 978 470.

Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65.

**E-mail:** cpublic@fomento.es

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

NIPO: 161-15-005-0

**Edita:**

Centro de Publicaciones.  
Secretaría General Técnica  
MINISTERIO DE FOMENTO

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

Esta revista se imprime en papel 100% reciclado a partir de pasta FSC libre de cloro.



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

## ARQUITECTURA

### UN DÚO PERFECTO

JOSÉ A. MARTÍNEZ LAPEÑA Y  
ELÍAS TORRES TUR.  
PREMIO NACIONAL DE  
ARQUITECTURA 2016.



## PLANES E INVERSIONES

### IMPULSO DE FUTURO

LA APUESTA DEL MINISTERIO  
DE FOMENTO POR MEJORAR  
LA EFICIENCIA Y LA MOVILIDAD  
EN EL TRANSPORTE



### 28 INNOVANDO EL CONTROL AÉREO

LA INNOVACIÓN Y LA EXCELENCIA EN EL SERVICIO DE LOS CONTROLADORES AÉREOS ESPAÑOLES

34 EL AVE MADRID-MÁLAGA CUMPLE 10 AÑOS  
ALTA VELOCIDAD DEL TURISMO

40 MIDIENDO LA TEMPERATURA DEL MAR  
LAS BOYAS DE FOMENTO FORMAN PARTE DEL SISTEMA DE MEDICIÓN DEL MEDIO MARINO



## CARRETERAS

### CARRETERAS CONECTADAS E INTELIGENTES

ESPAÑA DESPLEGARÁ ESTE AÑO EL MAYOR ENSAYO DE SISTEMAS C-ITS, LA ALIANZA ENTRE INFRAESTRUCTURA Y VEHÍCULO



## FERROCARRIL

### UN AVE JUNTO AL NILO

INECO CULMINA EL ESTUDIO DE VIABILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD DE EGIPTO

### 46 EL FASCINANTE MUNDO DE LOS MAPAS

EXPOSICIÓN EN LA BIBLIOTECA NACIONAL: CARTOGRAFÍAS DE LO DESCONOCIDO

52 "IRIBARREN, INGENIERÍA Y MAR"

54 ACTUALIDAD



*PREMIO NACIONAL DE ARQUITECTURA 2016*

# Un dúo perfecto

PEPA MARTÍN MORA

El trabajo en equipo de José Antonio Martínez Lapeña y Elías Torres Tur ha obtenido su reconocimiento con el Premio Nacional de Arquitectura 2016, concedido por el Ministerio de Fomento.



La dilatada carrera conjunta que pronto cumplirá cincuenta años de colaboración ininterrumpida de José Antonio Martínez Lapeña y Elías Torres Tur, ha sido reconocida con el Premio Nacional de Arquitectura 2016. Un galardón que Martínez Lapeña asegura haber recibido en principio con sorpresa “porque no lo imaginaba” y después con alegría “porque siempre está bien que reconozcan tu trabajo”. Su compañero, por su parte, ha pensado en los mayores: “en aquellos seres queridos que ya no están y a los que les hubiera gustado ver este reconocimiento a tu trabajo”, asegura Torres Tur.

Con este galardón de carácter anual instituido por el Ministerio de Fomento, se rinde testimonio de admiración a una persona física o entidad con personalidad jurídica que con su trabajo o con el conjunto de su obra contribuye de forma extraordinaria al enriquecimiento de los aspectos sociales, tecnológicos y sostenibles de la arquitectura o el urbanismo español dentro y fuera de nuestras fronteras. Lo excepcional en esta edición es que ha sido a dos compañeros de fatiga, cuyo secreto para mantener esta colaboración de medio siglo ha sido “ser buena gente y mantener la confianza el uno en el otro”, según José Antonio, una idea en la que coincide Elías, aunque la expresa con otras palabras: “ser buenos amigos”.

También quienes les conocen, además de ellos mismos, aseguran que son diferentes, y que precisamente esas visiones antagónicas ante un proyecto, un pensamiento, o incluso una manera de ser que distingue al uno del otro, han sido una forma de complementarse que además ha permitido que no exista competencia entre ellos. El resultado: “una arquitectura abierta y arriesgada”, tal y como se dice en el acta del jurado, que cuenta con la presidencia honorífica del ministro Iñigo de la Serna y del que forman parte destacados profesionales del mundo de la arquitectura, entre ellos, algunos premiados en otras ediciones.

También se subraya en el acta de concesión, que durante todos estos años de colaboración, el trabajo de ambos arquitectos ha abordado proyectos de toda índole “desde la periferia más problemática hasta sus en-

Estudio Martínez Lapeña-Torres Tur



► Folie 7 Expo 90  
Osaka (Japón).

## JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ LAPEÑA Y ELÍAS TORRES: MAESTROS DE LA ARQUITECTURA ESENCIAL MEDITERRÁNEA

### \*IÑIGO JOAQUÍN DE LA SERNA HERNÁIZ.

*El Ministerio de Fomento otorga el Premio Nacional de Arquitectura 2016 a José Antonio Martínez Lapeña y a Elías Torres Tur, por su dilatada carrera en el mundo de la arquitectura. Estos dos reconocidos profesionales celebran además en 2018, cincuenta años desde que salieron de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona en 1968, trabajando juntos al frente de su estudio.*

*En una época en la que los cambios son vertiginosos, produce verdadera admiración el compromiso de ambos arquitectos con su proyecto común. Medio siglo de propuestas arquitectónicas conjuntas que abarcan un amplio abanico de colaboraciones sobre espacios públicos, como el proyecto del faro de Punta Amer (1989) para el entonces Ministerio de Obras Públicas o la reciente “La Ría Promenade” para el Puerto de Huelva en 2016.*

*También han realizado muchísimos trabajos para el ámbito cultural, como el Museo de Arte Kumamoto en Japón (1992), con una clara visión internacional en la que fueron verdaderos pioneros, al asumir tempranamente proyectos más allá de nuestras fronteras. Y por supuesto, trabajos que han cuajado en el sector privado, como el Hotel Hiberus en Zaragoza (2008) o las construcciones destinadas a residencia, siendo representativas las dos casas de La Savina, en Formentera (2016) o la Casa Costa, en Ibiza (2003).*

*Es precisamente en esta arquitectura mediterránea donde se encuentra la esencia de los dos arquitectos premiados. Las líneas de pulcro blanco frente al azul del cielo límpido de los veranos en Ibiza, que se cuele dentro de la iglesia de Hospitalet, renovada en 1984 para el Ministerio de Cultura, han seguido estando presentes en toda su obra hasta nuestros días, en los que podemos disfrutar de la sencilla renovación de la Casa Cocons, también bohemia e ibicenca.*

*Pero el estudio de José Antonio Martínez Lapeña y Elías Torres, aun siendo máximo exponente de lo que podríamos llamar como arquitectura esencial mediterránea, no se puede encasillar en un solo modelo y se caracteriza, precisamente, por la versatilidad y el atrevimiento al aceptar retos, entre los que destaca la difícil tarea de acometer la restauración del Parque Güell en 1993, respetando la maestría del genio, Gaudí. Sorprende también la impresionante imagen de un rayo trazada sobre la ladera de Toledo, con la que no solo introdujeron unas funcionales escaleras mecánicas para facilitar el acceso al casco antiguo de la ciudad, sino que consiguieron iluminar y revivir un recodo mágico, visible desde toda la explanada que constituye la ciudad nueva.*

*Los símbolos que estos dos autores van dejando con su arquitectura crean escuela y perduran en el recuerdo de quienes han entrado en contacto con sus obras, pero a veces, ellos, sorprendiéndonos de nuevo, han preferido ser efímeros con la participación en exposiciones temporales y nos han permitido gozar de la constante originalidad de sus ideas, aunque haya sido por un periodo fugaz de tiempo.*

*Combinar la tradición mediterránea con la fascinación de la novedad y seguir creando es, sin duda, una tarea muy compleja cuando se ejecuta con éxito durante cincuenta años. Esta constancia*

*hace que el premio que ahora reciben se una a otras muchas distinciones, pues cuentan en su haber con el prestigioso RIBA International Fellowship o los premios FAD, entre otros.*

*Al galardón del Ministerio de Fomento con el Premio Nacional de Arquitectura quiero también sumar mi reconocimiento personal a los dos arquitectos por su extensa carrera y especialmente, por continuar con la misma ilusión, contribuyendo al futuro de la arquitectura nacional.*

**\*MINISTRO DE FOMENTO.**



► Martínez Lapeña (izda) y Torres Tur (dcha).

Estudio Martínez Lapeña-Torres Tur.

► Casa Gili en Santa Eulària des Riu (Eivissa).



Lluís Casals

► Hospital de Móra d'Ebre (Tarragona).



cargos internacionales, ya que han sido pioneros en nuestro país trabajando fuera de nuestras fronteras". Entre su obra cuentan con la construcción y renovación de algunos de los espacios públicos más significativos de la arquitectura española de las últimas décadas –como el faro de Punta Amer (1989) o la Ría Promenade para el Puerto de Huelva (2016)– “siempre desde un lenguaje fresco que aúna compromiso cívico con actitud respetuosa ante el paisaje y la ciudad histórica, constituyendo un ejemplo de innovación y búsqueda constante”.

El galardón, al que han concurrido hasta un total de quince candidaturas presentadas por diversas entidades vinculadas al mundo de la Arquitectura, el Urbanismo y las Bellas Artes, se ha concedido a Martínez Lapeña y Torres Tur a propuesta del Consejo Superior de Arquitectos de España, que ha contado con el aval del Colegio Oficial de Arquitectos de las Islas Baleares. Agradecen a ambas instituciones esta propuesta, sin la cual no hubiera sido posible el premio, pero no quieren olvidar al jurado que ha considerado que eran merecedores del mismo, ni a todos aquellos que a lo largo de su carrera han confiado en ellos.

## ▲ Perfiles

José Antonio Martínez Lapeña (Tarragona, 1941) y Elías Torres Tur (Ibiza, 1944) coinciden mientras cursan la carrera en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona (ETSAB). Ambos se gradúan como arquitectos en 1968, año en el que conforman la asociación profesional que mantienen a día de hoy montando

Lluís Casals

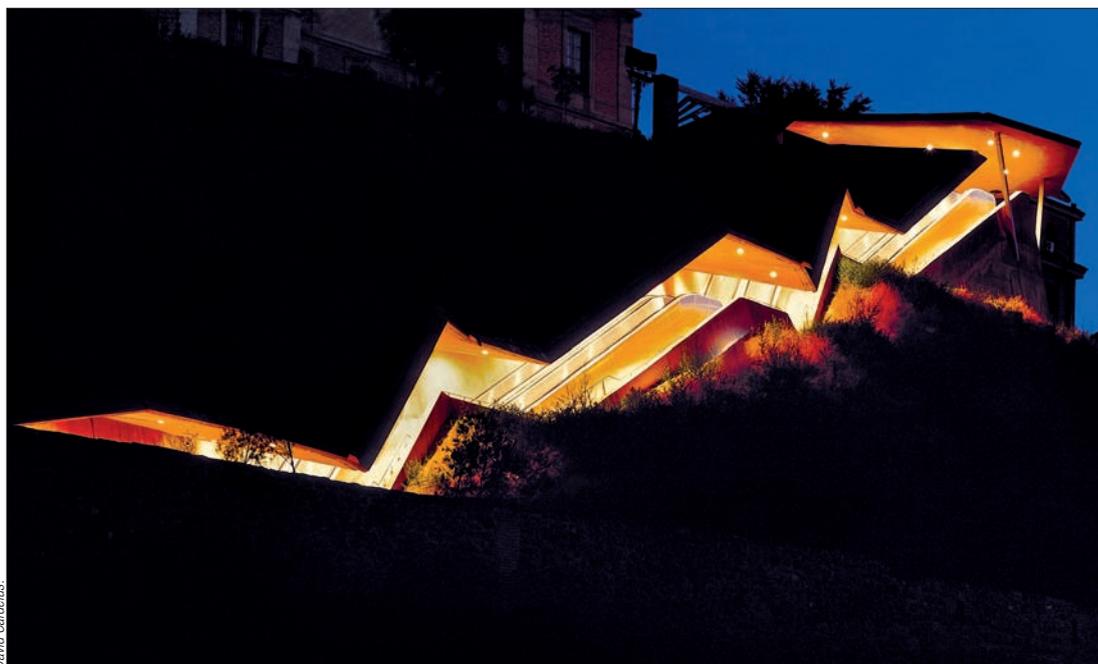
su propio estudio de arquitectura en Barcelona, empresa común con la que han adquirido un prestigio y un reconocimiento que también les ha proporcionado, entre otros premios, el RIBA International Fellowship.

Tras la concesión de este prestigioso galardón del Royal Institute of British Architects (RIBA) para arquitectos no británicos, el colega que les propuso para ello, John Tuomey, galardonado a su vez con la Royal Gold Meda, les definió como un ying yang “un equilibrio de opuestos: Elías es el remolino enérgico y alegre, mientras que José Antonio es el centro tranquilo, el que mantiene las cosas unidas proporcionando el núcleo y el ancla necesarios para el despacho”. Ambos coinciden en que son diferentes y que “al no ser iguales decimos cosas distintas que ayudan a trazar un único camino, se necesita muchas veces el desacuerdo para avanzar”, afirma Torres Tur, a quien Martínez Lapeña define como “muy vivaz e intuitivo”.

Durante estos casi cincuenta años han sido responsables de grandes proyectos, tanto públicos como privados, lo que les han proporcionado numerosos galardones, entre los que destacan los Jardines de Vil·la Cecilia en Barcelona (1986), el Hospital Comarcal de Móra d'Ebre en Tarragona (1988) y varios edificios de viviendas en la Villa Olímpica de Barcelona (1992) –todos ellos Premio FAD de Arquitectura–, las escaleras mecánicas de La Granja en Toledo (2000) –un corte en la montaña que de noche se convierte en un zigzag luminoso– Premio Manuel de la Dehesa de la VI Bienal Española de Arquitectura y Urbanismo, la Explanada y Pérgolas Fotovoltaicas del Fórum Universal de las Culturas, Barcelona (2004) o el Premio Especial de la Bienal Internacional de Arquitectura de Venecia.



Hisao Suzuki



David Cardelús

► Museo de Arte de Kumamoto (Japón). A la izda., escaleras de la Granja (Toledo).



► *Viviendas Plaza Tirant lo Blanc. Villa Olímpica (Barcelona).*

Otros proyectos destacables son el anexo del Museo de Arte de Kumamoto en Japón (1992) —por el cual recibieron el Premio Belca en Tokio—, la Plaça de la Constitució en Girona (con J. Esteban, A. Font y J. Montero, 1995), la restauración del Park Güell en Barcelona (1993), las viviendas en la Colonia San José en Madrid (1995), la renovación de la Alameda de Hércules en Sevilla (2008), el Hotel Hiberus en Zaragoza (2008), el Centro Cultural del Carne en Badalona (2012) y el más reciente, el Paseo de la Ría en Huelva (2016).

Además, han restaurado la Iglesia de l'Hospitalet en Ibiza (1984), el Castillo de Ibiza (con X. Pallejà y S. Roig, 1991), el Monasterio de Sant Pere de Rodes (1990), el Castillo de Bellver (1993), las Rampas al Castillo de Castelldefels (con M. Usandizaga, 1993), el Paseo de Ronda y Baluartes de las Murallas de Palma de Mallorca,

proyecto aún por terminar y que iniciaron en 1991 y la Casa Vicens de Gaudí (con Daw Office, 2017).

En el ámbito de las intervenciones efímeras destacan la exposición “El Escorial: Biografía de una Época” en Madrid (1986), la Follie '90 para la Expo de Osaka '90 y la instalación “9 m<sup>2</sup> (+ o -) de Instrumentos para Luz Cenital” (1999). También obras de interiorismo como la Ferretería Torres-Guasch en Ibiza (1985), la Librería del Centro de Arte Reina Sofía en Madrid (1989) o el Portal de la Iglesia de Sant Gaietà en Palma de Mallorca (2009).

Entre sus diseños de mobiliario urbano, el equipo de arquitectos cuenta con piezas tan reconocidas como la farola Lampelunas (Premio Delta de Oro ADI-FAD 1986) o la marquesina de autobuses Pal-li de Barcelona (Premio Delta de Plata ADI-FAD 1988, con J. L. Canosa), el primer elemento de una nueva concepción del mo-

**Durante sus 50 años de colaboración han sido responsables de grandes proyectos, tanto públicos como privados**



## El Jurado

- ✓ *Presidencia de Honor: ministro de Fomento, quien no participa en las deliberaciones del Jurado.*
- ✓ *Juan Navarro Baldeweg, presidente, galardonado con el Premio Nacional de Arquitectura 2014.*
- ✓ *Rafael Moneo Vallés, galardonado con el Premio Nacional de Arquitectura 2015.*
- ✓ *Juan Bordes Caballero, a propuesta de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.*
- ✓ *Elisa Valero Ramos, a propuesta de la Conferencia de Rectores de Universidades españolas.*
- ✓ *Sara de Giles Dubois, a propuesta del Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España.*
- ✓ *Beatriz Colomina, a propuesta de la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo.*
- ✓ *José María Cruz Novillo, a propuesta de la Federación de Asociaciones de Periodistas de España.*
- ✓ *Secretario de actas: El Subdirector General de Arquitectura y Edificación, con voz pero sin voto.*

biliario urbano que regeneraría la ciudad de Barcelona, caracterizado por la asociación entre el diseño y la explotación publicitaria, además de jardines, como el de Las Eras, en Formentera, alamedas, parques y paseos.

También se han dedicado a la construcción de viviendas unifamiliares, entre las que destacan la Boenders (1982), la Gili (1987), la V. Marí (1994), la Costa (2003) y Can Cucons (2010), todas ellas en la isla de Ibiza; la Casa Rauchwerk en Nueva Orleans (1992) y la Casa Mas en Barcelona (2000).

A la hora de elegir entre tantos trabajos tan diversos, ninguno se decanta por un proyecto concreto. “Es difícil” asegura Martínez Lapeña, aunque reconoce que “algunos trabajos se identifican como más sufridos porque han causado muchos problemas, y al final los recuerdas con más afecto, pero no podría hacer un baremo”. Menciona por su complicación un edificio en Mora de Ebro, cuya construcción tuvo una duración de siete años, la reconstrucción del Parque Güell —en la que invirtieron cinco años de trabajo, durante los cuales fue necesario realizar visitas de obra semanal-



► Hotel Hiberus (Zaragoza).

mente— o las Murallas del Baluarte, de Palma de Mallorca.

Torres Tur no sólo coincide, sino que además nos explica que ha tenido que hacer un listado de las obras que han hecho para la entrega del premio, y que tiene a todas y cada una de ellas presente, aunque menciona la restauración de la pequeña Iglesia de cal blanca

## Premiados

*El Premio Nacional de Arquitectura, que se constituyó en 1930, se concede desde el año 2001 al conjunto del trabajo de un arquitecto, un criterio distinto con el que surgió, que era el de premiar una obra concreta.*

*Desde entonces, estos han sido los premiados:*

- 2001** José Antonio Corrales.
- 2002** Miguel Fisac.
- 2003** Antonio Fernández Alba.
- 2004** Matilde Ucelay Maortúa.
- 2005** Santiago Calatrava.
- 2006** Oriol Bohigas.
- 2009** Carlos Ferrater
- 2010** Lluís Clotet
- 2014** Juan Navarro Baldeweg.
- 2015** Rafael Moneo.
- 2016** José Antonio Martínez Lapeña y Elías Torres Tur.

de l'Hospitalet, en Ibiza, quizá por aquello de que es oriundo de la isla. “Unos proyectos los recuerdo con más cariño y otros con menos” —asegura— “algunos han sido más divulgados y han tenido mayor aceptación, hemos hecho obras muy distintas, de espacio público, de intervención en el patrimonio, y muchas viviendas unifamiliares, que aunque sea un trabajo que se repite mucho porque siempre se crean los mismos espacios, son la expresión más singular de un arquitecto, te sientes autorretratado. De hecho, asegura, se puede ver la historia de la arquitectura haciendo un repaso a la evolución de la vivienda unifamiliar”.

Ambos han destacado también en el ámbito de la docencia. Sin ánimo de ser exhaustivos, procede señalar que Martínez Lapeña ha ejercido como profesor en la escuela barcelonesa, en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura del Vallés (ETSAV), en la ETSA Ramon Llull y ha impartido el Máster de Arquitectura en la ETSA Pamplona. Por su parte, Elías Torres Tur ha ejercido como profesor de proyectos y arquitectura del paisaje en la Escuela de Arquitectura de Barcelona. Ha sido profesor invitado en universidades estadounidenses, como UCLA y Harvard.

## ► Proyectos, visión y esperanza de futuro

En la capital balear tienen trabajo pendiente. Está previsto que este año empiecen las obras de las Torres del Temple, un proyecto de 2,1 millones financiado con el impuesto de turismo sostenible. También esperan poder acometer una etapa más de la recuperación de las murallas de la capital balear.

Ambos ven el futuro con optimismo, “porque el arquitecto es un elemento necesario en la construcción del hábitat humano”, afirma Martínez Lapeña, aunque cree que “la figura del profesional liberal, trabajando en un despacho pequeño, tenderá a desaparecer en favor de despachos multidisciplinares, más grandes y con capacidad de respuesta en todos los ámbitos, aunque la función del arquitecto como tal se mantenga”.

“La arquitectura tiene futuro” —según Torres Tur— “aunque nuestra forma de trabajar se parece más a la de los arquitectos del siglo XVI en cuanto a responsabilidad en el proyecto, y ello nos lleva a resistirnos a cambiar. La sociedad ya no delega su confianza en una persona, delega en un equipo, hay más exigencia, y un arquitecto tiene que entender de todo para mantener la capacidad de coordinar, una realidad que puede llevar a la devaluación de su figura”, advierte.

¿Un consejo a los arquitectos futuros?: “que insistan y perseveren, porque si tienen vocación saldrán adelante”, es la idea que les lanza Martínez Lapeña, mientras que Torres Tur les dice que sean exigentes y que no compitan a la baja, dado que cada vez la competencia en el sector es mayor. ■



ESPAÑA DESPLEGARÁ ESTE AÑO EL MAYOR ENSAYO DE SISTEMAS C-ITS,  
LA ALIANZA ENTRE INFRAESTRUCTURA Y VEHÍCULO

# Carreteras conectadas e inteligentes

JAVIER R. VENTOSA

Implantar nuevos servicios al usuario que mejoren la seguridad vial a partir de la comunicación entre la carretera y el vehículo, o entre vehículos, es el objetivo, tecnológicamente viable, de los proyectos de sistemas inteligentes de transporte cooperativos (C-ITS) que impulsa la UE. España se acaba de incorporar al más relevante, la plataforma C-Roads, que pretende sentar las bases de uso de estos sistemas en Europa. Bajo su amparo se desarrollará el proyecto C-Roads Spain, iniciativa coordinada por los ministerios de Fomento e Interior que testará la eficiencia de estas tecnologías en cinco pruebas piloto a realizar en la geografía nacional. Se trata del mayor ensayo de este tipo en las carreteras españolas.

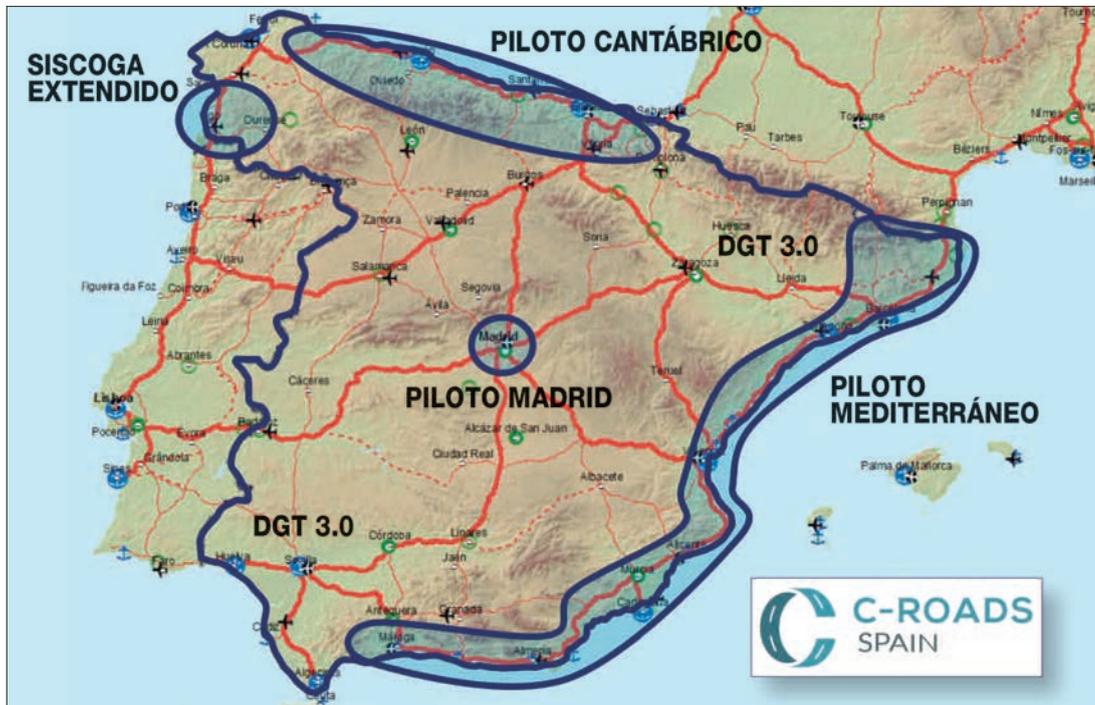
La cumbre comunitaria Digital Transport Days, celebrada del 8 al 10 de noviembre de 2017 en Tallin (Estonia), ha sido escenario de la incorporación de España a la plataforma C-Roads, el principal proyecto de desarrollo de sistemas inteligentes de transporte cooperativos (C-ITS) de la UE. Estos sistemas son



Centro Tecnológico de Automación de Galicia (CTAG)

► La comunicación infraestructura-vehículo proporcionará nuevos servicios al usuario. Izquierda, antena RSU instalada en una autovía de Madrid; sobre estas líneas, aviso de accidente en el móvil, ya testado en el proyecto Siscoga y que C-Roads Spain busca perfeccionar.

# Las cinco pruebas piloto de C-Roads Spain



el resultado de la evolución de los ITS tradicionales hacia un nuevo entorno de interacción cooperativa entre infraestructura y vehículo (I2V/V2I) o entre vehículos (V2V), propiciado por la tecnología, que permitirá a usuarios y gestores compartir información hasta ahora no disponible y usarla para mejorar sus acciones en beneficio de la seguridad vial, la eficiencia del tráfico, la reducción de emisiones y el confort al volante. Con estos sistemas, que transformarán la carretera desde una plataforma inanimada en una infraestructura inteligente prestadora de servicios, el conductor podrá adoptar la mejor decisión para adaptarse a la circulación y el gestor implementará la estrategia más adecuada para la gestión del tráfico. También serán aplicables al vehículo autónomo.

La adhesión a C-Roads sitúa a España en la vanguardia del desarrollo de especificaciones técnicas y del intercambio de conocimientos con otros socios sobre los C-ITS, sistemas basados en tecnologías ya existentes o en desarrollo que, en el marco de esta iniciativa, testarán su viabilidad tecnológica y su interoperabilidad con vistas a un despliegue a gran escala en la UE.

Por otro lado, la presencia española en esta plataforma se inscribe en la filosofía del Plan de Innovación para el Transporte y las Infraestructuras del Ministerio de Fomento, que apuesta por la digitalización de la carretera y el fomento de la conectividad entre vehículos, infraestructura, organizaciones, sistemas y usuarios para lograr una red transporte más eficaz y segura.

## El proyecto español

La aportación de cada país miembro a la plataforma se plasma en un proyecto nacional, que en el caso de España se denomina C-Roads Spain. Este proyecto se lleva a cabo bajo la coordinación de las direcciones generales de Tráfico (Ministerio del Interior) y Carreteras (Ministerio de Fomento), y lo desarrollará un consorcio de veintiseis socios, pertenecientes a los sectores pú-

### Objetivos de C-Roads Spain

- ✓ *Acelerar el despliegue de C-ITS en España mediante cinco pruebas piloto.*
- ✓ *Crear un marco de actividad coordinado para las partes interesadas en el desarrollo de productos y servicios C-ITS.*
- ✓ *Participar en la plataforma C-Roads, en sus grupos de trabajo y en el comité directivo.*
- ✓ *Garantizar la interoperabilidad y continuidad de los servicios C-ITS, promoviendo la cooperación con otros países.*
- ✓ *Estudiar la complementariedad de las comunicaciones híbridas para C-ITS.*
- ✓ *Analizar la convergencia de las tecnologías relacionadas con el vehículo conectado y automatizado.*
- ✓ *Asegurar la escalabilidad y la replicabilidad de los resultados para abordar un despliegue amplio de C-ITS en España.*
- ✓ *Involucrar a todos los actores del sector C-ITS: operadores de carretera, empresas de telecomunicaciones, fabricantes de vehículos, proveedores de equipos y servicios, gestores de flotas y proveedores de servicios informáticos.*

blico (tres autoridades públicas y tres universidades) y privado (dos operadores de carreteras, once proveedores de servicios y tecnología, tres centros tecnológicos y cuatro asociaciones del sector). Se trata de uno de los mayores consorcios reunidos en España en torno a un proyecto de innovación de carreteras. El presupuesto de C-Roads Spain asciende a 17,9 M€, de los cuales en Tallin obtuvo financiación por valor de 8,9 M€ del programa Connecting Europe Facility (CEF).

Al igual que sus homólogos europeos, C-Roads Spain desarrollará dos actividades. Por un lado, la contribución a la plataforma, que se traduce en la colaboración de siete entidades (entre ellas el Ministerio de Fomento) en el consejo de dirección y en los tres grupos de trabajo (organización, especificaciones técnicas y evaluación), encargados de la armonización, interoperabilidad y despliegue de los servicios C-ITS. Y por otro, la realización del piloto español. En este piloto se ensayará un sistema formado por tecnologías desplegadas en la carretera (sensores y antenas RSU o *road side units*), dispositivos instalados en el vehículo (*on board units* –OBU–) para la recogida de datos y las comunicaciones, y un centro de gestión que recibirá la información y, con apoyo informático, la procesará para su difusión al usuario. El sistema está respaldado por una solución híbrida de comunicaciones común a la plataforma y todavía en fase de definición (ITS-G5 y redes móviles 3G, 4G y 5G), que permitirá la comunicación bidireccional infraestructura-vehículo de forma segura. El fin último del proyecto es el desarrollo y evaluación de una veintena de servicios cooperativos que, en forma de alertas en el navegador, en el móvil o en el propio vehículo, informará al conductor sobre las condiciones del tráfico, la

meteorología, las obras en la vía, vehículos detenidos u otras situaciones, entre otros aspectos. Estos servicios se han agrupado en dos familias: de Día 1 (de implantación a muy corto plazo, son los tecnológicamente más maduros) y de Día 1,5 (aún no tienen listas todas las especificaciones).

Para su realización, el piloto español se ha dividido en cinco pilotos locales: Cantábrico, Mediterráneo, Madrid, Siscoga extendido y DGT 3.0. Cada una de ellas es singular en sí mismo, tiene características propias, es liderado por un coordinador diferente y lo ejecutarán socios distintos, pero todos ellos cumplirán las especificaciones técnicas de C-Roads y buscan alcanzar los mismos objetivos promovidos por la plataforma. Actualmente están en marcha los trabajos para el despliegue de estos pilotos, que se desarrollarán en dos fases entre 2018 y 2019, habiéndose fijado junio de 2020 como fecha final del proyecto. A continuación se describen estos pilotos.

### ▲ Piloto DGT 3.0

La Dirección General de Tráfico (DGT) será la encargada de desarrollar y coordinar este piloto, el único de C-Roads Spain que cubre todo el territorio español. La parte nuclear del piloto es una plataforma de Internet de las Cosas (DGT 3.0), un punto de encuentro en la nube donde se reciban y emitan informaciones sobre tráfico y meteorología desde cualquier dispositivo y vehículo conectado a la plataforma. DGT 3.0 recibirá la información aportada por los usuarios (vehículos, ciclistas, peatones...) y otros proveedores de datos conectados con objeto de procesarla, refinarla y contrastarla de forma

► Representación gráfica de casos de uso de la plataforma DGT 3.0.



Tráfico y Seguridad Vial (DGT)



anónima, para su envío personalizado al dispositivo embarcado o al móvil del usuario. Probar y asegurar la interoperabilidad del sistema es uno de los retos del piloto, cuyo objetivo es alcanzar 0 fallecidos, 0 lesionados, 0 congestiones y 0 emisiones. Los trabajos para crear la plataforma digital DGT 3.0 están en marcha y, según fuentes oficiales, estará disponible en 2018 para proporcionar los primeros servicios de Día 1.

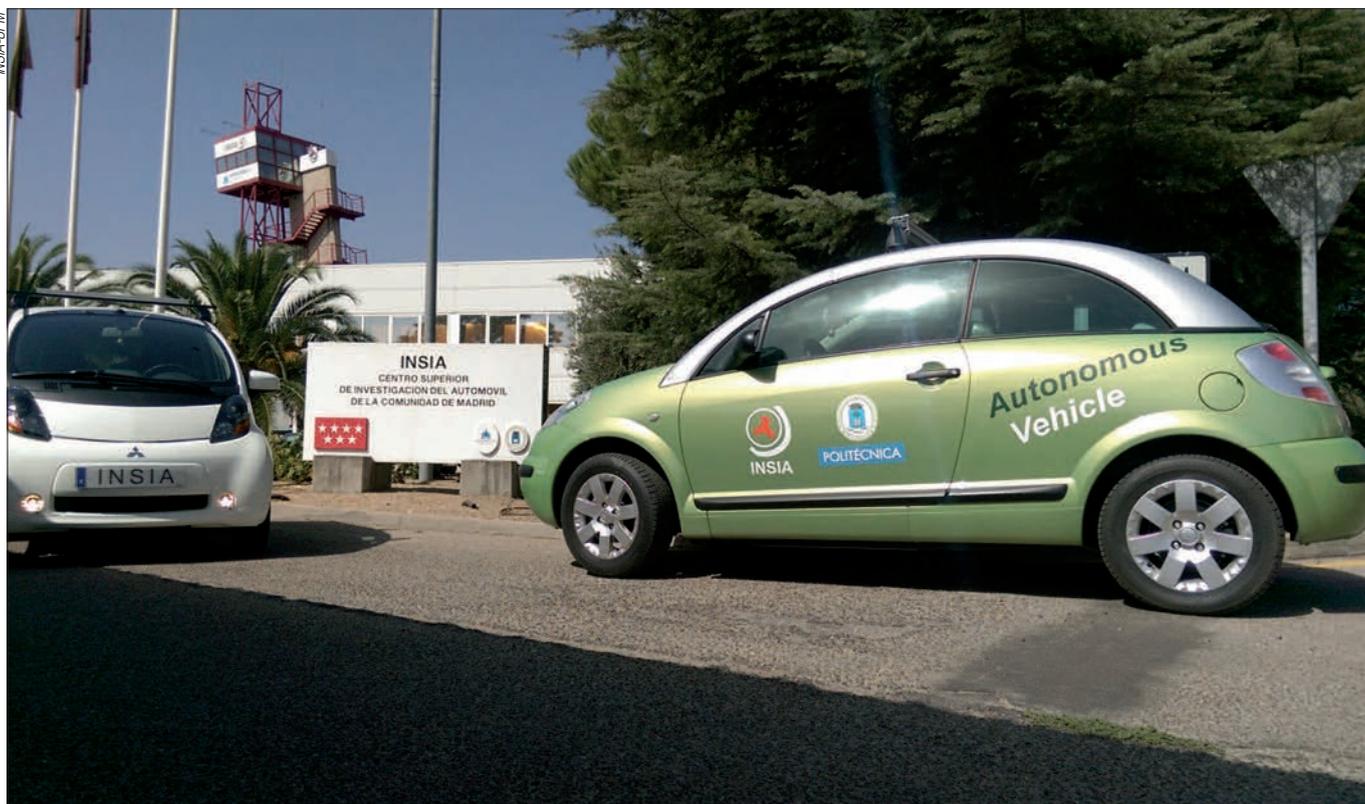
## **Piloto Madrid**

La vía M-30, tercer cinturón de circunvalación de Madrid, será el escenario principal de este piloto, de carácter inédito en C-Roads al desarrollarse sobre una infraestructura singular de 32 kilómetros que discurre por un entorno urbano y con elevados volúmenes de tráfico (1,5 millones de vehículos/día). De ahí el interés con que los responsables de la plataforma aguardan sus resultados. Actualmente se estudia la posibilidad de extender este ámbito de actuación a uno de los accesos a Madrid desde la Red de Carreteras del Estado, con la colaboración de la Dirección General de Carreteras. En este escenario, bajo coordinación de la empresa mixta Madrid Calle 30 y con el apoyo de 14 socios, se pro-

barán seis servicios de Día 1 (alerta de obras, condiciones meteorológicas, vehículo lento o parado, alerta de retención, límite de velocidad y aproximación de vehículo de emergencia) y dos de Día 1,5 (información de tráfico/optimizador de rutas y gestión e información de aparcamiento). También se testará un prototipo de vehículo autónomo para verificar su compatibilidad con la infraestructura C-ITS.

El piloto ensayará la arquitectura de comunicaciones típica de C-Roads con el apoyo de antenas RSU en la vía, que realizarán dos funciones: por un lado, recibirán los datos generados por más de un centenar de vehículos desplegados en la M-30 (de mantenimiento, de empresas colaboradoras, industriales y autobuses urbanos, equipados con dispositivos OBU y móviles), y por otro, emitirán información procesada por el centro de gestión que aportará datos en tiempo real sobre incidencias en la vía (servicios Día 1 y Día 1,5). El resto de los vehículos que circulen por la M-30 serán utilizados como sensores que alimentarán al sistema con nuevos datos. El cerebro del sistema será el centro de control de Madrid Calle 30, encargado de centralizar la información generada y de utilizarla inteligentemente para mejorar la gestión del tráfico. Este centro será renovado tecnológicamente para adaptarlo al procesamiento de este tipo de datos.

► La circunvalación M-30 será el escenario principal del piloto Madrid.



► Tres pilotos de C-Roads Spain tienen previsto evaluar el comportamiento de vehículos autónomos en un entorno C-ITS.

### ▲ Piloto Siscoga extendido

De los cinco pilotos de C-Roads Spain, este es el más completo en número de demostración de servicios C-ITS, ya que testará un total de 18: 12 de Día 1 (luz de frenado electrónico de emergencia, alerta de retención y vehículo lento o parado, alerta de obras, aproximación de vehículo de emergencia, condiciones meteorológicas, señalización del vehículo, límite de velocidad, vehículo como fuente de datos, atenuación del *efecto acordeón*, velocidad óptima para pasar semáforos en verde, violación de señales/seguridad en intersecciones y señalización prioritaria para vehículos designados) y seis de Día 1,5 (recarga de combustibles alternativos, información de aparcamiento, gestión de aparcamiento, parkings disuasorios, navegación cooperativa de entrada/salida de la ciudad y optimizador de rutas). Los ensayos se realizarán en zonas urbanas (Vigo) e interurbanas (autopista AP-9 y autovías A-55 y A-52) de Pontevedra, integradas en un corredor inteligente de más de 130 kilómetros utilizado para las pruebas del proyecto cooperativo Siscoga, de ahí el nombre del piloto. En los ensayos intervendrá una flota formada por 30 vehículos particulares, 30 autobuses, 15 taxis y 5 vehículos de emergencias. El Centro Tecnológico de Automoción de Galicia (CTAG), entidad pionera en el campo ITS en España, coordinará el piloto, en el que participarán otros seis socios.

Además de las pruebas de servicios de Día 1 y Día 1,5 se realizarán otros dos estudios. El primero ensayará las ventajas que aportarán los servicios C-ITS al vehículo autónomo y conectado. Para ello se emplearán cuatro prototipos que probarán funcionalidades y casos de uso, como piloto automático urbano (incluida la tecnología Glosa, que fija la velocidad óptima para encontrar todos los semáforos en verde), servicios urbanos de última milla, chófer de autopista o servicio de corrección GPS. Los casos con intersecciones o de aparcamiento se realizarán en zona urbana, y los de entrada o salida de autopista, parada de emergencia o información de peligro se llevarán a cabo en zonas interurbanas. El segundo estudio consistirá en un test transfronterizo para evaluar la interoperabilidad del piloto español con el piloto C-Roads Portugal, un requerimiento básico de C-Roads. Como actividades, habrá tests de interoperabilidad de servicios Día 1 y Día 1,5 y de servicios C-ITS interurbanos para conducción automática. Los ensayos se realizarán en la autovía española A-55 y en las lusas A27 y A28.

### ▲ Piloto Cantábrico

Este piloto, a desplegar en el corredor cantábrico (A-8 y AP-8), consta de tres subpilotos que realizarán tres estudios de sistemas C-ITS en Galicia, Asturias y Euskadi, ensayando ocho servicios de Día 1 y tres de Día

1,5. El Clúster de Movilidad y Logística coordinará el piloto, en el que participarán seis socios y tres autoridades públicas, entre ellas las Demarcaciones de Carreteras del Estado de Galicia y Asturias.

Galicia será el escenario del primer subpiloto, que probará la aplicación de C-ITS en dos estudios para mejorar la gestión de puntos negros de accidentes por niebla mediante la detección automática de niebla y frenados electrónicos de emergencia. El ámbito de actuación será la A-8 en Mondoñedo (Lugo), zona afectada por este fenómeno y para cuya eliminación el Ministerio de Fomento busca soluciones innovadoras. Con ese fin, en el primer estudio se desplegarán 35 vehículos (cinco de mantenimiento con dispositivo OBU y 30 vehículos privados) y antenas RSU en la autovía, más el equipamiento ITS local, para testar la detección de niebla y el envío de esa información desde el gestor de tráfico a las antenas y su conversión en una alerta en la unidad OBU. Un despliegue similar, con más antenas, ensayará también la transmisión de las condiciones de frenado desde unos vehículos a otros a través de las antenas y el gestor.

El segundo subpiloto, a desarrollar en zonas urbanas de Asturias, prevé la creación de un planificador de rutas multimodal y de servicios avanzados que ofrezca la mejor solución en tiempo real para viajar en transporte público. Se probarán cuatro servicios de Día 1 (aler-

### Plataforma C-Roads

*En el marco de la estrategia comunitaria de C-ITS, aprobada en 2016, la Comisión Europea cofinancia varios proyectos en distintos países con cargo al mecanismo Connecting Europe Facility (CEF). De todos ellos, la plataforma C-Roads es, por el número de países asociados, el proyecto C-ITS por excelencia: arrancó a finales de 2016 con ocho países (Austria, Alemania, Bélgica, Rep. Checa, Francia, Holanda, Eslovenia y Reino Unido) y en noviembre se amplió a 16 con la incorporación de otros ocho (España, Dinamarca, Finlandia, Hungría, Italia, Noruega, Portugal y Suecia).*

*Como labor principal, C-Roads desarrolla especificaciones armonizadas de tecnologías C-ITS, que deberán ser adoptadas por los países miembros y que serán la base tecnológica de los programas piloto en cada Estado. En total, se realizarán 16 pilotos nacionales, algunos ya en marcha, que permitirán testar en cada país la validez de las tecnologías C-ITS desplegadas y evaluar la eficacia de los servicios (Día 1 y Día 1,5) que prestarán al usuario. También habrá tests transfronterizos para lograr la interoperabilidad transnacional de los sistemas C-ITS. El calendario de C-Roads comprende la realización de los pilotos nacionales en el periodo 2018-2019 y una presentación oficial en 2020. Estos ensayos son considerados como el punto de partida para la implementación paneuropea de los sistemas C-ITS.*



▶ Antena del tipo road side unit instalada en una autovía de acceso a Madrid.

► Los centros de gestión de tráfico son un actor clave en la arquitectura C-ITS. En la imagen, Centro de Operaciones y Seguridad Vial de la AP-7 en Granollers (Barcelona).



Abertis Autopistas

ta de atasco, aparcamientos disuasorios, optimización de rutas y alerta de riesgo de colisión) con el apoyo de una flota de 20 autobuses y 20 vehículos privados.

El tercer subpiloto se realizará en las principales vías que cruzan Bizkaia (AP-8 y A-8) con dos objetivos: mejorar la captura de datos de tráfico y meteorológicos y optimizar la información al usuario basándose en sus hábitos de transporte en tiempo real. Se testarán cinco servicios de Día 1 (alertas de retención y de obras, vehículo parado, condiciones meteorológicas y vehículo como fuente de datos). Para los tres primeros se combinará la infraestructura ITS local, las nuevas balizas Bluetooth/Wifi y la app foral Bizkaimove, y se integraran en un gestor informático de tráfico (TMC) que transformará los datos en información útil para el usuario en forma de alerta móvil. Como segunda parte del subpiloto, 70 vehículos (autobuses, de mantenimiento y privados) serán equipados con sensores para recoger datos meteorológicos en la vía (lluvia, niebla, hielo) y enviarlos al TMC para su procesamiento, ofreciendo al usuario alertas en tiempo real sobre la meteorología en la carretera.

## ▲ Piloto Mediterráneo

Su objetivo es probar los servicios C-ITS desde la perspectiva de las autopistas de peaje. Se desplegará y ejecutará en distintos tramos de la autopista del Mediterráneo (AP-7), dividiéndose en dos subpilotos según el área de pruebas: Cataluña y Andalucía. Se probará la

eficacia de nueve servicios de Día 1 (vehículo lento o detenido, alerta de obras, zona peligrosa, señalización del vehículo, límites de velocidad, condiciones meteorológicas, atenuación del *efecto acordeón* y vehículo como fuente de datos) y dos de Día 1,5 (recarga de combustibles alternativos y optimizador de rutas).

El subpiloto catalán, que coordina Abertis con apoyo de seis socios, probará nueve servicios C-ITS en el entorno de Girona, en un tramo de 20 kilómetros de la AP-7. Para los ensayos dispone de equipamiento ITS local (control de aforos, señalización variable, cámaras, fibra óptica, estación meteorológica...), el despliegue de antenas RSU, la arquitectura de comunicaciones C-Roads y una flota de 35 vehículos de mantenimiento de la concesionaria con OBU, todos ellos integrados en un gestor de tráfico.

El subpiloto andaluz, coordinado por Ferrovial y con participación de cinco socios, se desarrollará en la AP-7 en Málaga (tramo Málaga-Estepona-Guadiaro). Como actividades, se probarán las comunicaciones y los sistemas cooperativos I2V/V2I y se testarán tres servicios de Día 1 (avisos de obras y de zona peligrosa y vehículo parado en túnel). La flota de pruebas la integrarán los vehículos de mantenimiento de la concesionaria de la autopista y autobuses públicos. Como singularidad, en un ramal de acceso a la AP-7 cercano a Marbella se probará el servicio rampa de entrada inteligente, que proporcionará ayudas (guiado a través de balizas, información en la OBU y automatización de la conducción) para la incorporación segura a la autopista. ■

LA APUESTA DEL MINISTERIO DE FOMENTO POR MEJORAR LA EFICIENCIA  
Y LA MOVILIDAD EN EL TRANSPORTE

# Impulso de futuro



► El ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, durante la presentación al sector del Plan de Internacionalización del Transporte y las Infraestructuras.

JAVIER R. VENTOSA

Modernización de los servicios de Cercanías, impulso al transporte de mercancías por ferrocarril, plan extraordinario de inversión en carreteras, fomento de la innovación tecnológica en los proyectos de transporte e infraestructuras, apoyo a la internacionalización de las empresas del Grupo Fomento... Son distintas iniciativas que forman parte de un importante paquete de planes y proyectos de futuro, puesto en marcha a finales de 2017 por el Ministerio de Fomento en su apuesta continuada por mejorar la eficiencia del sistema de transporte español y la movilidad de personas y mercancías.

**E**n la recta final de 2017, el Ministerio de Fomento ha puesto en marcha toda una batería de planes e iniciativas en distintos ámbitos con el objetivo general de mejorar la eficiencia del sistema de transporte en España, un sector estratégico para la movilidad social y para la economía del país. Se trata de un esfuerzo de planificación e inversiones que agrupa un

conjunto de medidas de distinta naturaleza, particularmente en ferrocarril y carreteras, cuyo denominador común es el compromiso de mejorar las oportunidades de movilidad de las personas y las mercancías. Dentro de ese mismo esfuerzo se inscribe también la apuesta del departamento por promover de forma decidida la innovación tecnológica en las infraestructuras de transporte y por fomentar la actuación de las empresas del Grupo en el exterior, como forma de afrontar los desafíos de

la movilidad global en las infraestructuras de transporte. La mayoría de estos planes tendrán su correspondiente impacto en la movilidad española en el medio plazo, aunque algunos de ellos, principalmente los que no implican obras, iniciarán su aplicación próximamente para anticipar sus beneficios a los usuarios.

El ferrocarril es el principal beneficiado de estas iniciativas. Históricamente, la prioridad del departamento para este modo de transporte ha sido la alta velocidad, lo que ha permitido construir la segunda red mundial en extensión, que este año se ampliará con la puesta en servicio de nuevos tramos (Valencia-Castellón, Antequera-Granada, Monforte del Cid-Murcia y Vandellós-Tarragona, todos ellos del Corredor Mediterráneo), mientras prosiguen las obras en otros corredores. Este impulso sostenido a la red de alta velocidad es complementario y paralelo en el tiempo al importante esfuerzo inversor que el Ministerio de Fomento ha comenzado a aplicar a la modernización de las redes de Cercanías, modo de transporte fundamental para la cohesión social y la vertebración territorial, de importancia creciente para garantizar la movilidad de las personas en las principales ciudades españolas y que es, después del metro, el sistema de transporte ferroviario con mayor de-

manda de pasajeros en nuestro país: 410 millones en 2016.

En el último mes, el Ministerio de Fomento ha anunciado la puesta en marcha de tres planes que incluyen cuantiosas inversiones para mejorar y modernizar tres núcleos de Cercanías (Comunidad Valenciana, Asturias y Cantabria) en un plazo de cinco-ocho años, al tiempo que se preparan iniciativas similares en otros núcleos. Estos planes, elaborados conjuntamente por el departamento junto a Renfe y Adif, vienen a satisfacer las principales demandas de estas comunidades autónomas en este ámbito. Por su relevancia económica, el principal es

el de la Comunidad Valenciana (1.436 M€), que permitirá realizar más de medio centenar de actuaciones en las seis líneas del núcleo de Valencia, básicamente modernización de infraestructuras y adquisición de trenes, así como aumento de frecuencias en las líneas de Castellón y Alicante. Como actuaciones relevantes del plan figuran, entre otros, la primera fase del Tren de la Costa (Gandía-Oliva) y los enlaces con el aeropuerto de El Altet y con la estación AVE de Elche. En Asturias, el Plan de Cercanías presentado por el Ministerio de Fomento prevé una inversión de 580 M€ para la modernización de las dos redes existentes: la de ancho ibéri-



► El ferrocarril es uno de los principales beneficiados de los últimos planes de Fomento, particularmente en mercancías (arriba) y Cercanías (derecha).



co (renovación integral del tramo Pola de Lena-Gijón y ampliación de capacidad en otros dos tramos) y la de ancho métrico (renovación integral de vía en dos tramos y ampliación de capacidad en otros tres). Y en Santander, el ministro anunció el plan “más ambicioso, más completo y más importante de la historia de las Cercanías en Cantabria”, con una inversión global de 530 M€ destinada a renovar y modernizar la infraestructura, ampliar su capacidad y optimizar su seguridad e integración urbana, principalmente en la red convencional (línea Santander-Reinosa), aunque también en la de ancho métrico (líneas Santander-Cabezón de la Sal, Santander-Orejo y Orejo-Liérganes), junto a la modernización del material rodante y la adquisición de 28 nuevos trenes.

### OSP y mercancías

Paralelamente, esta apuesta por mejorar la movilidad de personas ha sido refrendada en diciembre por la aprobación por parte del Gobierno del listado de servicios ferroviarios declarados como obligaciones de servicio público (OSP), en los que el Estado garantiza su prestación a través de la financiación de su déficit de explotación. El presupuesto para financiar estos servicios asciende a 937,4 M€ anuales. El nuevo listado mantiene los servicios actuales de Cercanías y Media Distancia (convencional y red de alta velocidad) considerados como OSP, y ha incluido como ampliaciones los que se efectuarán sobre las conexiones Alicante-Villena, Castellón-Vinaròs y Villarrubia-Córdoba-Rabanales-Alcolea, que aumentan sus frecuencias, al tiempo que anticipa mejoras en el servicio de Cercanías prestado en Asturias, Cantabria y Madrid. También ha añadido al

listado los servicios de alta velocidad Madrid-Cuenca y Madrid-Salamanca para viajeros recurrentes que usan con regularidad el servicio.

Junto al compromiso por la mejora del transporte de viajeros, el Ministerio de Fomento ha reforzado su respaldo al transporte de mercancías por ferrocarril con la aprobación de un plan con medidas para potenciar este modo de transporte. El fin último del Plan de Impulso del Transporte de Mercancías por Ferrocarril 2017-2023 es mejorar la eficiencia del sistema ferroviario para ganar atractivo frente al hegemónico transporte por carretera y elevar la actual cuota modal del transporte de mercancías por ferrocarril en España (5% en 2016, frente al 17,3% de media en la UE), además de contribuir a la descarbonización del sistema de transporte con un modo más sostenible. Como punto de partida, el Plan reconoce el buen resultado de las medidas implementadas en 2017 por Renfe Mercancías para mejorar su eficiencia, al tiempo que detalla la puesta en marcha de nuevas iniciativas para fortalecer la actuación de esta división de Renfe a dos años vista; entre ellas, cabe destacar, la entrada de un socio estratégico de prestigio que incremente la competitividad de la sociedad en el negocio de mercancías y la adquisición de 30-45 nuevas locomotoras, a licitar durante este año. El Plan, por otra parte, implantará un programa de ayudas, compatible con la legislación comunitaria, destinado a incentivar el uso del ferrocarril en el transporte de mercancías, que se situará en el entorno de los 25 M€ durante un periodo de cinco años. También se contempla la implantación de las autopistas ferroviarias en España (sistema de transporte combinado para el traslado de camiones a bordo de trenes en rutas de largo recorrido), un proceso ya iniciado.

► La aprobación de los servicios declarados como obligaciones de servicio público (OSP) anticipará mejoras en las Cercanías de Madrid, Asturias, y Cantabria.

## Iniciativas inéditas

En la recta final del año, el ministro de Fomento presentó dos planes de futuro que constituyen toda una novedad en el ámbito de actuación del departamento. El primero, denominado Plan de Innovación para el Transporte y las Infraestructuras 2017-2020 (ver nº 678 de la revista), supone una apuesta decidida para promover la implantación de la innovación tecnológica en los nuevos proyectos de infraestructuras y transporte desarrollados por las empresas del Grupo Fomento, con el acento puesto en la digitalización, la transformación energética, la intermodalidad y la sostenibilidad. Este Plan, con una inversión de 50 M€ en los próximos tres años, marca una hoja de ruta con cuatro ejes estratégicos (experiencia del usuario, plataformas inteligentes, rutas inteligentes y eficiencia energética y sostenibilidad) orien-

tados al desarrollo de nuevas tecnologías que transformarán el actual sistema de transporte en un nuevo modelo caracterizado por la eficiencia, la inteligencia y la sostenibilidad, con el usuario final como centro de todo el proceso, en línea con las tendencias que se están imponiendo ya en los países más avanzados.



## Arranca el Plan de Inversión en Carreteras



El 27 de diciembre, a punto de finalizar 2017, el presidente del Gobierno, Mariano Rajoy, anunció en Murcia el inicio del proceso de licitación del Eje Norte-Sur de Murcia, tramo de 32,8 kilómetros que mejorará la movilidad en el entorno de esa ciudad. El anuncio supone el punto de partida del Plan Extraordinario de Inversión en Carreteras (PIC), considerado como el gran plan de modernización de la red estatal de los últimos años y un nuevo impulso a la inversión en infraestructuras. Este macroplan, anunciado en julio pasado, actuará sobre más de 2.000 kilómetros de vías para completar los tramos pendientes de las redes europeas de transporte, resolver cuellos de botella, adaptar las autovías a las exigencias de siniestralidad, ruido y emisiones de CO<sub>2</sub>, y asegurar la conservación de los proyectos realizados. Para ello se contempla una inversión de 5.000 M€, a ejecutar mediante un sistema de colaboración público-privada que incluirá distintas fuentes de financiación (constructoras, BEI y otras entidades financieras), sin cargar ese gasto al presupuesto estatal. Como novedad, incluirá el pago por disponibilidad, fórmula dominante en los proyectos de infraestructuras europeos, que consiste en el pago por la construcción y uso de la infraestructura una vez puesta en servicio y su mantenimiento durante 30 años, ligando los pagos sucesivos a la calidad de ese mantenimiento. El Plan, del que aún no se conocen los 20 corredores sobre los que se actuará, supondrá un retorno fiscal de 3.000 M€ y creará 189.000 puestos de trabajo durante su periodo de vigencia (2018-2021).

Igualmente inédita y con la misma vocación de futuro es la iniciativa más reciente, el Plan de Internacionalización del Transporte y las Infraestructuras, que por primera vez diseña una estrategia integral de actuación en el exterior para las empresas del Grupo Fomento en el ámbito del transporte y las infraestructuras. Frente a la actuación individual desarrollada hasta ahora por estas empresas, el Plan propone la creación de una plataforma de internacionalización que sirva para que empresas públicas y privadas aúnen esfuerzos y doten a su actuación exterior de mayor coherencia, coordinación y complementariedad con el fin de obtener un efecto multiplicador, aprovechando las capacidades integrales de la oferta española, generando nuevas oportunidades de negocio y reforzando la imagen innovadora de España. Contribuyendo, en suma, a realizar la Marca España. El Plan identifica las tendencias globales en las infraestructuras de transporte, detalla un catálogo con la oferta integral de servicios de las empresas del Grupo Fomento (actividad, fortalezas, debilidades, metas a alcanzar) y describe el posicionamiento del sector privado español en los mercados internacionales. En el campo de la demanda, identifica los 11 mercados exteriores prioritarios para las empresas españolas, con planes de inversión en infraestructuras valorados en más de 2,5 billones de euros, así como otros nueve mercados de oportunidad. Para actuar en estos países, el Plan formula una estrategia, articulada en seis líneas de acción, con iniciativas innovadoras para “vender” la oferta española; entre ellas destacan: la celebración de cumbres en España y en los países objetivo para promocionar las capacidades tecnológicas españolas y la creación del Observatorio Español del Transporte y las Infraestructuras. Toda esta estrategia será pilotada desde el Ministerio de Fomento con el apoyo del sector. ■

*INECO CULMINA EL ESTUDIO DE VIABILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD DE EGIPTO*

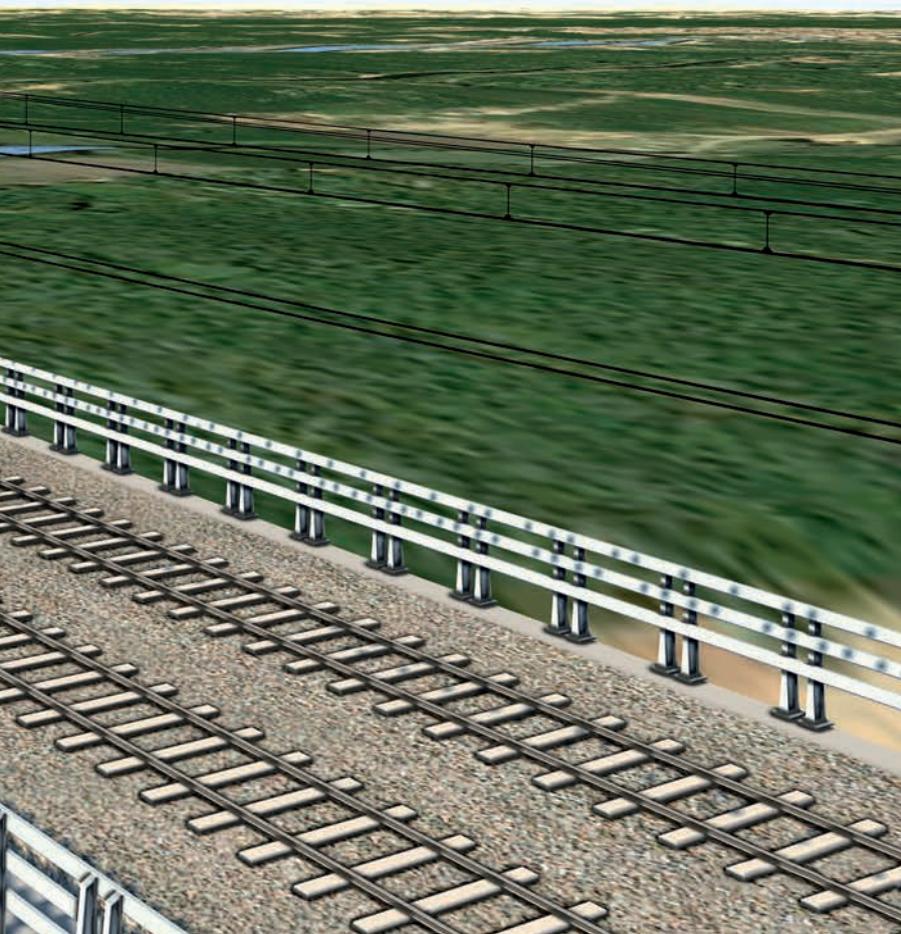
# Un AVE junto al Nilo



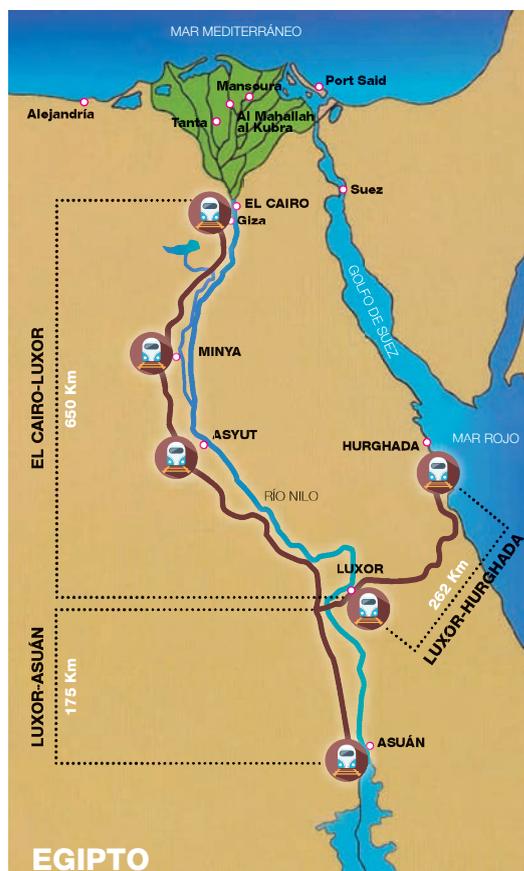
► Imagen virtual de un tramo elevado de la futura línea de alta velocidad.

JAVIER R. VENTOSA. IMÁGENES: INECO

La ingeniería pública Ineco ha realizado el estudio de viabilidad de la primera línea de alta velocidad de Egipto, cuyas conclusiones servirán al Gobierno norteafricano para adoptar decisiones sobre su construcción. El estudio contempla el desarrollo de una línea de más de 1.000 kilómetros de norte a sur del país, en su mayor parte siguiendo el curso del río Nilo, que potenciará la movilidad interna y el turismo cultural y de ocio en el país. La iniciativa se enmarca en el proceso de internacionalización de las empresas del Grupo Fomento, iniciado hace algunos años y que será impulsado por un plan específico recientemente aprobado por el Ministerio de Fomento.



## PROYECTO DE ALTA VELOCIDAD EL CAIRO-LUXOR-ASUÁN-HURGHADA



**E**gipto, el tercer país más poblado de África (más de 90 millones de habitantes en 2016), desarrolla actualmente un importante programa para modernizar su sistema ferroviario, que data de la segunda mitad del siglo XIX. La red egipcia está formada por 9.570 kilómetros de vías, en su mayor parte de vía única, sin electrificación ni señalización, que recorren los trenes del operador Egyptian National Railways (ENR) a una velocidad de 90 a 120 km/h. El programa está modernizando la infraestructura (nuevos sistemas de señalización, renovación de vías, supresión de pasos a nivel) y el material rodante (nuevas locomotoras y renovación de vagones), proceso que se realiza desde 2014 con el apoyo técnico y financiero de la Unión Europea. El objetivo final es desarrollar un sistema de transporte de pasajeros y mercancías seguro y fiable que cubra las necesidades de movilidad y logística del país norteafricano.

Los planes de modernización del ferrocarril egipcio, sin embargo, no se centran solo en la red convencional, la creación de nuevas líneas de tren ligero o la ampliación del metro de El Cairo, también prevén la construc-

ción de nuevas líneas de alta velocidad para conectar el norte y el sur del país, con el objetivo de catalizar la movilidad interna de larga distancia y potenciar el turismo cultural y de ocio. Se trata de un proyecto contemplado con interés por sucesivos gobiernos egipcios desde finales de la pasada década y que, a partir de 2014, ha cobrado nuevo impulso como una iniciativa prioritaria del Gobierno del presidente Al-Sisi. Si el proyecto se convierte en realidad, supondrá el acceso de Egipto al club de países con redes de alta velocidad y lo convertirá en el segundo de África en disponer de este sistema de transporte tras Marruecos, que inaugurará su primera línea en el verano de 2018.

## Participación española

España participa en este proyecto desde 2015. En abril de ese año, el Ministerio de Economía y Competitividad suscribió con el Ministerio de Transportes egipcio un acuerdo de colaboración que incluía la realización de un estudio de viabilidad para construir un corredor de alta velocidad entre El Cairo y Luxor. El estudio fue encomendado a Ineco, ingeniería adscrita al Grupo Fomento con experiencia acreditada en el diseño de líneas AVE en España y con una decidida vocación internacional, reflejada en referencias de alta velocidad como la línea La Meca-Medina (Arabia Saudí) o



el corredor Delhi-Calcuta (India), y financiado por el Fondo para la Internacionalización de la Empresa (FIEM). Con este encargo, Egipto viene a reconocer el éxito del modelo español de alta velocidad y de las compañías que lo han hecho realidad. Para Ineco, es un paso más en su proceso de internacionalización, que además podría abrir las puertas a otras empresas españolas en próximas fases del proyecto.

► El estudio de la línea prevé un único cruce en viaducto sobre el río Nilo.

## Hermanados por la seguridad ferroviaria

El Ministerio de Fomento ha liderado entre 2015 y 2017 un proyecto europeo de hermanamiento (twinning project) con su homólogo de Egipto consistente en el asesoramiento para la mejora de la seguridad ferroviaria, con objeto de reducir los accidentes de tren en el país norteafricano. Bajo el título de "Apoyo al Ministerio egipcio de Transportes en la implementación del sistema de gestión de seguridad en ferrocarriles", el proyecto ha impulsado diversas reformas para el fortalecimiento de la administración egipcia en materia de seguridad ferroviaria en línea con la normativa europea. La iniciativa, gestionada por la Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas (FIAPP), ha sido financiada por la Comisión Europea con (1,3 M€).

El proyecto ha proporcionado a las autoridades egipcias las herramientas necesarias en tres ámbitos (regulación, capacitación del personal y gestión de la seguridad) para conseguir un ferrocarril más seguro en Egipto, a un nivel similar al europeo. Entre ellas, se ha desarrollado una metodología y un programa de formación para la certificación de los conductores de la empresa de los ferrocarriles egipcios (ENR), procedimientos para la acreditación de talleres y centros de control ferroviarios, borradores de normativa para una nueva legislación sobre pasos a nivel y un plan específico para los maquinistas, así como un sistema de gestión de seguridad adaptado a los ferrocarriles



locales (se elaboraron un manual y 30 procedimientos que cubren todos los campos de actividad de ENR) y su implementación en todo el territorio. La aplicación de estas medidas, combinada con la modernización de la infraestructura, mejorará las capacidades de Egipto en materia de seguridad ferroviaria.

Un total de 38 expertos españoles, la mitad de Adif (pertenecientes a las áreas de formación, vía, pasos a nivel, circulación y proyectos internacionales) y el resto de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria (AESF), Renfe e Ineco, han desarrollado el proyecto durante 20 meses, repartiéndose las tareas. Así, la coordinación y desarrollo de los componentes de regulación y capacitación ha sido responsabilidad de los técnicos de Adif, mientras que el componente de gestión de la seguridad ha corrido a cargo de la AESF y Renfe. Como parte de estos cometidos, han impartido ponencias en diversos seminarios y cursos en Egipto, en los que han participado 178 directivos y técnicos de ENR y del Ministerio de Transportes egipcio. También han visitado las seis demarcaciones ferroviarias territoriales de Egipto para explicar el nuevo sistema de gestión de seguridad y realizar experiencias piloto de aplicación del mismo en casos reales. En el marco del programa, delegaciones egipcias han visitado nuestro país cuatro veces para conocer la red ferroviaria española.



► Las características de la infraestructura en trazado, vías, electrificación y señalización serán homologables a la alta velocidad europea.

El estudio ha corrido a cargo de un equipo multidisciplinar de Ineco formado por un centenar de expertos de distintas especialidades (planificación y economía del transporte, proyectos ferroviarios, geología y geotecnia, medio ambiente y territorio, túneles, puentes, arquitectura y sistemas ferroviarios), con la colaboración en diversas fases de especialistas de Adif y Renfe. Recientemente, tras 14 meses de trabajos, Ineco finalizó el estudio y se lo entregó a las autoridades egipcias. Aunque este documento es solo el primer paso del proyecto del corredor, a completar con otros estudios de detalle, se trata de un instrumento muy útil para el Gobierno egipcio, que ahora dispone de toda la información relevante (coste, beneficios, trazado...) para adoptar una decisión sobre la implantación de la alta velocidad en el país.

El estudio abarca uno de los dos corredores de alta velocidad previstos por el Gobierno egipcio, el corredor sur entre El Cairo y Luxor, más las extensiones desde Luxor hasta Asuán y Hurghada. El estudio del corredor norte, entre El Cairo y Alejandría, se encomendó a una compañía china. La longitud del corredor sur se ha fijado en 1.087 kilómetros, divididos en un tramo prin-

cipal entre El Cairo y Luxor (650 kilómetros, algo más que la línea de alta velocidad Madrid-Barcelona), más las extensiones a Asuán (175 kilómetros) y Hurghada (262 kilómetros), y las seis estaciones en el trazado (El Cairo, Minya, Asyut, Luxor, Asuán y Hurghada).

En la zona del corredor sur residen 13,1 millones de habitantes y la movilidad en la misma se estima en 38,5 millones de viajes anuales, la mayoría en vehículo privado. Buena parte de estos desplazamientos, según el estudio, corresponde a visitantes extranjeros que realizan turismo arqueológico en las zonas de Luxor y Asuán o turismo de sol y playa en la zona de Hurghada junto al mar Rojo; éste es el objetivo central del proyecto.

Los análisis de demanda de la futura línea de alta velocidad son una parte relevante del estudio, ya que determinan las posibilidades de éxito de la infraestructura. Para el corredor propuesto, el factor clave de ese éxito es la recuperación del turismo internacional, hoy en horas bajas, y que según el modelo de previsión de demanda supondría entre el 60 y el 80% del total de viajeros. En el modelo planteado, basado en previsiones del Ministerio de Turismo egipcio, se detallan tres posibles

escenarios de demanda (alto, medio y bajo), en función de la afluencia de turismo extranjero al país. En el escenario más optimista, con 20 millones de turistas extranjeros en 2020, la demanda de viajeros en la línea se situaría en 6,3 millones anuales. En los otros dos escenarios, que contemplan una recuperación del turismo más lenta, se prevén 3,3 y 2,7 millones de viajeros, respectivamente, siendo el escenario de demanda medio el considerado por el estudio como opción más realista.

## ▮ Viabilidad técnica y trazado

Para determinar la viabilidad técnica del corredor, los expertos de Ineco evaluaron distintas alternativas y seleccionaron la más favorable aplicando un análisis multicriterio, en el que se han combinado factores como la longitud del trazado, los costes de construcción, la complejidad técnica, las afecciones medioambientales y los tiempos de viaje, entre otros.

Como principales condicionantes de diseño del trazado, se establecieron la reducción de los cruces sobre el río Nilo (solo se cruza en una ocasión, para acceder a Luxor) y la no invasión de zonas montañosas y terrenos con elevado riesgo geotécnico, así como de áreas con protección arqueológica y medioambiental o de tierras de cultivo.

Respecto al diseño de estaciones —las dos intermedias, Minya y Asyut, se seleccionaron por su ubicación en las ciudades más pobladas del recorrido y por su potencial de crecimiento—, se plantearon como criterios principales la localización fuera del centro urbano, la intermodalidad y accesibilidad, el diseño a partir de esquemas modulares, la definición de tamaños y tipologías en función de los viajeros que han subido y bajado en hora punta y el desarrollo por fases de acuerdo a la evolución de la demanda.

Tras identificar la alternativa más favorable, el estudio fue ajustando el trazado con mayor detalle en función de condicionantes geotécnicos y medioambientales, hasta establecer una solución definitiva. El trazado final propuesto, que salvo el ramal a Hurghada se desarrolla junto a la orilla occidental del Nilo, discurre por terrenos de calidad geotécnica alta a media y no interfiere con espacios naturales protegidos ni áreas arqueológicas conocidas. En este trazado se ha previsto la construcción de 74 viaductos (con una longitud total de 30,8 kilómetros) y nueve túneles (17 kilómetros), además de seis estaciones, seis bases de mantenimiento y dos depósitos de material. El equipamiento previsto en ese trazado de doble vía incluye la electrificación (25 kv AC) y sistemas de señalización (ERTMS nivel 2) y telecomunicaciones (GSM-R). Al igual que ocurre en la línea de alta velocidad La Meca-Medina que han desarrollado empresas de la Marca España, parte del trazado egipcio se ha diseñado con vía en placa para evitar que la arena en suspensión del desierto invada las vías. En



cuanto a la velocidad de diseño, el estudio ha fijado una velocidad máxima de 350 km/h para el tramo El Cairo-Luxor y de 250 km/h para el ramal Luxor-Hurghada.

## ▮ Construcción, explotación y financiación

En sus conclusiones, el estudio prevé el desarrollo de la línea en tres fases, que abarcan un periodo de construcción de unos 15 años. La primera correspondería al tramo El Cairo-Luxor, que entraría en servicio en 2026; la segunda, a la extensión entre Luxor y Asuán, que se inauguraría en 2031; y la tercera, al ramal entre Luxor y Hurghada, cuya operatividad se fija para el año 2036. También establece que, en función de los modelos de rentabilidad socioeconómica y financiera, el tramo El Cai-



► Imagen por ordenador de la estación de Luxor, una de las seis previstas en la línea.

ro-Luxor-Asuán es el más rentable, por lo que recomienda que los estudios de detalle se centren en este segmento del corredor.

Respecto a la explotación de la línea, Ineco aconseja en su estudio la adopción de un modelo basado en trenes con una velocidad máxima de 250 km/h, debido a sus menores costes de inversión y explotación, además de la elevada competitividad en los tiempos de viaje que ofrecen frente a otros modos de transporte. Como ejemplo, el tramo El Cairo-Luxor se podría cubrir con estos trenes en unas 3 horas, mejorando así los actuales tiempos de viaje con el avión (3 horas y media) y, por supuesto, con la carretera (más de 7 horas) y con el ferrocarril convencional (más de 10 horas y media).

Finalmente, el estudio también aborda aspectos relativos a la gestión de la línea y al modelo de financia-

ción. En el primer campo, se recomienda al Gobierno egipcio la creación de una compañía pública, preferentemente adscrita al Ministerio de Transporte, encargada en una primera fase de la coordinación del proyecto y del desarrollo e integración de todos los componentes del sistema; una vez con la línea ya operativa se transformaría en una autoridad de control y gestión, correspondiendo al sector privado la construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura. Se trata de un modelo con similitudes al implantado para la explotación y gestión de la línea de alta velocidad La Meca-Medina. En cuanto a la financiación, el estudio señala que la viabilidad del proyecto estará condicionada a que el Gobierno egipcio pueda adaptarse a la estructura de capital y deuda propuestas, optando por fuentes de financiación multilateral en la fase previa a la puesta en servicio. ■

LA INNOVACIÓN Y LA EXCELENCIA EN EL SERVICIO DE CONTROL AÉREO, PUNTOS CLAVES DE LOS NUEVOS DESEMPEÑOS PROFESIONALES DE LOS CONTROLADORES AÉREOS ESPAÑOLES

# Innovando el control aéreo

JAIME ARRUIZ. FOTOS: ENAIRE

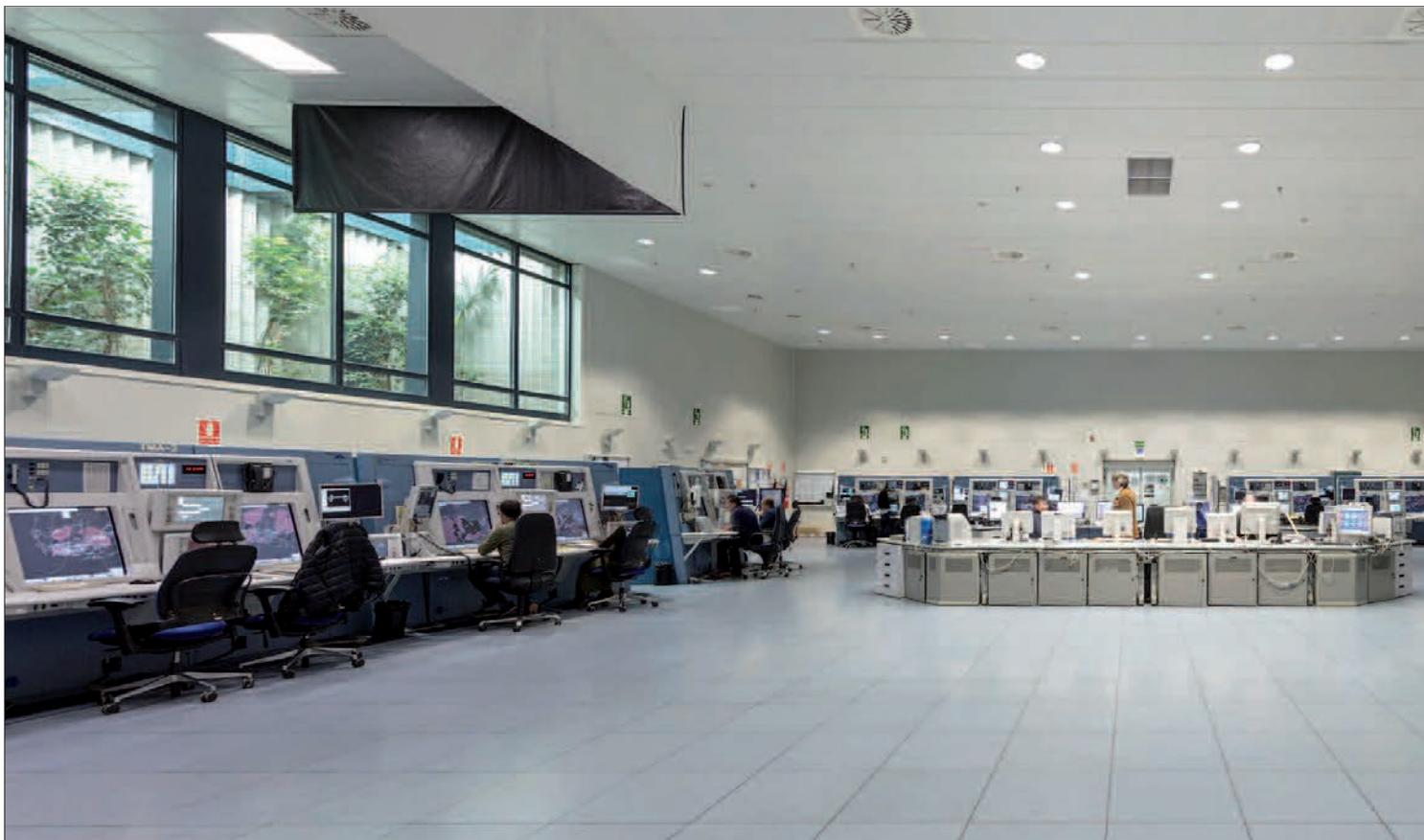
ENAIRE, gestor de navegación aérea en España, actualizará las actuales posiciones de trabajo de los controladores aéreos, una actuación que forma parte del Plan de Vuelo 2020, su plan estratégico para el período 2017-2020 que se llevará a cabo gracias a una inversión de 300 millones de euros.



llevar los niveles de seguridad, incrementar la capacidad y calidad de los servicios, contribuir a la sostenibilidad medioambiental, asegurar la competitividad e incrementar el compromiso de sus profesionales. Esos son los cinco principales objetivos que ENAIRE, entidad pública empresarial dependiente del Ministerio de Fomento que gestiona el cuarto espacio aéreo de Europa por volumen de tráfico –230 millones de pasajeros anualmente–, afrontará mediante el Plan de Vuelo 2020.



► *Recreación de cómo serán los nuevos puestos de trabajo de los controladores aéreos españoles.*



Una de las medidas más importantes contempladas en este plan estratégico permitirá dar forma a una nueva posición laboral de los controladores aéreos españoles.

Para llevar a cabo la renovación de las posiciones de trabajo de control de tránsito aéreo, ENAIRE creará un grupo de trabajo multidisciplinar, que comenzará a trabajar este mismo año. En él participarán los agentes sociales y las asociaciones profesionales de control aéreo, de forma que los factores humanos serán parte muy importante de la definición de la nueva posición de trabajo de los controladores españoles.

### Un grupo de trabajo multidisciplinar, con agentes sociales y asociaciones profesionales, comienza a trabajar este año

Estas mejoras, que forman parte de la apuesta por la innovación y la excelencia del servicio de control que ENAIRE desarrolla, se realizan dentro de la alianza iTEC, de la que ENAIRE es miembro fundador y que integra a los principales proveedores de servicios de navegación aérea en Europa. Esta alianza desarrolla la nueva gene-

ración de la posición de trabajo de controlador aéreo interoperable y común para toda Europa, además del futuro Tratamiento de Plan de Vuelo Común.

La modernización del sistema de control aéreo prevé nuevas funcionalidades en el marco de un ambicioso plan de despliegue de herramientas de ayuda al profesional.





Destaca la extensión a los Centros de Control de Ruta y Área Terminal de la implantación iniciada en las Torres de Control de la operativa sin ficha de papel, donde los controladores registran diversas anotaciones a partir de las instrucciones dadas a los pilotos y sus solicitudes. El trabajo sin ficha en papel permitirá una mayor interacción del controlador con el sistema, logrando una actualización automática de los datos y permitiendo optimizar la gestión de los planes de vuelo, las autorizaciones y las transferencias de los tráficos aéreos, visualizándose directamente en la pantalla radar.

Además, los datos recogidos de los sistemas de a bordo de las aeronaves se presentarán a través de enlaces de datos, de forma que el controlador dispondrá de información adicional. A ello se unirá la incorporación de funciones de vigilancia radar avanzadas y redes de seguridad, y herramientas adicionales para aumentar la predictibilidad en la gestión de potenciales conflictos entre aeronaves.

Este programa de modernización tecnológica se complementa con una dotación de medios y equipamiento para reforzar la provisión del servicio en situaciones de contingencia y la formación de los propios controladores aéreos.

La renovación y modernización de la posición de los controladores aéreos, junto con la nueva oferta de 236 plazas en el periodo 2015-2018, permitirá que España

▶ Controladores aéreos  
llevando a cabo su trabajo.



cuenta con la dotación adecuada de estos profesionales. Así, se podrá responder mejor a las necesidades de un entorno de demanda creciente, además de la mejora de la eficiencia del espacio aéreo, lo que redundará en mayores cotas de calidad en la prestación del servicio a los usuarios del espacio aéreo español.

## ▮ Cielo Único Europeo y Plan de Vuelo 2020

Además de la modernización de los sistemas de gestión del tráfico aéreo, ENAIRE tiene previsto invertir en la mejora de seis áreas clave: Comunicaciones, Navegación y Vigilancia, Infraestructuras, Explotación Técnica, Sistemas y Tecnologías de la Información y Servicios de Información Aeronáutica.

Estos avances tecnológicos, en línea con los programas de Cielo Único Europeo –Single European Sky ATM Research (SESAR) 2020–, permitirán abordar el crecimiento previsto del tráfico aéreo en los próximos años, garantizando la provisión de servicios de navegación aérea a clientes y usuarios con seguridad, calidad y eficiencia. Se cumplirá así una función social, la de prestar un mejor servicio a los usuarios de los aeropuertos y aerolíneas del país, algo en lo que ENAIRE y el Ministerio de Fomento, como máximo responsable, trabajan intensamente.

La puesta en marcha de diversas medidas como las encaminadas a la implantación del Cielo Único Europeo forma parte del Plan de Vuelo 2020, el plan estratégico de ENAIRE que permitirá al gestor del tráfico aéreo afrontar con garantías los retos del futuro más inme-



► Vista general de una sala de control desde donde se gestiona todo el tráfico aéreo de un aeropuerto.



diato. Así, en un entorno global y extremadamente competitivo, la nueva hoja de ruta de ENAIRE para los próximos cuatro años (2017-2020) hará que pueda afrontar con solvencia desafíos como el aumento de la capacidad de transporte, la mejora de la calidad del servicio, el incremento de la competitividad, la internacionalización, la sostenibilidad medioambiental, la viabilidad económica y la transformación digital.

### La implantación del Cielo Único Europeo, como parte del Plan de Vuelo 2020 de ENAIRE, permitirá afrontar con garantía los retos del futuro

ENAIRE, que gestiona cinco centros de control, 22 torres de control y toda una red de infraestructuras y equipamientos aeronáuticos, afrontará también el importante aumento del tráfico aéreo en España; según las previsiones crecerá un 16% hasta 2020, a un ritmo medio del 4% anual, pasando de gestionar 1,9 millones de vuelos en 2016 a 2,2 millones en 2020.

El Plan de Vuelo 2020 de ENAIRE comprende unas inversiones por valor de 300 millones de euros hasta el año 2020, al tiempo que incluye una previsión de ahorro global de 343 millones de euros para las aerolíneas, gracias a la reducción de las tarifas aéreas de ruta. Supondrá una mejora en la competitividad del sistema de transporte aéreo español y debería repercutir directamente en los usuarios merced a la reducción del precio de cada viaje.

Los 343 millones de euros de ahorro responden a tres de las variables contempladas en el Plan de Vuelo 2020: rebajas en la tarifas de ruta (184 millones de euros), mejoras en la puntualidad de las aeronaves (134 millones de euros) y mayor eficiencia en ruta (25 millones de euros). ■

ALTA VELOCIDAD DEL TURISMO

# El AVE Madrid- Málaga cumple 10 años



► Tren AVE circulando entre Antequera-Santa Ana y Málaga.



MARIÁN CAMPRA G.<sup>a</sup> DE VIGUERA. FOTOS: RENFE-PATIER

El día de Nochebuena de 2007 partía el primer tren AVE directo entre la capital malagueña y Madrid. Un año antes se había puesto en servicio el tramo entre Córdoba y Antequera, que se completó con el Antequera-Málaga ese mes de diciembre. Más tarde vendrían las líneas a Barcelona y Valencia. En total, en estos 10 años de vida, más de 27 millones de viajeros han utilizado los servicios del AVE con origen o destino en la capital de la Costa del Sol.

**D**esde 1992 y hasta la llegada del AVE, Málaga disponía de conexión con Madrid a través de trenes Talgo 200 que circulaban por la vía de alta velocidad hasta Córdoba, aprovechando la línea Madrid-Sevilla, en un recorrido que duraba cinco horas. Con la puesta

en marcha del AVE, con velocidades de hasta 350 km/h, el tiempo del trayecto entre las estaciones de Madrid-Puerta de Atocha y María Zambrano de Málaga —más de 75.000 trenes y 20,5 millones de viajeros en esta década, con una frecuencia de hasta 14 servicios diarios de ida y vuelta— se ha reducido a la mitad de tiempo, algo menos de dos horas y media sin paradas.



Diez años en que las líneas ferroviarias que conectan Málaga con otras ciudades se han convertido en un auténtico motor del desarrollo turístico y económico de toda la Costa del Sol, dado que la mayor parte los usuarios son turistas, sin olvidar el creciente número de viajeros de trabajo y negocios que también prefieren el tren a otros modos de transporte. Si antes de la puesta en marcha del AVE, el 72 por ciento de los viajeros elegía el avión frente al 28 por ciento que optaba por el tren, ya desde junio de 2008 este medio empezó a superar al aéreo, con un 57 por ciento, y en 2017 la relación se ha situado en un 88 por ciento del AVE frente al 11,9 del avión. Es decir, casi 9 de cada 10 viajeros prefieren el tren para este recorrido. Un auténtico puente ferroviario entre la capital de España y la Costa del Sol.

### ▲ Nuevas estaciones y un complejo trazado

La línea de Alta Velocidad supuso la construcción y puesta en funcionamiento de tres nuevas estaciones, algunas con miles de viajeros y en constante crecimiento: la de Puente Genil-Herrera en la provincia de Córdo-

### Principales hitos en el AVE a Málaga

*El 17 de diciembre de 2006 se abre el tramo Córdoba-Antequera, con lo que se mejoró hasta en media hora el trayecto en trenes Talgo y Altaria entre Madrid y Málaga, Granada y Algeciras. El 24 de diciembre de 2007 se pone en servicio el tramo Antequera-Málaga, lo que completa la línea Madrid-Málaga, entrando en servicio los trenes AVE. El 20 de febrero de 2008 se da inicio al servicio de Avant entre Sevilla-Córdoba-Málaga y se abre la línea directa de AVE entre Barcelona y Málaga, que un año después reduciría el tiempo de trayecto (de 6 horas y media a 5 horas y 45 minutos) aprovechando la construcción del bypass ferroviario en Torrejón de Velasco y la circunvalación de los Gavilanes. Ya en 2013, el IC Málaga-Valencia se convierte en AVE, pasando en 2014 a la categoría AVCity. En la actualidad, Málaga está conectada de forma directa por Alta Velocidad con Barcelona, Zaragoza, Tarragona, Lleida, Ciudad Real, Madrid, Valencia, Cuenca, Córdoba y Sevilla, entre otras capitales de provincia.*

**Cada día, Renfe pone en circulación medio centenar de trenes de alta velocidad con llegada o salida de la capital de la Costa del Sol.**

► Estación ferroviaria María Zambrano en Málaga.

ba y las de Antequera Santa-Ana y Málaga-María Zambrano en la de Málaga. Más de 300.000 viajeros han utilizado el pasado año 2017 los trenes de alta velocidad con origen o destino Antequera Santa-Ana. De ellos, 135.000 han sido usuarios de la relación con Madrid, 125.000 han viajado en trenes de Barcelona y Valencia y 40.000 lo han hecho en el servicio Avant entre Sevilla, Córdoba y Málaga. Actualmente, Renfe ofrece una treintena de servicios de alta velocidad diarios con origen o destino en esta estación de Antequera-Santa Ana.

La mayor complejidad técnica de la construcción de la línea se encuentra sobre todo en el trayecto entre Antequera y Málaga. En esos 54 km, se construyeron 35

viaductos, con una longitud total de más de 11 km, y 8 túneles que suman 27 km. Entre estos últimos destaca el bitubo de Abdalajís, compuesto por dos túneles gemelos de vía única y sección circular, unidos entre sí por galerías transversales cada 350 metros, con longitudes de 7.280 y 7.300 metros respectivamente.

El suministro de energía de la línea procede de tres subestaciones eléctricas de tracción, situadas en Almodóvar del Río (Córdoba), La Roda de Andalucía (Sevilla) y Cártama (Málaga). Las dos primeras pertenecen al primer tramo en servicio de la línea de Alta Velocidad entre Córdoba y la estación de Antequera-Santa Ana, mientras que la de Cártama es del segundo tramo. Además de estas su-

## La puesta en funcionamiento del AVE Madrid-Málaga ha significado la creación de un auténtico puente ferroviario a la Costa del Sol

► Vista de la ciudad de Málaga desde La Alcazaba.





bestaciones, existen 12 centros de autotransformación ubicados entre subestaciones a una distancia aproximada de unos 10 km. Todo este conjunto de instalaciones se controla desde un Centro de Control de Operaciones (CCO) localizado en Antequera-Santa Ana, que cuenta con otro CCO de apoyo en Madrid.

En cuanto a la financiación de la obra, ha de tenerse en cuenta que el AVE Madrid-Málaga utiliza parte del trazado de Alta Velocidad entre la capital española y Sevilla, y los tramos construidos para enlazar con Málaga parten desde Almodóvar del Río, a unos 14 kilómetros de Córdoba. Ciñéndonos a esta línea Córdoba-Málaga —con una longitud de 154,5 km que discurren por 19 municipios de Córdoba, Sevilla y Málaga—, su construc-

ción y puesta en servicio supuso una inversión de 2.539 millones de euros, cofinanciada junto con el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), que aportó 890,3 millones (35 por ciento).

### Motor para el turismo

La estación de Málaga-María Zambrano —que lleva el nombre de la filósofa y ensayista nacida en Vélez-Málaga en 1904— fue construida en 2006 a partir de la antigua estación Término, cuyo origen se remontaba a 1862 y de la que aún se conservan, catalogados como Bien de Interés Cultural (BIC), los pabellones de la fachada principal. La actual estación, cinco veces mayor que



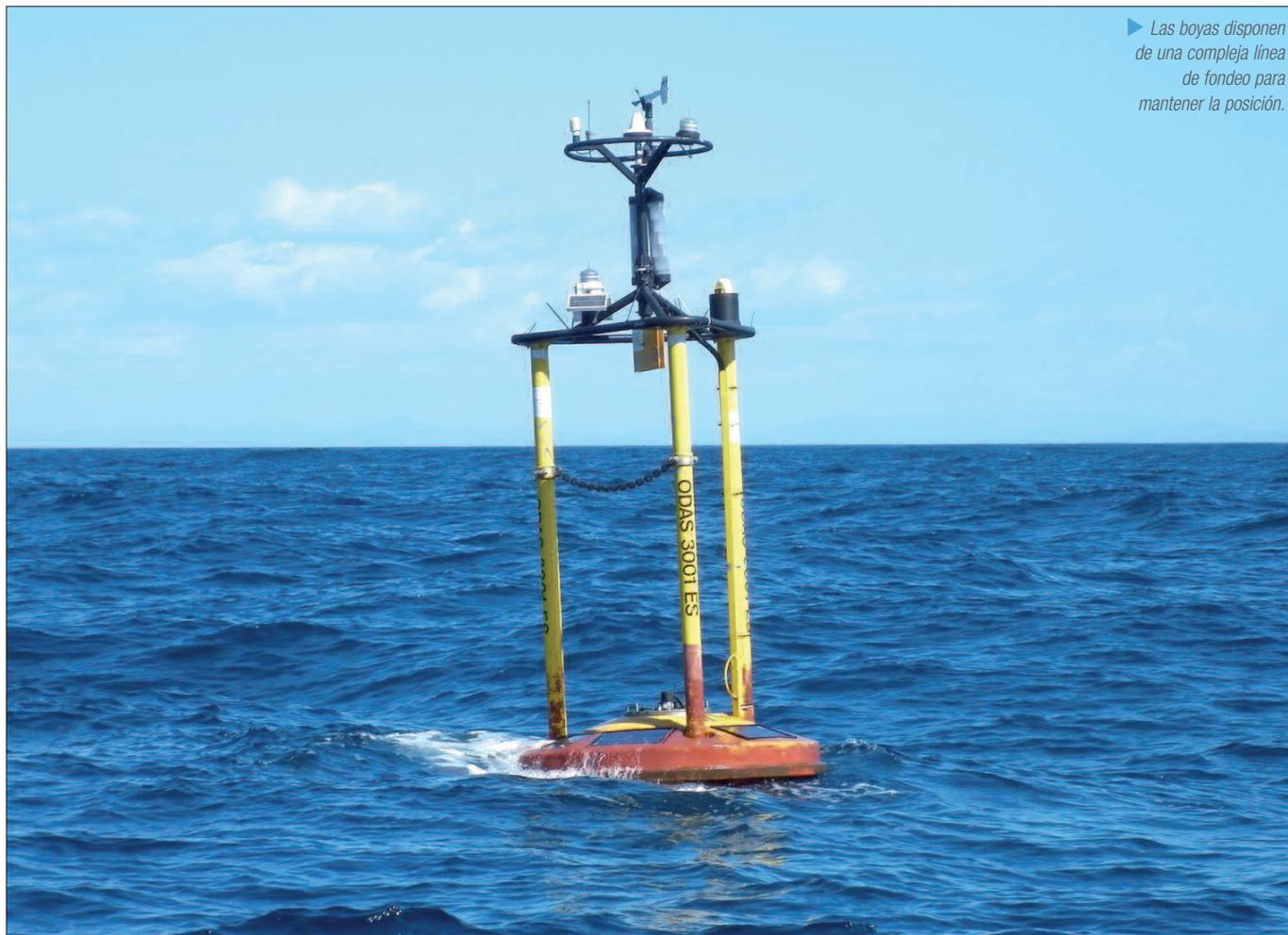
► Ave circulando por la provincia de Málaga en la zona de El Chorro.

su predecesora, ocupa una superficie de 51.377 m<sup>2</sup>. Cuenta con 8 vías, cinco en ancho UIC y tres de ancho ibérico, bajo una gran cubierta metálica construida sin pilares intermedios. En ella se integran, además de los espacios ferroviarios, una zona comercial y de ocio, un hotel y varios aparcamientos. Situada en el centro de la ciudad, muy cerca del puerto y a 9 kilómetros del aeropuerto, está perfectamente comunicada mediante trenes de cercanías y autobuses con las principales localidades costeras y del interior de la provincia.

El AVE entre Madrid y Málaga ha supuesto un importante incremento del número de visitantes a la ciudad andaluza, con una particular incidencia en el turismo nacional, y desde la implantación de la Alta Velocidad

la estación María Zambrano se ha convertido en uno de los principales nudos ferroviarios del sur de España. Cada día llegan o salen de ella decenas de miles de viajeros, la mayoría turistas cuyo objetivo principal es disfrutar del entorno de la Costa del Sol, atraídos por el buen clima, la excelente gastronomía y las playas, pero también por la interesante oferta cultural de la capital, de la que cabría destacar el Museo Picasso y la casa natal del pintor, el Centro Pompidou, el Centro de Arte Contemporáneo, el Museo Jorge Rando, el Museo de Málaga, el Festival de Cine Español o el Festival Internacional de Jazz, sin olvidar dos momentos cumbre de la vida cultural y social malagueñas: la Feria y la Semana Santa. ■

► Las boyas disponen de una compleja línea de fondeo para mantener la posición.



*LAS BOYAS DE FOMENTO FORMAN PARTE DEL SISTEMA DE MEDICIÓN DEL MEDIO MARINO QUE RECOGE DATOS METEOROLÓGICOS*

# Midiendo la temperatura del mar



► Las revisiones periódicas aseguran el buen funcionamiento de las boyas.

PEPA MARTÍN MORA. FOTOS: PUERTOS DEL ESTADO

**La Red de Boyas de Puertos del Estado del Ministerio de Fomento ha registrado máximos históricos de temperatura del agua durante los meses de mayo y junio pasados, además de valores mínimos de temperaturas inusualmente altos a lo largo de todo el invierno de 2017.**

**L**as boyas de Cabo de Gata, Cabo de Palos, Tarragona, Bilbao-Vizcaya y Cabo Silleiro han superado en junio las temperaturas máximas registradas desde que empezaron a funcionar, un dato que viene a confirmar el aumento de la temperatura del agua de nuestras costas en la última década.

Estos valores son los que más destacan de entre los medidos por la red de Boyas de Aguas Profundas de Puertos del Estado, dependiente del Ministerio de Fomento, aunque se ha observado en toda la Red que el agua se ha mantenido más caliente a lo largo del invierno de 2017, con valores mínimos de temperatura inusualmente altos, lo cual ha contribuido a que se hayan alcanzado valores extraordinariamente elevados al principio del verano.

En un intervalo de diez años, de 2007 a 2017, tras la comparación del valor medio obtenido para los primeros 22 días del mes de junio en dicha Red, con el del año 2017 se observa una subida generalizada de temperaturas que oscila entre los 0,5 y los 2,5 grados. Estos datos indican que en algunas boyas, tanto en aguas del Mediterráneo como del Atlántico, se han producido récords históricos.

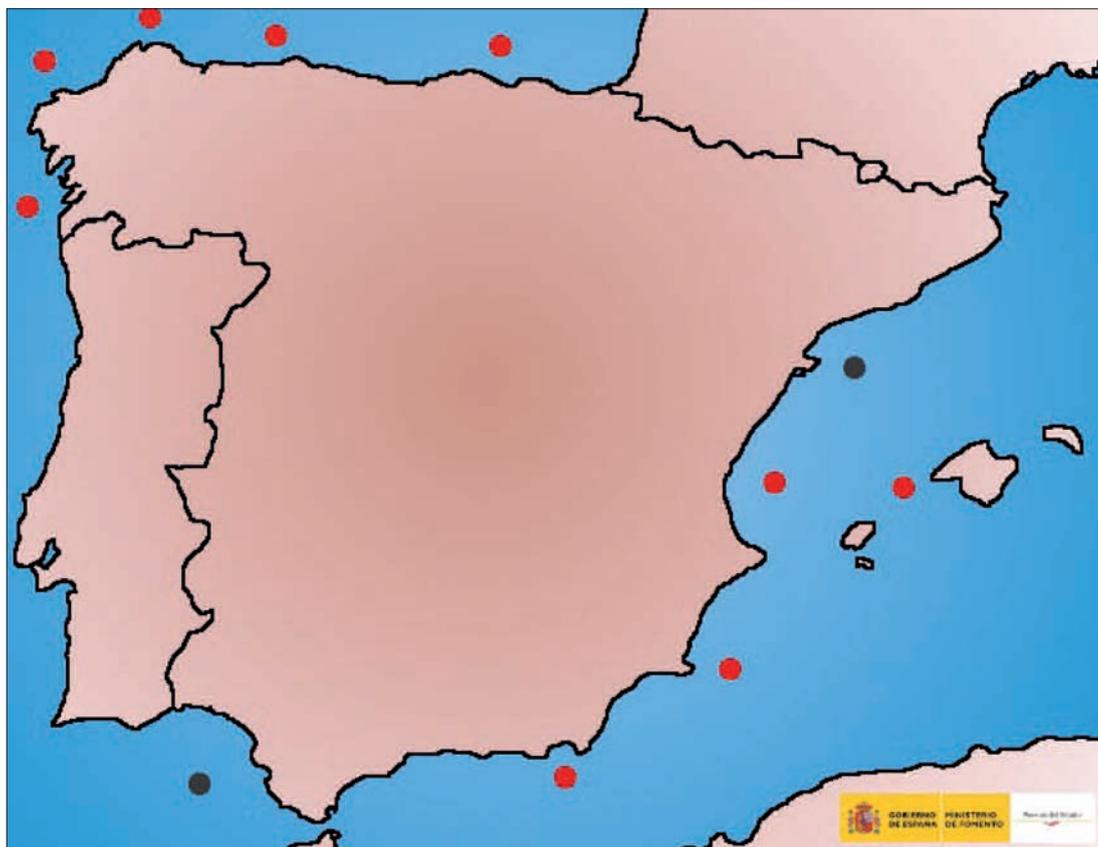
**Se han registrado máximos históricos de temperatura del agua durante los meses de mayo y junio de 2017**

Este episodio de calentamiento ha sido más acusado en el Mediterráneo, donde el mayor incremento de temperaturas se ha registrado en la boya de Tarragona, en funcionamiento desde 2004, y cuyos registros en el mes de junio de este año han superado los 27°C de temperatura en el agua, estando el promedio de los valores de junio 2,53°C por encima de la media de la última década.

En aguas del mar Cantábrico se superaron registros históricos, tanto en la boya de Estaca de Bares, como en la boya de Bilbao-Vizcaya. Esta última, con sensor de temperatura desde 2006, alcanzó los 23,5°C el día 21 de junio, produciéndose una subida de 1,25°C en la comparación de medias. También se han producido récords históricos en las boyas fondeadas en el Océano Atlántico, alcanzándose en junio temperaturas de 19,9°C en la boya de Cabo Silleiro por primera vez desde que empezó a registrar en 2001, lo que supone un incremento en 2017 de hasta 1,25°C con respecto a la media de los últimos diez años.

En otras zonas de nuestras costas las boyas confirman igualmente la subida de temperatura del agua. La instalada frente al Cabo de Gata el día 24 de junio superó un récord anterior de junio de 2004, alcanzándose el registro de 25,4°C, lo que representa una subida sobre la media de la década de 2,48°C.

Al ampliar el estudio a los meses anteriores, comparando el primer semestre del año 2017 con los valores



► Registros en las boyas de la Red de Aguas Profundas en el mes de junio de 2017. Los puntos rojos indican las estaciones en las que se batió el récord.  
\*Fuente: Puertos del Estado.

medios históricos, se ha podido constatar de forma general, que los valores de temperatura media del agua de los primeros seis meses del año 2017 están por encima del valor medio histórico obtenido desde que cada boya comenzó a medir.

Así mismo, las temperaturas mínimas registradas en los meses de febrero y marzo son especialmente llamativas por elevadas, ya que, para la gran mayoría de las boyas, los valores mínimos están también por encima del valor medio histórico de los meses de invierno.

## Sistema de medición

Puertos del Estado mantiene sistemas de medida y previsión del medio marino con el objetivo fundamental de proporcionar a los usuarios datos océano-meteorológicos imprescindibles para el diseño y explotación de las infraestructuras, lo que permite reducir los costes y aumentar la eficiencia, sostenibilidad y seguridad de las operaciones portuarias. En otros casos, como la pesca o la náutica deportiva, proporcionan datos sobre oleaje, muy útiles para poder navegar con seguridad.

Dichos sistemas constan de redes de medida (boyas, mareógrafos y radares de alta frecuencia), servicios de predicción (oleaje, nivel del mar, corrientes y temperatura del agua) y de conjuntos climáticos, que describen,

tanto el clima marítimo en la actualidad, como sus escenarios de cambio en el siglo XXI.

El sistema que permite registrar la temperatura del agua de nuestras costas consta de dos redes: por un lado, la Red de Boyas Costeras de Puertos del Estado, y por otro, la Red de Boyas de Aguas Profundas, o Red Exterior.

## Oleaje: récord histórico

Las Boyas de Puertos del Estado han recogido también en sus mediciones otros récords históricos distintos de los de las temperaturas, como fueron los de oleaje en febrero de 2014, que llegaron a calificarse de verdaderamente extraordinarios.

Fue el caso de la boya de Estaca de Bares, en A Coruña, que a las 22 horas del día 1 de dicho mes midió una altura significativa de ola de 12,8 metros, a tan sólo unos centímetros del dato histórico de 12,9 metros. De igual modo, la boya asturiana de Cabo de Peñas registró en la madrugada del día 1 al 2 de febrero alturas significativas de ola de 11,25 metros a las 5 de la mañana, el segundo registro histórico después del año 1998.

Este segundo día del mes de febrero, cuando el temporal alcanzó su punto más álgido, las estaciones de la Red de Mareógrafos de Puertos del Estado, ubicados en distintos puntos de la costa española, registraron niveles del mar cercanos al récord histórico en el Cantábrico. En el Puerto de Santander la marea subió hasta los 5,36 metros sobre el nivel cero del mismo, rozando el máximo histórico de 5,38 metros registrado en 1992.

Los expertos apuntaron a que el oleaje extraordinario registrado ese invierno se había visto potenciado al coincidir con las mareas vivas, que a su vez se habían producido por la combinación de una fuerte marea astronómica, con una subida adicional del nivel del mar debido a las tormentas registradas en esas fechas.



► Los trabajos de mantenimiento se realizan en ocasiones en condiciones extremas o en horas nocturnas.

Las boyas de la Red Costera, que actualiza la antigua red de boyas escalares REMRO, están ubicadas en las proximidades de los puertos y fondeadas a menos de 100 metros de profundidad, por lo que las mediciones que recogen pueden verse perturbadas tanto por el perfil de la costa, como por los efectos del fondo sobre el oleaje.

Esta Red, tras un plan de optimización que se ejecutó en 2012 para reducir el número de estaciones, se compone actualmente de doce equipos direccionales que miden oleaje y temperatura del agua, tres de los cuales son propiedad de Autoridades Portuarias, aunque Puertos del Estado se encarga de la gestión y el tratamiento de los datos. Las boyas costeras de la marca Axys transmiten las medidas vía radio a costa, a excepción de las de Langosteira y Algeciras, que tienen ins-

talados muchos más sensores y transmiten a una única estación receptora vía GPRS.

En cuanto a las que conforman el sistema de boyas exteriores, que amplía y actualiza las antiguas redes RAYO y EMOD, se caracterizan por estar fondeadas lejos de la línea de costa a gran profundidad, entre 200 y 1800 metros, por lo que las medidas de los sensores no se ven alteradas por efectos locales, y cada boya proporciona observaciones representativas de grandes zonas del litoral. Esta Red está formada por 15 puntos de medida distribuidos por nuestras costas: 9 en la Península, 2 en Canarias y 2 en Baleares.

Se compone de boyas de tipo Wavescan y tipo Sea-Watch: las primeras miden variables de oleaje y atmosféricas (salvo la de Dragonera, que cuenta con sensores de temperatura) y las segundas, además de los parámetros anteriores, miden también los oceanográficos, que son los de temperatura del agua, velocidad y dirección media de corriente y salinidad. Para ello están dotadas de diferentes sensores y suelen tener gran envergadura, hasta 3 metros de diámetro y 7 metros de longitud.

La configuración de las boyas ha ido evolucionando en el tiempo y hoy cuenta con unidades de proceso, almacenamiento de datos y transmisión vía satélite. Toda la información se procesa y almacena en las boyas y, cada hora, se transmite a Puertos del Estado vía satélite, de modo que los datos pueden hacerse accesibles a través de la web de forma casi inmediata.

### Aplicaciones del sistema

- Operatividad y seguridad en los puertos.
- Control de dragados.
- Ingeniería marítima. Diseño de infraestructuras portuarias.
- Salvamento marítimo. Rescate en el mar y lucha contra la contaminación.
- Seguimiento de vertidos, objetos y seres humanos a la deriva.
- Pesquerías.
- Acuicultura.
- Ayuda a la navegación y al sector pesquero

La recepción y el almacenamiento de los datos recogidos en cada boya se complementa con un control de calidad con el objetivo de garantizar que los valores disponibles se han obtenido en condiciones de correcto funcionamiento de todos los equipos de medida. Además, se marcan todos los datos que presentan valores anómalos o cuyo grado de variabilidad es anormalmente alto o bajo.

La cadencia de medida de estas boyas es actualmente de un dato por hora, pero aunque la cadencia de generación de observaciones sea horaria, los parámetros que se proporcionan no se miden a lo largo de una hora. Por ejemplo, es el caso de la temperatura del agua, que se mide de forma instantánea y se asume que ese valor es el que representa la temperatura para esa hora; o en el caso del viento, se mide durante diez minutos una vez cada hora, por lo que el valor de velocidad está calculado sobre el promedio de las medidas obtenidas durante un periodo de diez minutos en esa hora.

### Características de las boyas

Las boyas disponen de una compleja línea de fondeo para mantener la posición —no están a la deriva— lo que hace que éstas borneen unas decenas de metros. El anclaje al fondo marino se realiza con un peso muerto que suele consistir en dos ruedas de tren que llevan a lo lar-



go de la línea una serie de flotadores, elastómeros giratorios, grilletes, cabo y cadenas. Si están fondeadas en una zona de más de 1.500 metros de profundidad, lleva una boya de apoyo con un cable flotante con boyarines para reforzar su flotabilidad. Si se cortara esta

► Traslado de boyas a puerto para su posterior instalación en el mar.

### Temperaturas medias del agua los 22 primeros días de junio en 2007 y 2017, y anomalías respecto a la media de los últimos diez años

Boya	Temperatura 2007 (°C)	Temperatura 2017 (°C)	Diferencia del 2017 respecto a la media de los últimos 10 años (°C)
Cabo de Peñas	16,64	17,37	0,60
Bilbao-Vizcaya	17,57	19,09	1,21
Estaca de Bares	16,23	17,13	0,59
Villano-Sisargas	15,63	16,49	0,79
Cabo Silleiro	16,29	17,81	1,25
Golfo de Cádiz	19,32	21,46	1,47
Gran Canaria	ND	21,54	0,58
Tenerife Sur	21,81	21,9	0,63
Cabo de Gata	19,77	22,26	2,48
Cabo de Palos	21,46	22,62	0,85
Tarragona	20,68	23,48	2,53
Barcelona (red costera)	19,99	21,89	1,09

Fuente: Puertos del Estado



► Si las redes de pesca se enredan con las boyas puede afectar a la línea de fondeo.

### Información libre y gratuita

Los beneficios de los sistemas de información marinos no se circunscriben únicamente al entorno portuario, sino que también buscan ser un servicio abierto a la sociedad y sirven a sectores como el pesquero, el de la acuicultura, las ayudas a la navegación, salvamento marítimo, seguimiento de vertidos, navegación recreativa o deportes acuáticos. Este servicio se presta fundamentalmente a través de la web de Puertos del Estado y de la aplicación para dispositivos móviles para el mar, disponibles en iOS y Android.

La información que recogen las boyas se transmite en tiempo real vía radio o satélite a Puertos del Estado, en Madrid, desde donde se pone a disposición de aquellos usuarios que quieran consultarla a través de la página de Internet [www.puertos.es](http://www.puertos.es) de forma totalmente libre y gratuita, incluso sin necesidad de registrarse.

En la sección "Redes de medida" de la web se puede consultar información general de las redes, descripción de las estaciones y detalles de las cartas náuticas con las posiciones de las boyas, y en el enlace "Últimos datos recibidos" se puede ver la información en tiempo real de todas las estaciones y parámetros medidos, en formato gráfico y tabla, así como descargar informes con datos históricos.

línea se quedarían a la deriva y podrían perderse, pudiendo originar peligros para la navegación. Además, están dotadas de balizas luminosas para poder ser vistas de noche. Su posición se comunica al Instituto Hidrográfico de la Marina para su señalización en las cartas náuticas, de modo que cualquier navegante puede conocer su ubicación.

Para asegurar el correcto funcionamiento de las boyas y su conservación, se realizan mantenimientos periódicos que en ocasiones es necesario realizar en condiciones extremas, con mala mar o en horas nocturnas. Con el fin de que se puedan realizar las mediciones correctamente, es fundamental que las embarcaciones no se acerquen ni se amarren a ellas, evitando así el riesgo de colisión.

Las boyas se mantienen cada cuatro meses para realizar una limpieza a fondo, recoger la información almacenada a bordo —más completa que la que se envía en tiempo real— recargar las baterías, reemplazar sensores que puedan estar dañados o averiados y aplicar pintura anti-fouling para evitar el anclaje de mejillones y percebes que puedan dañar los sensores. ■

# El fascinante mundo de los mapas



BEATRIZ TERRIBAS. FOTOS: BIBLIOTECA NACIONAL

Desde la Antigüedad hasta nuestros días los mapas han representado nuestra percepción del mundo, como muestra la exposición Cartografías de lo Desconocido organizada por la Biblioteca Nacional. Un compendio de más de doscientas piezas, procedentes de la propia Biblioteca, el Instituto Geográfico Nacional, la Agencia Estatal de Meteorología y otras colecciones españolas, que reflejan el esfuerzo desatado por el hombre para mostrar gráficamente su entorno.

► Mapamundi de Fries, 1522, donde se intuye ya parte del perfil del Nuevo Mundo.



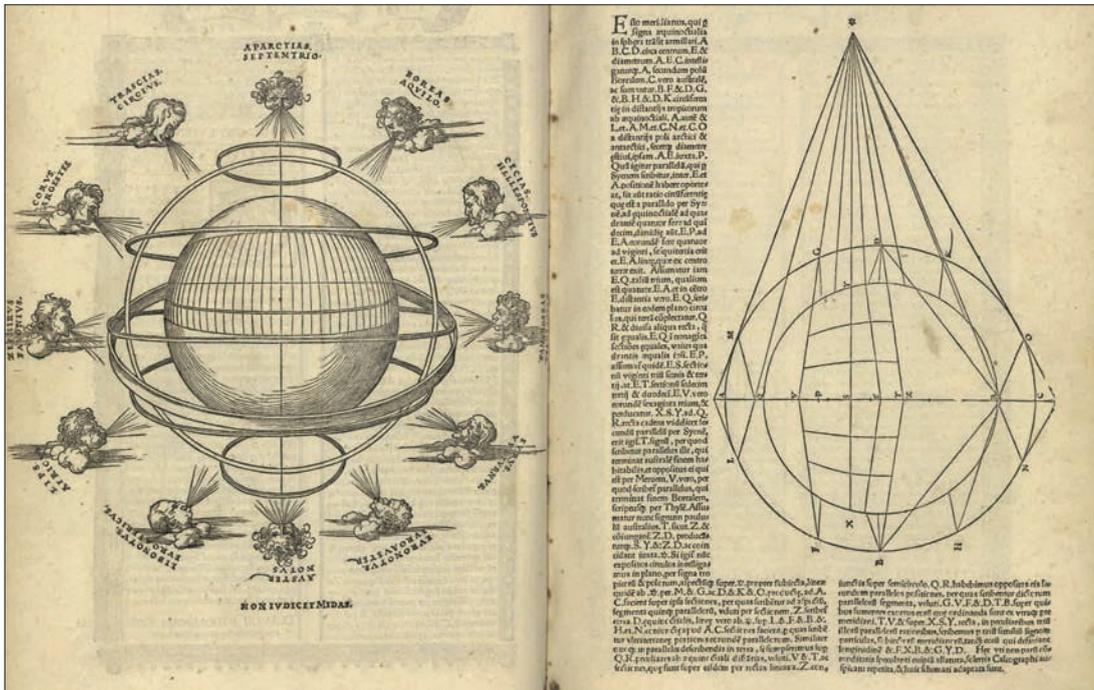
**E**n los confines de Asia, América, África y Oceanía, las tribus más aisladas de la Tierra dibujan en la arena la ubicación de sus poblados y los itinerarios que recorren para conseguir alimentos. Su grado de desarrollo, equiparable al del hombre de la Prehistoria, induce a pensar que desde sus orígenes el ser humano ha representado el lugar que habita. Sin embargo, la evolución desigual de nuestra especie ha permitido que aquellos perecederos mapas de nuestros antepasados alcanzaran mayor trascendencia con el nacimiento de la escritura en el Antiguo Oriente Próximo. Precisamente de Babilonia procede el mapa más antiguo de la Humanidad, el *Imago Mundi*, del siglo VI a. de C que reproduce, labradas en arcilla, algunas ciudades de Mesopotamia y sus ríos. El conjunto está circundado por el Golfo Pérsico, frontera de las tierras ignotas representadas por triángulos equidistantes. En consecuencia su autor desconocía que en Grecia su coetáneo, el filósofo y geógrafo Anaximandro de Mileto, había trazado el primer mapamundi de la Historia, avalado por sus estudios sobre el origen, la relación y proporción de todas las cosas. Aunque lamentablemente desapareció, según el testimonio de Herodoto, era de forma circular y representaba los tres continentes conocidos entonces: Europa, Asia y África. Si bien los eruditos griegos durante más de cinco siglos ratificaron la esfericidad de la Tierra, Claudio Ptolomeo la situó en el centro del Universo, innovadora concepción del Cosmos que permaneció inquebrantable hasta el siglo XVI.

## La tierra vista en un plano

Precisamente Pedro de Medina, cosmógrafo y cartógrafo de Carlos I, incorporó en su manuscrito *Suma de Cosmographia* un mapa que, fiel a la teoría ptolemaica, reproduce la Tierra en el centro del Universo. La obra muestra las diferentes proyecciones sobre un plano de la superficie terrestre y asigna además su movimiento a la inteligencia de Dios, premisa que inspiró gran parte de los ejemplares de los siglos XV y XVI, como puede apreciarse en la xilografía del *Liber Chronicarum*, de Hartmann Schedel o en la cosmografía de Francisco de Holanda.

La teoría geocentrista de Ptolomeo, vigente durante casi catorce siglos, fue desbancada por Copérnico en 1543 al concebir el Sol en el centro del Universo. Sin embargo, el heliocentrismo tardó casi un siglo en incorporarse a la cartografía, siendo el primer mapa que lo hizo el de Joan Blaeu, recogido en su *Atlas Novus*.

Pese al conocimiento de la esfericidad de la Tierra, la mayor parte los mapas de la Edad Media, alejados de cualquier deducción científica en favor de su concepción religiosa, reproducen nuestro planeta de forma circular y plana; como se puede apreciar en las *Etimologías* de San Isidoro de Sevilla, aunque otros clérigos del momento como Goussuin de Metz o Matfre Ermengaud la dibujaron de forma circular equiparándola a una manzana.



► Filippo Brunelleschi Durero cartografió por primera vez la forma tridimensional de la Tierra en un plano.

Los principios religiosos que guiaron estas obras prevalecieron hasta 1409 cuando Manuel Crisarolas y Jacopo Angeli tradujeron al latín la Geografía de Claudio Ptolomeo, donde el sabio greco-egipcio desvela su metodología para realizar trabajos cartográficos. Al dividir la tierra en 360° Ptolomeo pudo delimitar los paralelos y los meridianos, conocimientos fundamentales para trazar un mapa con proyección científica. El manuscrito escurialense de la Cosmographia de Ptolomeo reproduce el mundo conocido, la ecúmene, ya que la tierra incógnita actúa como límite del mapa que se muestra en la exposición. Ptolomeo también estableció las directrices a seguir para recrear la forma tridimensional de la Tierra en un plano, cuestión que entrañaba una dificultad añadida para los cartógrafos, no así para el arquitecto Filippo Brunelleschi Durero, que gracias a sus conocimientos de perspectiva lineal dibujó por primera vez en un mapa la imagen de nuestro planeta en una esfera armilar.

Con el comienzo de la Edad Moderna surgieron nuevas ideas cartográficas que, pese a su importancia posterior, en su momento resultaron a todas luces extrañas. Es el caso de la proyección cartográfica de Gerardus Mercator, concebida para diseñar mapas de la superficie terrestre que facilitasen la navegación. Al estar basada su proyección en la imagen de la tierra como un cilindro las distancias entre los meridianos se desfiguraban, al igual que las formas entre los paralelos, provocando una imagen distorsionada de los continentes. A pesar de ello, este mapa al permitir trazar líneas loxodrómicas para unir dos puntos de la superficie terrestre facilitó la elaboración de cartas náuticas, cumpliendo así con su finalidad primordial de orientar a los navegantes.

Otros cartógrafos más originales han representado nuestro entorno incluso bajo formas zoomórficas o humanas. Por ejemplo, en 1583 Michael von Aitzing dibujó los Países Bajos en forma de León, evocando el enfrentamiento de esta provincia con España, y dos siglos después Vicente de Memije plasmó América y Filipinas sobre la efigie de la Inmaculada Concepción; pero antes de que se representase tan peculiar obra fue preciso descubrir aquellas tierras que modificaron por completo las imágenes cartográficas.

► Países Bajos en forma de León como muestra de la iconografía cartográfica del s. XVI.

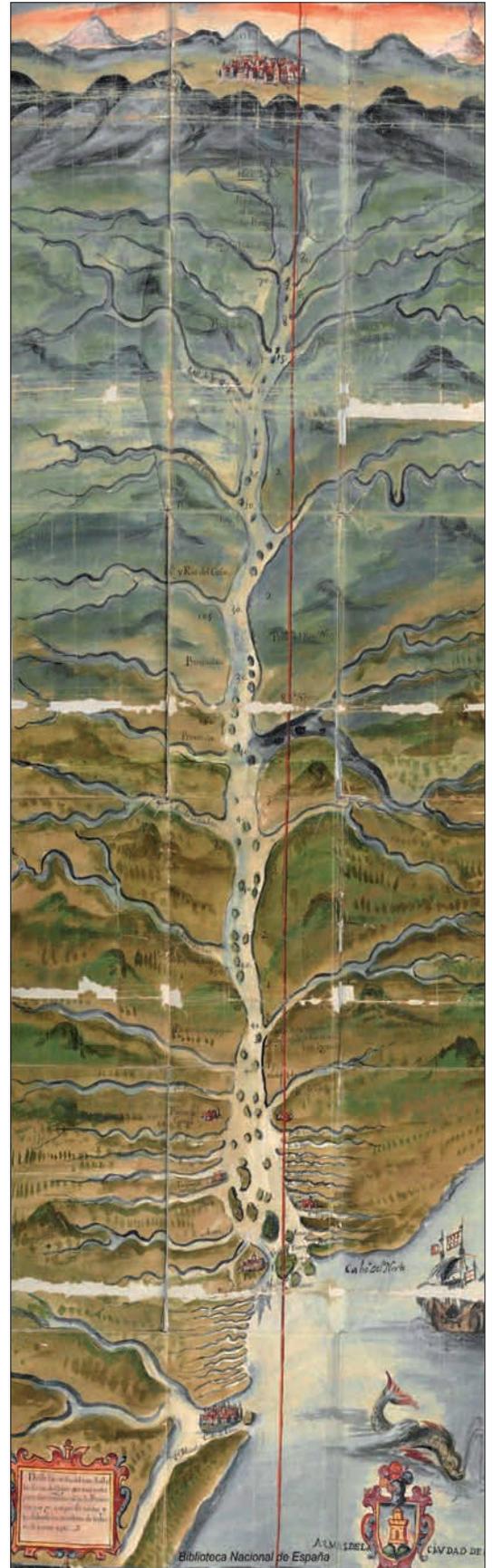
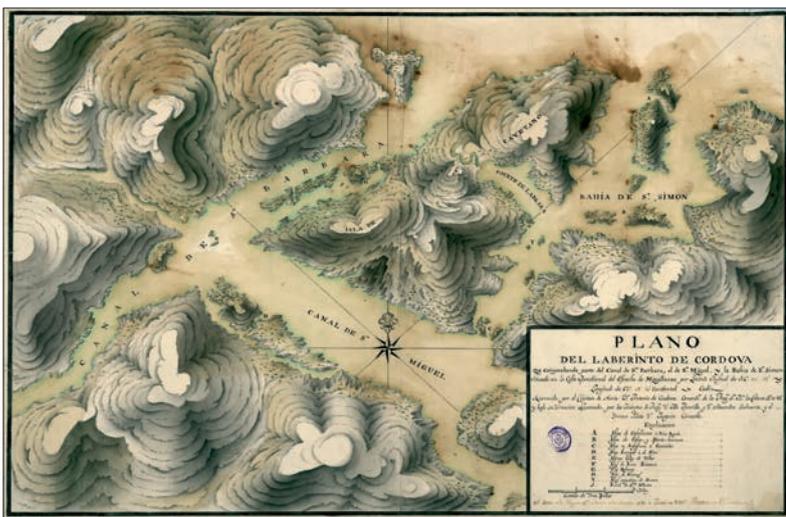


## Cartografiar nuevos territorios

Tras el descubrimiento de América el primer mapamundi que incluyó el continente fue la Carta Náutica de Juan de la Cosa, única obra cartográfica que se conserva de las realizadas por los navegantes que acompañaron a Colón en sus viajes a América. Si bien hasta entonces el mar Mediterráneo protagonizaba las cartas náuticas, a partir de aquel momento sería el océano Atlántico, como puede apreciarse en la carta de Alonso Peres, donde su autor ya separa África y Europa de las tierras americanas. Y es que aquel descubrimiento supuso uno de los acontecimientos más importantes de la historia de la Humanidad, como refleja el grabado de la obra *Nova Reperta* en el que el Nuevo Mundo prevalece sobre los ocho grandes descubrimientos tecnológicos de la Era Moderna.

Aunque a partir de 1506 los mapas empezaron a incluir la imagen de América, su perfil meridional sólo pudo dibujarse después de que Magallanes realizara la primera circunnavegación de la Tierra y Antonio de Pigafetta, cronista de la expedición, trazara los primeros mapas de la Tierra de Fuego. Tuvo que pasar algún tiempo para que aquellos territorios se incorporasen a la cartografía, ya que continuaron ausentes incluso en las cartas del *Treatrum Orbis Terrarum* de Abraham Ortelio, editado en 1570 y considerado el primer atlas moderno. Años después Lucas de Quirós, cosmógrafo mayor del Mar del Sur, ya incluyó en su obra el Estrecho de Magallanes y la Tierra de Fuego, archipiélago que también cartografió Antonio de Córdoba y Lasso en 1785 reflejando sus montañas, puertos y canales en el *Plano del Laberinto de Córdoba*, dos de las muestras más llamativas junto al mapa del río Amazonas, que reproduce su curso desde Quito hasta su desembocadura en el Atlántico, señalando algunas de las provincias por las que transita.

► La Tierra de Fuego cartografiada por Antonio de Córdoba y Lasso en 1785.



► Mapa del Amazonas, una de las muestras de la cartografía de América.

## El mapa, una obra de arte

La representación de un territorio en un plano se convierte en una obra de arte cuando además de proyectar su imagen exhibe aquellos ornamentos que nos ayudan a asimilar el paisaje y el paisanaje del lugar que reproduce. En los mapas del siglo XVI el dibujo de los continentes ya se enriquecía con un sinfín de alegorías, personajes mitológicos y animales fantásticos, entre otros elementos, una concepción artística de la cartografía que alcanza su cénit a partir del siglo XVII, cuando los cartógrafos holandeses y alemanes, principalmente, elaboran los “mapas orlados”, concebidos para exhibirse en bibliotecas y salones. En ellos las imágenes territoriales quedan enmarcadas por una banda decorativa donde se recogen aquellos ornamentos que en estampas precedentes aparecían de forma aleatoria. Uno de los ejemplos más notables de esta tendencia es el mapamundi de Jean Baptiste Louis Clouet, cuyos hemisferios están circundados por una orla de veintidós medallones que reproducen la historia de la Humanidad según el Antiguo Testamento. Otros ejemplares se inclinan por representar los prototipos humanos de los continentes que reflejan, como ocurre en el mapa de África de Joan Blaeu o en la Carta Hydrographica y Chorographica de las Islas Filipinas de Pedro Murillo de Velarde, cuyos grabados ofrecen una detallada información de los pobladores de las islas, de su flora y fauna. Este recurso pictográfico también se desarrolló en los virreinos de Perú y Nueva España durante el siglo XVIII para mostrar la diversidad racial, las costumbres de sus habitantes, las castas que surgieron tras el mestizaje y la naturaleza. Tan elaboradas obras sobre el Nuevo Mundo tienen su precedente en las Cartas de relación que sistemáticamente los descubridores españoles enviaban a la Corona para informarle de las características de aquellos territorios. Eran dibujos minuciosos, similares a los del mapa de Tenochtitlan o al de Macuilxóchtli, y algunos de ellos fueron elaborados por nativos, ya que la tradición cartográfica es común en todos los rincones del Planeta.

Otros enclaves exclusivos de las creencias religiosas, también se han reproducido en planos que nos trasladan a lugares tan idílicos como el Paraíso, esquemáticamente dibujado en una copia del Comentario al Apocalipsis del Beato de Liébana y, con mayor rigor, en una de las cartas de un atlas de Gerard Mercator, donde el cartógrafo holandés sitúa además el Infierno en el polo opuesto del Paraíso.

La cartografía además ha perpetuado aquellos mundos legendarios ideados por pensadores y literatos de todos los tiempos, legándonos, entre otras, obras tan originales como el mapa de La Mancha, donde el cartógrafo Tomás López plasmó algunos de los itinerarios recorridos por Don Quijote, retratado con maestría junto al resto de los personajes de la obra cervantina por Gustavo Doré.



Más allá de estos lugares, concretamente en el Nuevo Mundo, también afloraron enclaves extraordinarios como el mítico reino de El Dorado, inmortalizado en el mapa de Pieter Van der Aa que lo sitúa en el país de La Guyana. En cambio en los confines septentrionales de América nuestros navegantes se aventuraron para descubrir el Paso del Noroeste, inicialmente una hipotética vía de conexión entre los océanos Atlántico y Pacífico que les permitiría alcanzar las Indias Orientales. En 1592 Juan de Fuca localizó en la costa del Pacífico la apertura de aquel estrecho de comunicación, recorrido años después por Bartolomé Fonte. Los datos que aportaron de sus travesías sirvieron a Thomas Jeffery para trazar un mapa de la zona, también cartografiada por Juan Bautista Muñoz, según las referencias del viajero Lorenzo Ferrer Maldonado, quien surcó el Paso del Noroeste bordeando la Península del Labrador.

► Mapa orlado editado por Nicolaum Joannis Pifcatore en 1652. Debajo: Cartografía de La Mancha. de Tomás López con imágenes de Gustavo Doré.





► Mapa de la Terra Prometida del atlas de Gerard Mercator.

## Secretos de la cartografía

A lo largo de la historia los cartógrafos no siempre han representado fielmente la realidad en sus obras, obligados en parte por sus patrocinadores, por las imposibilidades técnicas del momento o por desconocimiento. Ya en el Medioevo, la censura evitó que en algunas proyecciones se contemplase la presencia mahometana de Al-Andalus para eliminar de las mismas a los enemigos de la Cristianidad. Más tarde, diversas cartas coloniales fueron también silenciadas, en el caso de la de América Meridional de Juan de la Cruz por ofrecer datos exhaustivos de la línea de demarcación entre las propiedades españolas y portuguesas de Brasil. En otras obras de autores anglosajones se trataba de modificar la realidad etnográfica de los lugares inspeccionados, estereotipando a los nativos como “salvajes” o de silenciar la existencia de determinados grupos humanos en beneficio de la actitud paternalista de sus colonizadores, como se puede apreciar en el mapa del Indostán de James Rennell, que omite la presencia islámica en la Península, no así la de los brahmanes, quienes aparecen en una cartela entregando sus libros sagrados a los ingleses para su custodia.

Por el contrario, el espectacular mapa inacabado de España alude a motivos de carácter político y técnico. La obra, encomendada en 1739 por el marqués de la Ensenada a Carlos Martínez y a Claudio de la Vega, no incluye el noroeste peninsular ni los archipiélagos de Baleares y Canarias, al no haberse podido efectuar allí las operaciones geométricas necesarias por la destitución de su promotor.

La muestra de la Biblioteca Nacional se completa con una serie de mapas temáticos que desde el siglo XIX abarcan las más variadas disciplinas. Entre ellos destacan los que nos aproximan a los cuerpos celestes y a los fenómenos que sus movimientos producen en la Tierra, aquellos que reproducen la estructura geológica de nuestro planeta o su estado atmosférico, y especialmente, los que de modo enciclopédico ofrecen una visión global de la Humanidad y el medio en el que habita. Una corriente que entra en vigor en el siglo XIX como medio de divulgación pedagógica de las investigaciones realizadas por los científicos del momento. ■

## Bibliografía

- ✓ *Cartografías de lo desconocido. Biblioteca Nacional de España 2017.*

# “Iribarren, ingeniería y mar”

BEATRIZ TERRIBAS

El pasado 17 de diciembre se clausuró la exposición “Iribarren, Ingeniería y Mar” que tuvo lugar en la Sala La Arquería, del Ministerio de Fomento. La muestra, organizada por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, CEDEX, contó con la colaboración de Puertos del Estado; la Dirección General de Costas del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente; y el Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos para ofrecer una amplia visión de la vida y obra del ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Ramón Iribarren Cavanilles, fallecido hace cincuenta años.



u figura ocupa un lugar privilegiado en la historia de la ingeniería marítima del siglo XX, gracias al carácter innovador de sus investigaciones y proyectos, que, avalados internacionalmente, se centraron en la dinámica del litoral y la construcción portuaria. La amplia trayectoria profesional de Iribarren comenzó en la Dirección de la Sección de Vías y Obras Provinciales de la Comisión Provincial de Gerona, poco después de licenciarse en 1927, con el número uno de su promoción, en la escuela madrileña de Ingenieros de Caminos de El Retiro. En aquel organismo se dedicó a estudiar y mejorar los hormigones hidráulicos y asfálticos a través de un sistema de ensayos que les permitieron comprobar la efectividad de estos materiales en las obras. Sin embargo su vocación por la ingeniería portuaria, fruto, entre otras razones, de sus orígenes guipuzcoanos y de la admiración que sentía por su profesor



Eduardo de Castro, le llevaron a ocupar en 1929 el cargo de ingeniero director del Grupo de Puertos de Guipúzcoa. Dicho organismo, creado un año antes a raíz de la aprobación de la Nueva Ley de Puertos, estaba integrado por los puertos de pesca de bajura de Fuenterrabía, San Sebastián, Orío, Guetaria, Zumaya, Deva y Motrico, cuya diversidad tipológica y peligrosidad, al carecer de abrigos naturales y estar sometidos a fuertes temporales, los convertía en el lugar idóneo para que Iribarren desarrollara sus investigaciones y ensayos sobre la dinámica del litoral y su efecto sobre las ensenadas, en base a las cuales elaboró diversas teorías que han permitido modificar y mejorar las construcciones portuarias. Su intensa labor investigadora se plasmó en múltiples obras, entre las que destacan: el Método de los Planos de Oleaje, que, aplicado en varios proyectos de mejora del puerto de Motrico, incorpora sus teorías sobre las corrientes marinas, los efectos de las resacas y la aproximación del oleaje a la costa, conceptos de importancia fundamental a la ho-



► Dique del puerto exterior de A Coruña.

ra de proyectar un puerto marítimo, la fórmula para el cálculo de los diques de escollera; y sus numerosos proyectos nacionales e internacionales de defensa costera, adoptados tras estudiar en algunas playas del litoral guipuzcoano la formación de estos accidentes geográficos tras la construcción de espigones, los efectos del oleaje en las obras marítimas o el transporte de arena en las bahías. En este apartado dos de las obras más notorias de Iribarren en nuestro país fueron la recuperación de la playa de Fuenterrabía, prácticamente desaparecida tras el proceso de urbanización de la ciudad durante las primeras décadas del siglo XX, y la creación de la del barrio donostiarra de Gros circundando la ensenada de La Zurriola. Su extraordinario conocimiento del medio marítimo y de las construcciones portuarias también se puso de relieve en sendos informes que Iribarren elaboró para determinados proyectos costeros y portuarios de algunos países africanos y latinoamericanos en la década de los años 50, momento en el que dado su prestigio profesional participó en numerosos

congresos europeos y norteamericanos para exponer sus investigaciones y teorías.

Gracias a la actividad docente de Iribarren en la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid y al esfuerzo que realizó para crear un Laboratorio de Puertos, donde los futuros ingenieros pudieran realizar pruebas de ensayo que garantizaran la óptima ejecución de sus obras portuarias, el innovador legado “científico y técnico” de Iribarren continúa muy vivo en la actualidad. ■

### Bibliografía

- ✓ *Iribarren, ingeniería y mar. Ministerio de Fomento.*
- ✓ *Una historia de la Escuela de Caminos. La Escuela de Caminos de Madrid a través de sus protagonistas. Sáenz Ridruejo, F.*
- ✓ *Ingenieros y arquitectos vascos del siglo XX en Madrid. Azulgaray, J.J.*
- ✓ *Revista "Ingeniería Civil" n° 188 año 2017. CEDEX.*

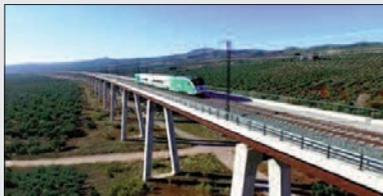
## La AP-9 y el puente de Rande ganan capacidad

El presidente del Gobierno, Mariano Rajoy, ha puesto en servicio entre diciembre y enero pasados la ampliación de capacidad de los tramos O Morrazo-Teis y Santiago Norte-Santiago Sur de la autopista del Atlántico (AP-9), actuación prevista en un convenio entre el Ministerio de Fomento y la concesionaria que, mediante la ejecución de nuevos carriles adicionales, ha permitido solucionar los problemas de congestión que desde hace años presentaba esta gran infraestructura gallega en los entornos de Vigo y Santiago de Compostela. Como parte del primer tramo se ha ampliado también el puente de Rande, estructura atirantada de gran luz y símbolo de Vigo que ha ganado un 42% de capacidad con la adición de un carril lateral por sentido. Se trata de una actuación sin precedentes a nivel mundial que ha reafirmado la posición de vanguardia de la ingeniería española.



El Progreso / Diario de Pontevedra

## La LAV Antequera-Granada, en pruebas



Un tren laboratorio de Adif inició el pasado 1 de diciembre los primeros viajes de reconocimiento de la línea de alta velocidad Antequera-Granada, cuyos trabajos principales ya han concluido. La infraestructura, integrada en el Corredor Mediterráneo, consiste en un trazado de 122 kilómetros de plataforma de alta velocidad, con capacidad para el montaje de doble vía electrificada y el desarrollo de velocidades de hasta 300 kilómetros por hora, más tres estaciones (Antequera, Loja y Granada), que permitirá establecer nuevas relaciones en alta velocidad entre Granada, Córdoba, Sevilla, Málaga y Madrid, con mejoras de seguridad, capacidad, regularidad e importantes ahorros de tiempo. Su explotación comercial arrancará una vez terminadas las pruebas de Adif y la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria.

## Viaje inaugural del AVE del desierto

Un tren Talgo 350, con autoridades saudíes y españolas a bordo, realizó el 31 de diciembre el recorrido inaugural de la nueva línea de alta velocidad entre La Meca y Medina (Arabia Saudí), completando con éxito el trayecto de 450 kilómetros en 2 horas y 52 minutos, con puntas de 300 km/h. El viaje marca un hito para el proyecto Haramain, primer tren de alta velocidad en el desierto y uno de los emblemas de la Marca España, cuya fase de superestructura y suministro de trenes desarrolla desde 2013 el consorcio Al Shoula (formado por 12 empresas españolas, entre ellas Adif, Ineco y Renfe, más dos saudíes). Con este viaje, que cumple con el calendario acordado, concluye la fase de construcción (fase CAPEX) —aunque quedan por finalizar varios trabajos, entre ellos dos estaciones— y arranca la fase de demostración de servicios, que contempla la circulación precomercial de trenes entre ambas ciudades los viernes y los sábados hasta el inicio de la fase comercial, prevista para marzo. A partir de ese momento se iniciará la segunda fase del proyecto, la operación y mantenimiento de la línea durante siete años (fase OPEX), a cargo del mismo consorcio, pero con un mayor protagonismo de las empresas del Grupo Fomento.



## Regulación del empleo de drones

El Gobierno aprobó el 15 de diciembre un Real Decreto que desarrolla el marco normativo adoptado en la Ley 18/2014 para la realización de actividades con aeronaves pilotadas por control remoto (drones). La nueva norma detalla los requisitos para el manejo de drones en espacios aéreos controlados y establece las condiciones de operación en entornos hasta ahora vedados (sobrevuelo cerca de edificios, reuniones al aire libre y vuelos nocturnos). Asimismo establece las condiciones que deben cumplir las organizaciones de diseño, fabricación y mantenimiento de este tipo de aeronaves, así como los requisitos de formación para su pilotaje. Desde 2014, la Agencia Española de Seguridad Aérea ha habilitado 3.000 operadores, 3.693 pilotos y 4.283 drones, lo que refleja la pujanza de esta actividad, cuyo marco se completará en 2018 con el Plan Estratégico de Drones.



## Apoyo a las empresas en Perú y Colombia



El ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, respaldó la participación de empresas españolas en los grandes proyectos de infraestructuras de transporte en marcha en Perú y Colombia durante la gira que realizó a estos países del 20 al 22 de noviembre pasados. En la gira suscribió con sus homólogos sendos memorandos de entendimiento para estrechar la cooperación española en el ámbito de las infraestructuras y el transporte, al tiempo que ofreció la colaboración de las empresas españolas para participar en los proyectos en cartera en esos países (línea 1 del metro de Bogotá, autopistas 4G y transporte ferroviario urbano en Colombia; líneas 3 y 4 del metro de Lima, túnel transandino y tren bioceánico en Perú). También visitó dos obras emblemáticas de empresas españolas en la región: la línea 2 del metro de Lima y el puente Nuevo Pumarejo en Barranquilla (Colombia).

## El Centro de Vigilancia de Seguridad Galileo se trasladará a Madrid

La oficina de apoyo del Centro de Vigilancia de Seguridad de Galileo (GSMC) se trasladará a Madrid tras la salida de Gran Breaña de la Unión Europea (UE) en 2019, después de que se aprobara en votación, a mediados de enero, por parte de los representantes de los estados miembros de la UE y la Comisión Europea (CE). El centro, actualmente en fase de desarrollo y con un equipo de trabajo reducido, trasladará así su sede de Swanwick (Inglaterra) a San Martín de La Vega, a pocos kilómetros de Madrid. Allí se localizará el Centro de Monitorización y Seguimiento de Seguridad del Proyecto Galileo, el sistema europeo de navegación por satélite que compite con el GPS estadounidense, que prestará apoyo a la sede principal del GSMC, situada en Saint-Germain-en-Laye (Francia).



## Madrid, centro operativo mundial de la IATA

Madrid ha sido elegida por la Asociación Internacional del Transporte Aéreo (IATA) como sede de su nuevo centro de operaciones global. Desde la oficina de la IATA en la capital española ya se gestionaba Europa y ahora se controlará también las regiones de América del Norte, América Latina, África, Oriente Medio y parte de Asia.



Desde Madrid se gestionarán las operaciones de las 280 líneas aéreas que pertenecen a la IATA, el 83% del tráfico mundial, con aproximadamente 315 millones de billetes aéreos por un valor de unos 125.000 millones de euros. Las nuevas atribuciones del centro de operaciones de la IATA en Madrid supondrán un incremento en la plantilla de trabajadores, que pasará de los 260 empleados a finales de 2017 a unos 330 a cierre de 2018, de hasta 60 nacionalidades diferentes.

## 25º aniversario de Puertos del Estado

El 1 de diciembre se celebró el 25º aniversario de Puertos del Estado, organismo público creado por la Ley de Puertos de 1992, que puso fin a los casi 100 años de Juntas de Obras del Puerto y alumbró las nuevas Autoridades Portuarias. Desde esa fecha se ha desarrollado un modelo portuario con un reparto competencial entre la Administración Central y las comunidades autónomas, que ha dotado a los puertos españoles de autonomía de gestión, basado en la autosuficiencia financiera, y con unas infraestructuras de primer nivel gracias a las inversiones públicas (15.000 M€) y privadas (13.000 M€) en este periodo. El ministro de Fomento subrayó la importancia de los puertos para la economía española y destacó que en 2017 se puede alcanzar un nuevo récord de tráfico portuario, con casi 530 millones de toneladas (509 millones en 2016). Como retos de futuro, el presidente de Puertos del Estado, José Pérez Llorca, citó la descarbonización de los tráficos portuarios, la robotización de actividades y la digitalización de procesos.



## Historia de la aviación civil en España



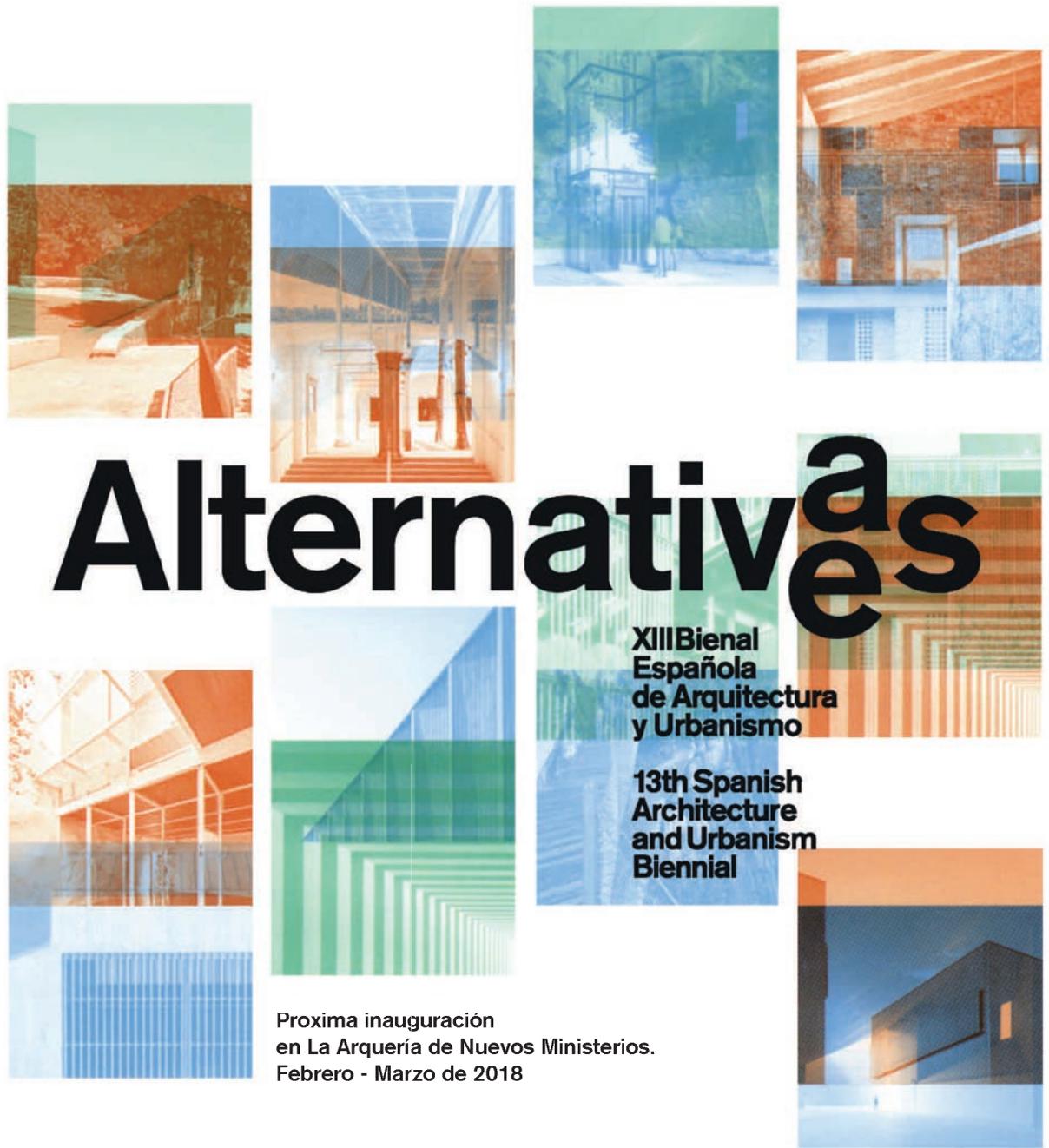
El Centro Cultural Conde Duque de Madrid acogió a finales del pasado año 2017 una exposición que permitió conocer los momentos históricos más sobresalientes de la aviación comercial, de las primeras manifestaciones sobre el sueño de volar en el antiguo Egipto a las últimas tendencias y tecnologías aeronáuticas. La muestra, organizada por Iberia y la Agencia EFE con motivo del 90 aniversario de la aerolínea, fue inaugurada por el Ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, junto a los Presidentes de IAG, Antonio Vázquez, e Iberia, Luis Gállego, además del Presidente de la Agencia EFE, José Antonio Vera, y la Delegada de Medio Ambiente y Movilidad del Ayuntamiento de Madrid, Inés Sabanés.

## A Ceuta volando

La compañía de helicópteros de Ceuta Helity ha incrementado por la demanda sus conexiones con el helipuerto de Algeciras, ubicado en la Estación Marítima y el aeropuerto de Málaga. Desde el pasado día 11 de junio de 2017, cuando comenzaron sus vuelos regulares con la península desde el helipuerto ceutí, ha transportado ya a más de 17.000 pasajeros. En el pasado mes de noviembre volaron más de 3.000 personas en este servicio de helicópteros. Hélyty, con su servicio aéreo, ayuda a que Ceuta no se quede incomunicada por las condiciones climatológicas adversas en el Estrecho y es una alternativa al servicio marítimo. El trayecto Ceuta-Algeciras se realiza en un tiempo total de 10 minutos y unos 25 minutos para el recorrido entre Ceuta-Málaga. La panorámica del viaje es espectacular para el pasajero que divisa todo el Estrecho de Gibraltar y las ciudades colindantes desde el aire.

Helity cuenta de momento con un helicóptero de tamaño medio modelo AW-139 (Augusta Westland) con capacidad para 15 pasajeros más el piloto y copiloto. El aparato es bimotor de fabricación italo-británica. Para este año 2018 la compañía ceutí Helity tiene previsto adquirir un segundo aparato, e incrementar el servicio aéreo con 2 nuevas rutas: Ceuta-Melilla y Algeciras-Tánger. El helipuerto de Ceuta, el primero de España, se construyó en el año 2004 y está gestionado por Aena.





# Alternativas

XIII Bienal  
Española  
de Arquitectura  
y Urbanismo

13th Spanish  
Architecture  
and Urbanism  
Biennial

Proxima inauguración  
en La Arquería de Nuevos Ministerios.  
Febrero - Marzo de 2018

Organiza:



# Centro de publicaciones

Librería de publicaciones oficiales



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



Especial



# 30

Vías Verdes por España

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

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



PVP: 10 €

# 2018

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

### Incluye:

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

Español / Inglés  
**2018**  
Mapa Oficial de Carreteras<sup>®</sup>  
ESPAÑA

DVD INTERACTIVO  
(Windows 7 o superior)  
Versión 23.0  
Español / Inglés  
Actualizable vía Web

ISBN: 978-84-496-1016-9  
NºP: 141-11-053-9  
D.L. M. 18778/2017



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO

Copyright. Prohibida la reproducción total y parcial, incluso el volcado del contenido a cualquier soporte, incluyendo sistemas de recuperación de información, si por el uso para una aplicación distinta a la función prevista se genera un perjuicio o una desvaloración económica del propietario del Copyright.

**Edición 53**  
**P.V.P.: 22€**

### También en el DVD:

**1116 Espacios Naturales Protegidos**  
**152 Rutas Turísticas**  
**117 Vías Verdes**

**Centro virtual de publicaciones**

Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales

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



Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:  
[www.fomento.gob.es](http://www.fomento.gob.es)

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:  
<http://publicacionesoficiales.boe.es>

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento nº 679, enero 2018**

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

Año de edición: 2018

**Características Edición:**

1ª edición electrónica: febrero 2018

Formato: PDF

Tamaño: 16,73 MB

Edita:

© Ministerio de Fomento  
Secretaría General Técnica  
Centro de Publicaciones

NIPO: 161-15-006-6

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

P.V.P. (IVA Incluido): 1,50 €

**Aviso Legal:** Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida ni en todo ni en parte, ni registrada, ni transmitida por un sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, salvo en aquellos casos específicamente permitidos por la Ley.

