Revista del Ministerio de

Fomento

Anuario 2018



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

Revista del Ministerio de

Fomento

Enero 2018 Nº 679 3€

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO



Premio Nacional de Arquitectura 2016

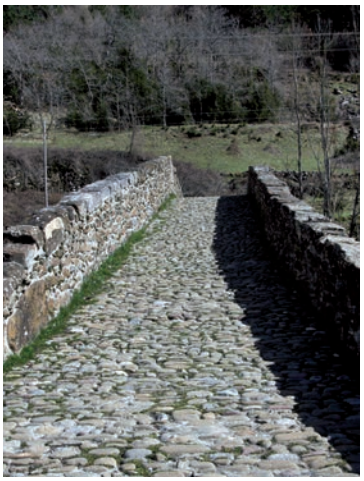
Carreteras conectadas e inteligentes

Impulso de futuro del Ministerio de Fomento

Un AVE junto al Nilo

Innovando el control aéreo







Revista del Ministerio de

Fomento

Julio-Agosto 2017 • Nº 674 • 6 €





Historia de los caminos y carreteras en España





GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO



MONOGRÁFICO

Julio-Agosto 2017

PVP: 6 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

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

Contenido

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),* Mª 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.





CARRETERAS

Carreteras conectadas e inteligentes

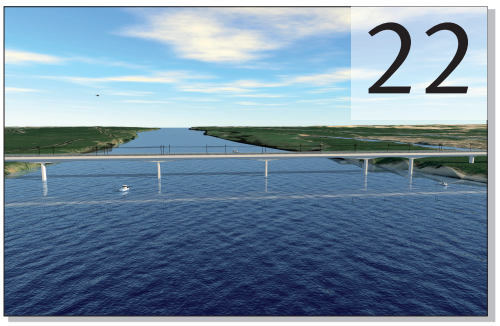
España desplegará este año el mayor ensayo de sistemas C-ITS, la alianza entre infraestructura y vehículo

PLANES E INVERSIONES

Impulso de futuro

La apuesta del Ministerio de Fomento por mejorar la eficiencia y la movilidad en el transporte





FERROCARRIL

Un AVE junto al Nilo

Ineco culmina el estudio de viabilidad de la primera línea de alta velocidad de Egipto

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
46 El fascinante mundo de los mapas
Exposición en la biblioteca Nacional: Cartografías de lo desconocido
52 "Iribarren, ingeniería y mar"
54 Actualidad



Lourdes Jarsana.

Premio Nacional de Arquitectura 2016

Un dúo perfecto



Paseo de la Ría de Huelva.

Pepa Martín Mora

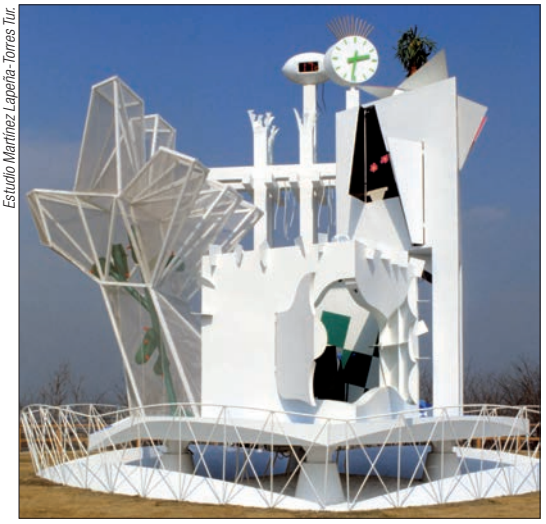
El trabajo en equipo de José Antonio Martínez Lapeña y Elías Torres Tur ha obtenido su reconocimiento con el Premio Nacional de Arquitectura 2016, concedido por el Ministerio de Fomento.

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.

▶ *Follie 7 Expo 90 Osaka (Japón).*

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

**Íñigo 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).



Estudio Martínez Lapeña-Torres Tur.

▶ *Martínez Lapeña (izda) y Torres Tur (dcha).*

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 cuela 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.*

▶ *Casa Gili en Santa Eulària des Riu (Eivissa).*



Lluís Casals.

▶ *Hospital de Móra d'Ebre (Tarragona).*



Lluís Casals.

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 leguaje 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.

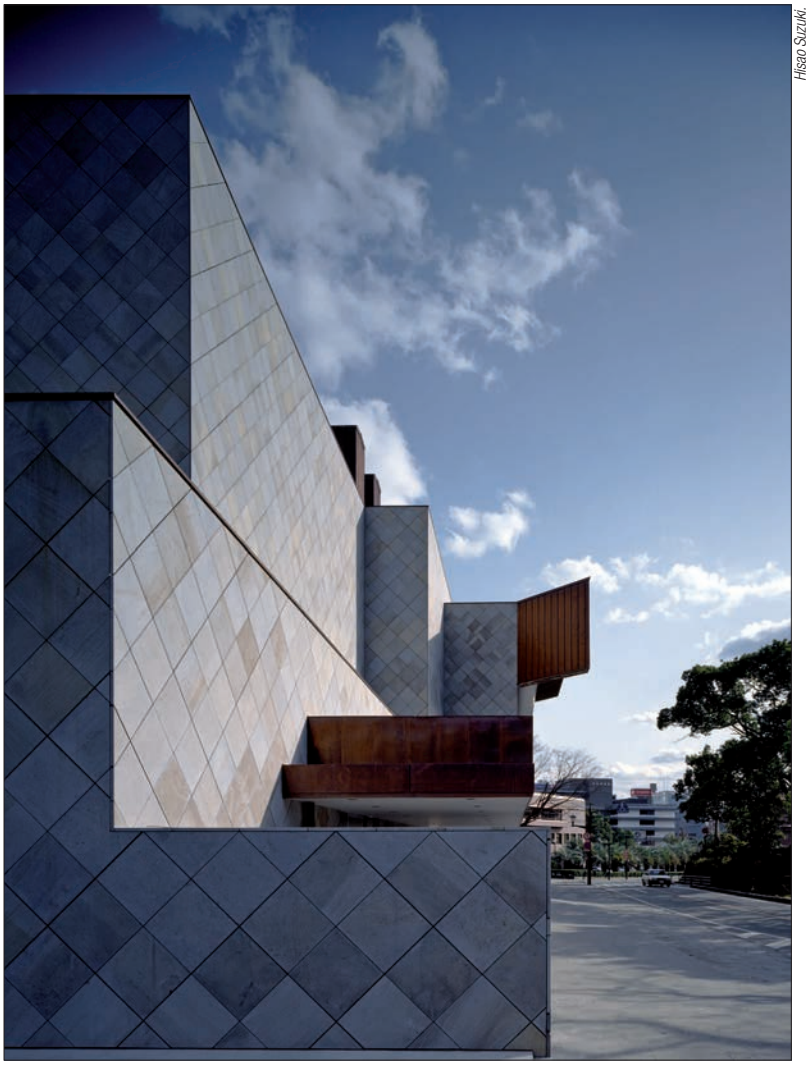
.\ Perfiles

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

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 Cecília 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 Cardellús.

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

Hisao Suzuki.



▶ *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 Carme 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 7 para la Expo de Osaka'90 y la instalación "9 m² (+ 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).

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

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-

Lluís Casals.



▶ *Iglesia de l'Hospitalet (Eivissa).*

El Jurado

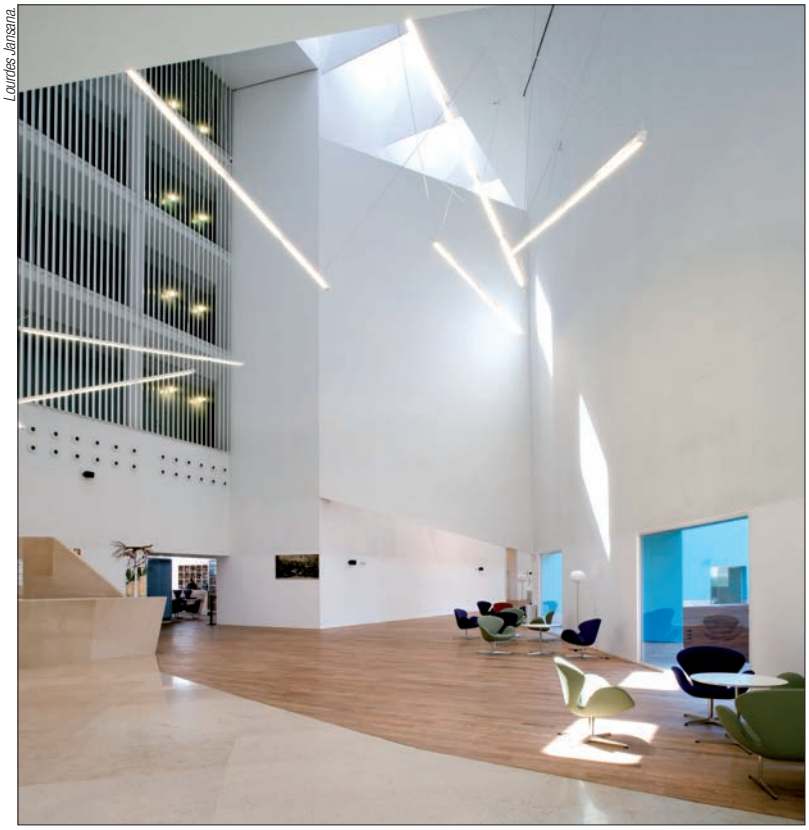
- ✔ *Presidencia de Honor: ministro de Fomento, quien no participa en las deliberaciones del Jurado.*
- ✔ *Juan Navarro Baldeweg, presidente, galardonado con el Premio Nacional de Arquitectura 2014.*
- ✔ *Rafael Moneo Vallés, galardonado con el Premio Nacional de Arquitectura 2015.*
- ✔ *Juan Bordes 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-

Lourdes Jansana.



▶ *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 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.

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	*Lluis Clotet*
2014	*Juan Navarro Baldeweg.*
2015	*Rafael Moneo.*
2016	*José Antonio Martínez Lapeña y Elías Torres Tur.*

Proyectos, visión y experanza 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. ▮


A-6
Collado Villalba
A Coruña
120

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.

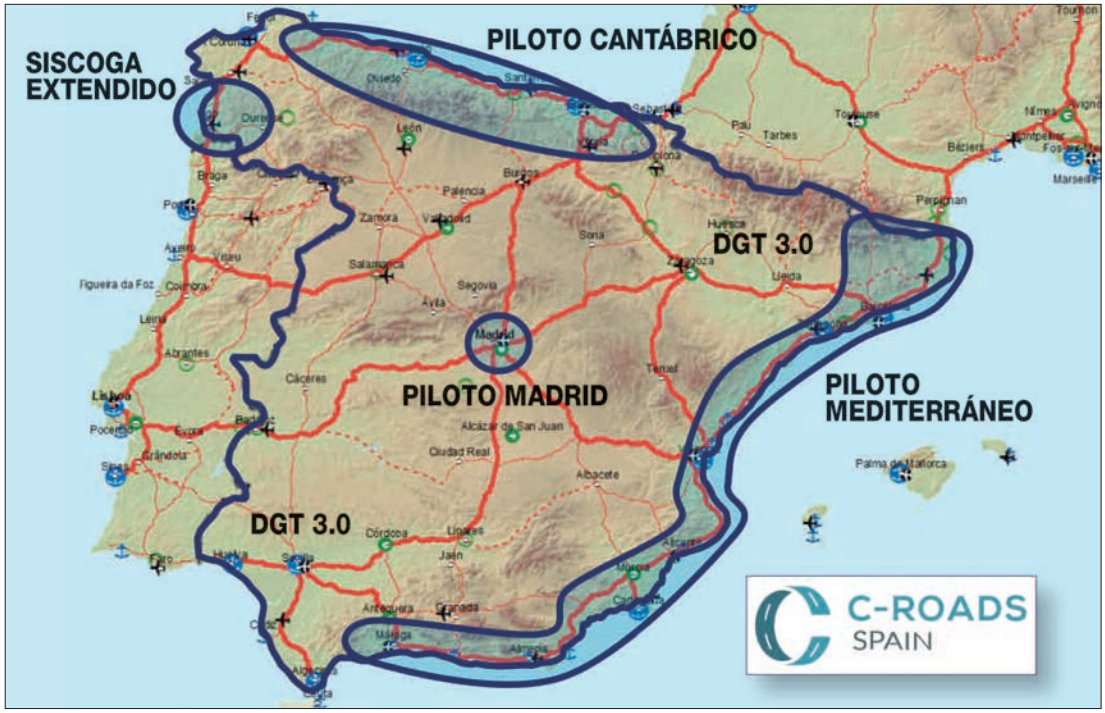


Centro Tecnológico de Automoción de Galicia (CTAG)

▶ *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.*

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

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 ellos 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



Tráfico y Seguridad Vial (DGT)

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



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

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 probarán 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.

INSIA-UPM



▶ *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.

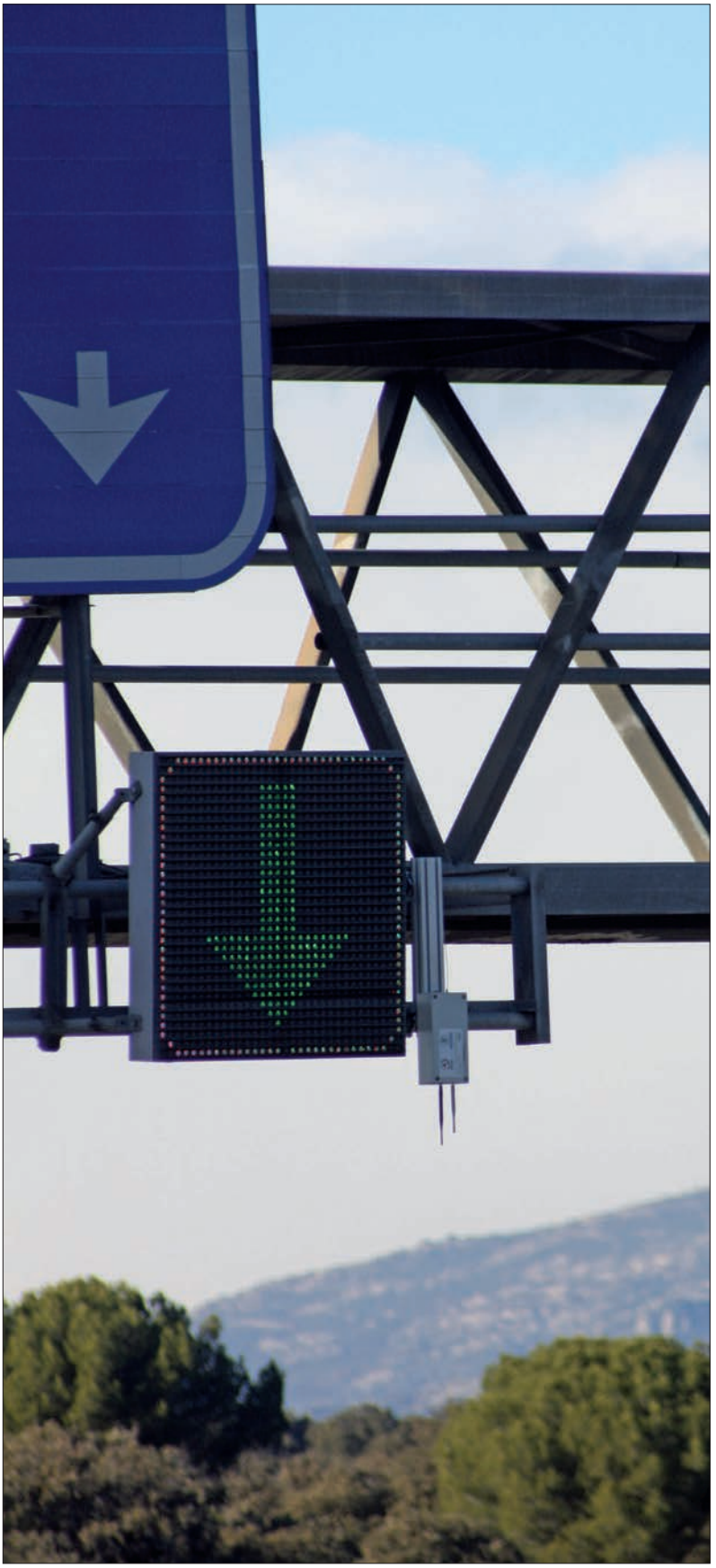
Galicia será el escenario del primer subpiloto, que probará la aplicación de C-ITS en dos estudios para mejorar la gestión de puntos negros de accidentes por niebla mediante la detección automática de niebla y frenados electrónicos de emergencia. El ámbito de actuación será la A-8 en Mondoñedo (Lugo), 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.*



Abertis Autopistas

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).

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.

En 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 demanda de pasajeros en nuestro país: 410 millones en 2016.

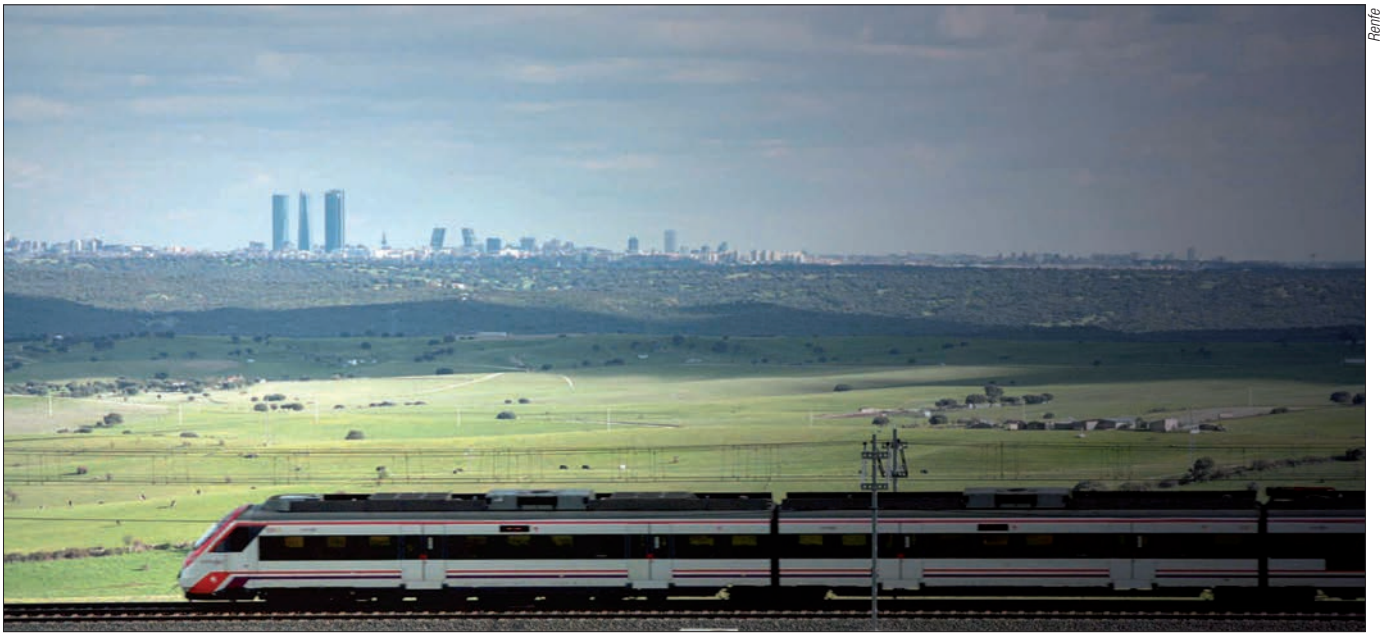

ADIF

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 inicitivas 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-



Renfe

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



Renfe

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) orientados 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.



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 realzar 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. ▮

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_2, 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).

Ineco culmina el estudio de viabilidad de la primera línea de alta velocidad de Egipto

Un AVE junto al Nilo

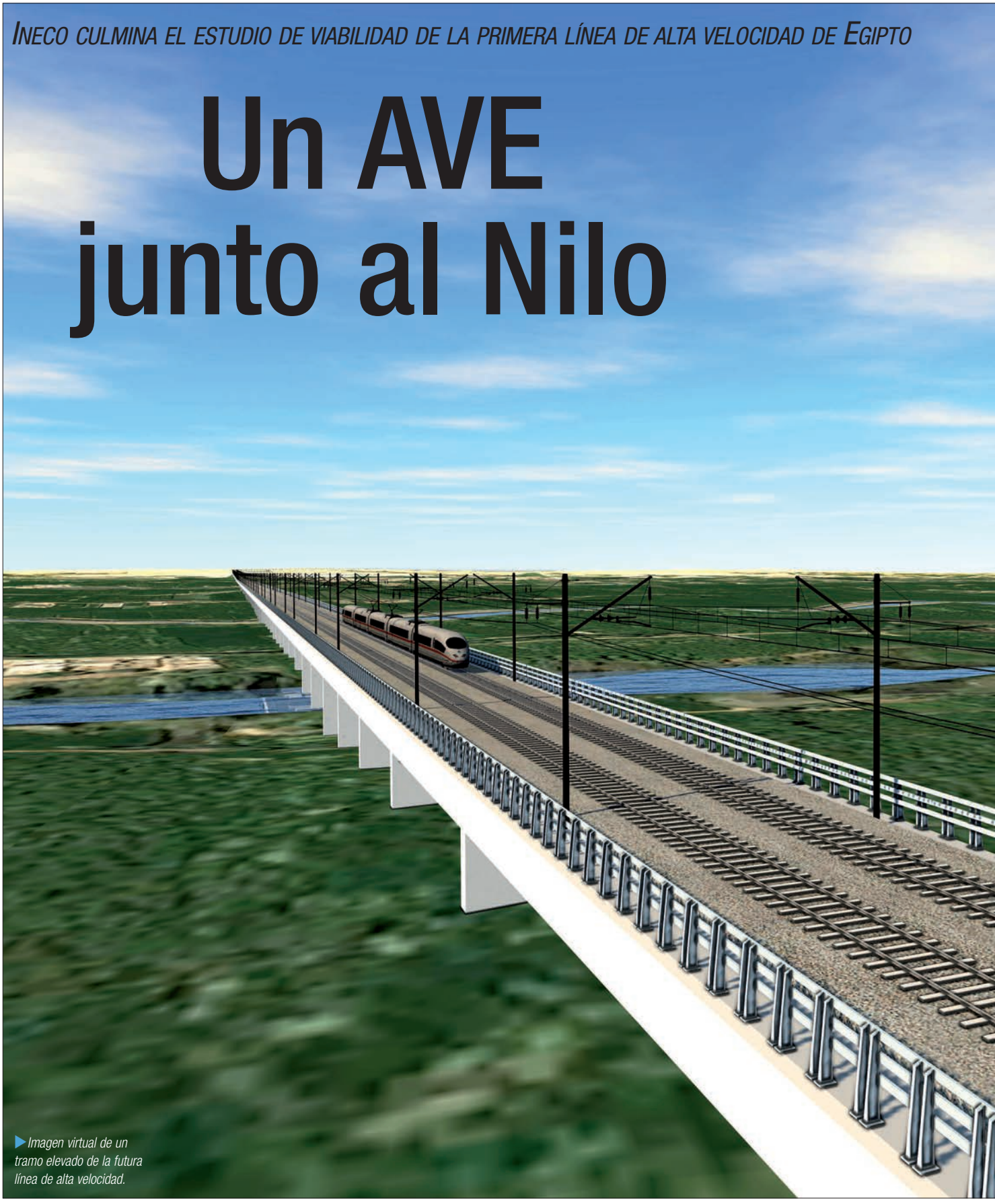


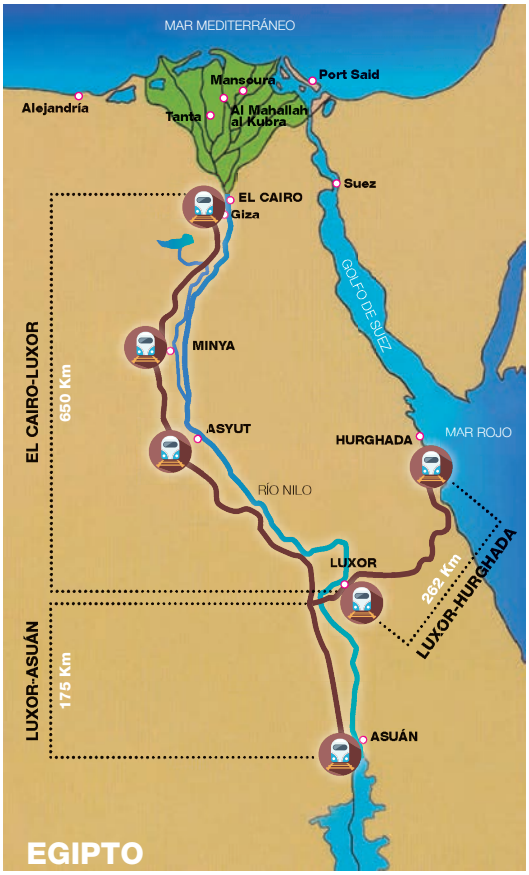
Imagen virtual de un tramo elevado de la futura línea de alta velocidad.

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



Egipto, 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 (FIIAPP), 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 principal 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 el 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 financiación. 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 Arruz. 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.

Elevar 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 generación 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.

cuente 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 Euro-pean 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 garantia 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.

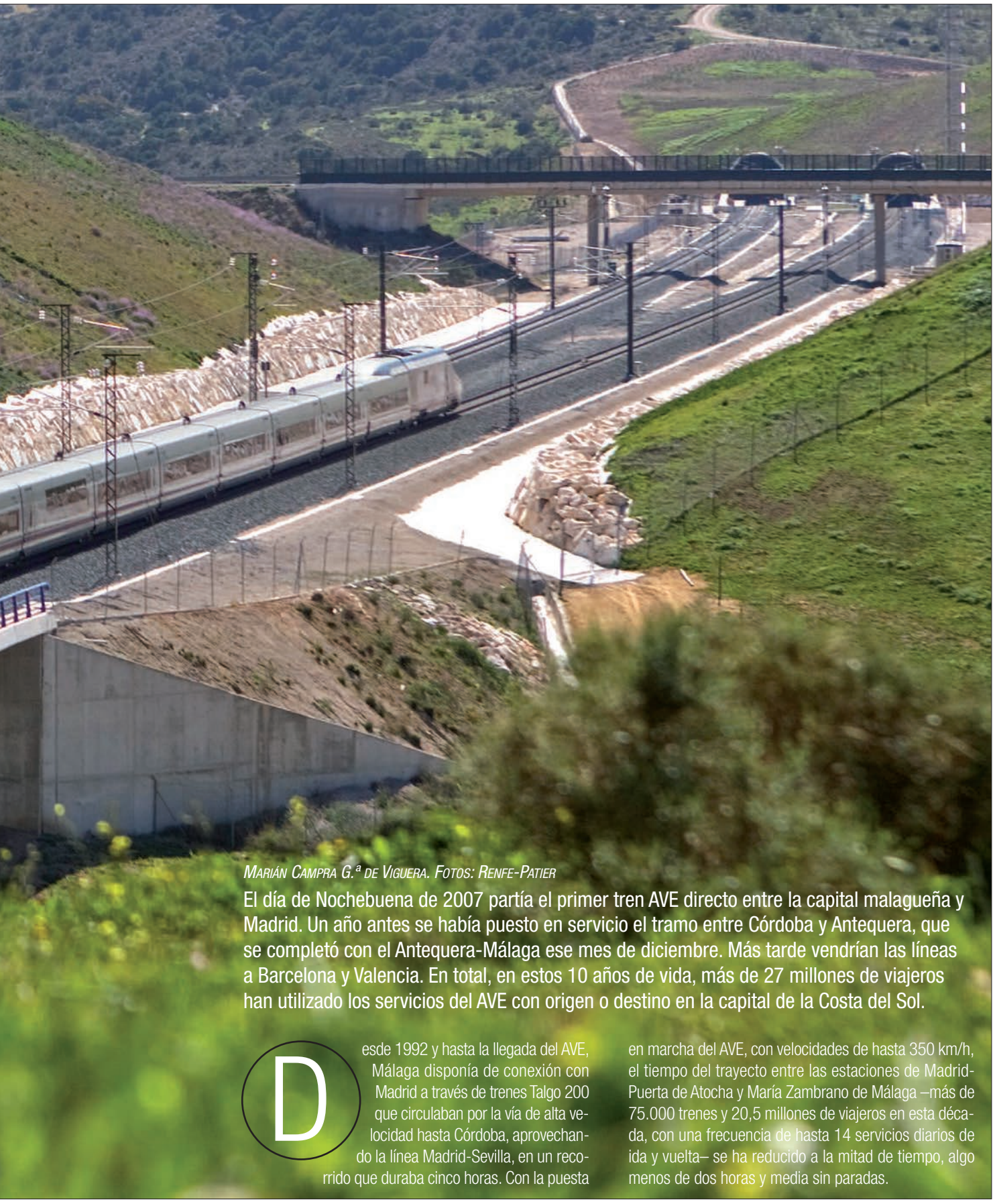
Los 343 millones de euros de ahorro responden a tres de las variables contempladas en el Plan de Vuelo 2020: rebajas en la tarifas de ruta (184 millones de euros), mejoras en la puntualidad de las aeronaves (134 millones de euros) y mayor eficiencia en ruta (25 millones de euros).

Alta Velocidad del Turismo

El AVE Madrid-Málaga cumple 10 años



Tren Ave circulando entre Antequera-Santa Ana y Málaga.



Marián Campra G.ª 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.

Desde 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.



Adif

Estación ferroviaria María Zambrano en Málaga.

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.

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

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-



Vista de la ciudad de Málaga desde La Alcazaba.

Vera Nosti



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 construcción 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

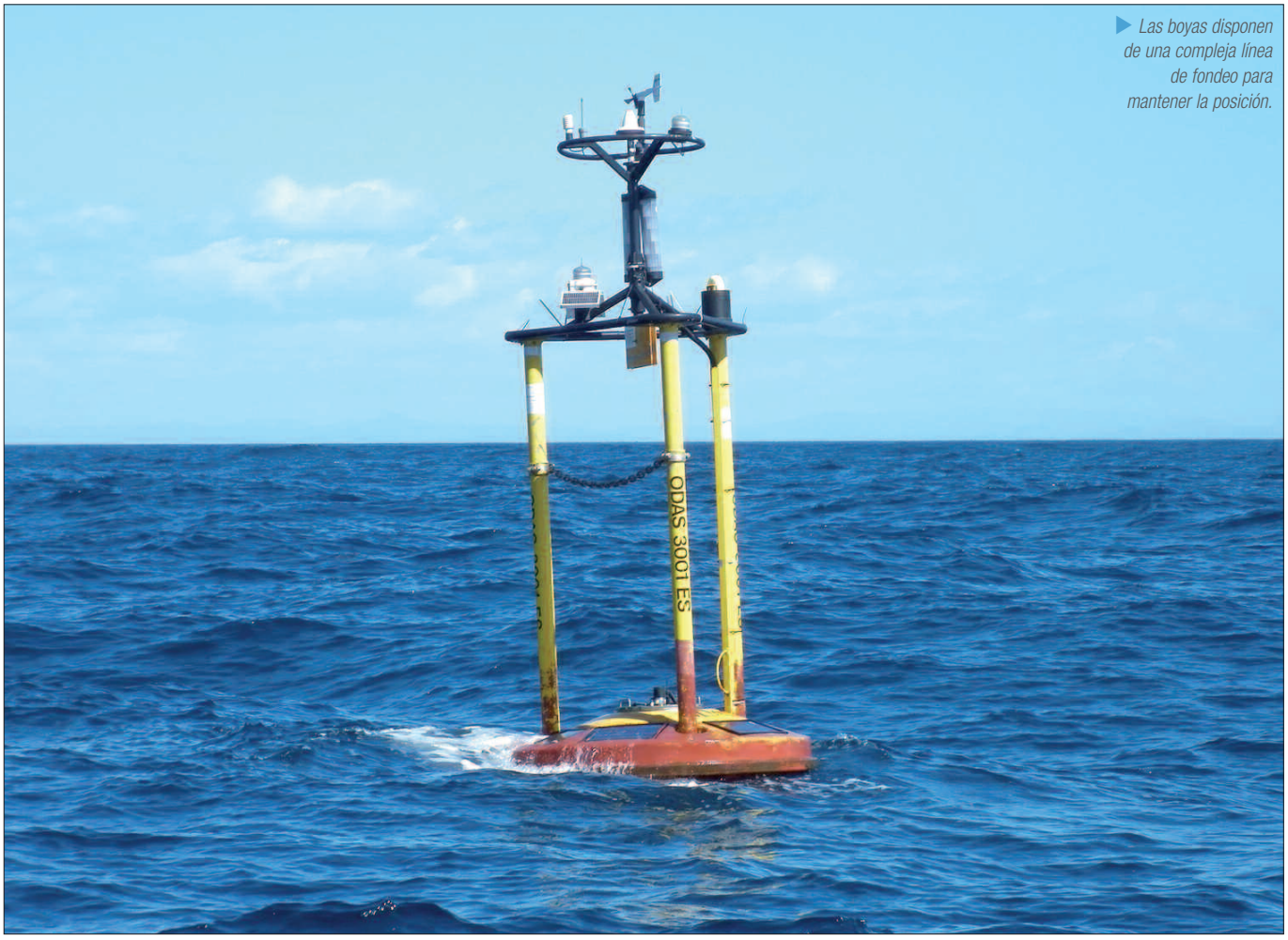
La estación de Málaga-María Zambrano –que lleva el nombre de la filósofa y ensayista nacida en Vélez-Málaga en 1904– fue construida en 2006 a partir de la antigua estación Término, cuyo origen se remontaba a 1862 y de la que aún se conservan, catalogados como Bien de Interés Cultural (BIC), los pabellones 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^2. 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 los largo de todo el invierno de 2017.

Las 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.

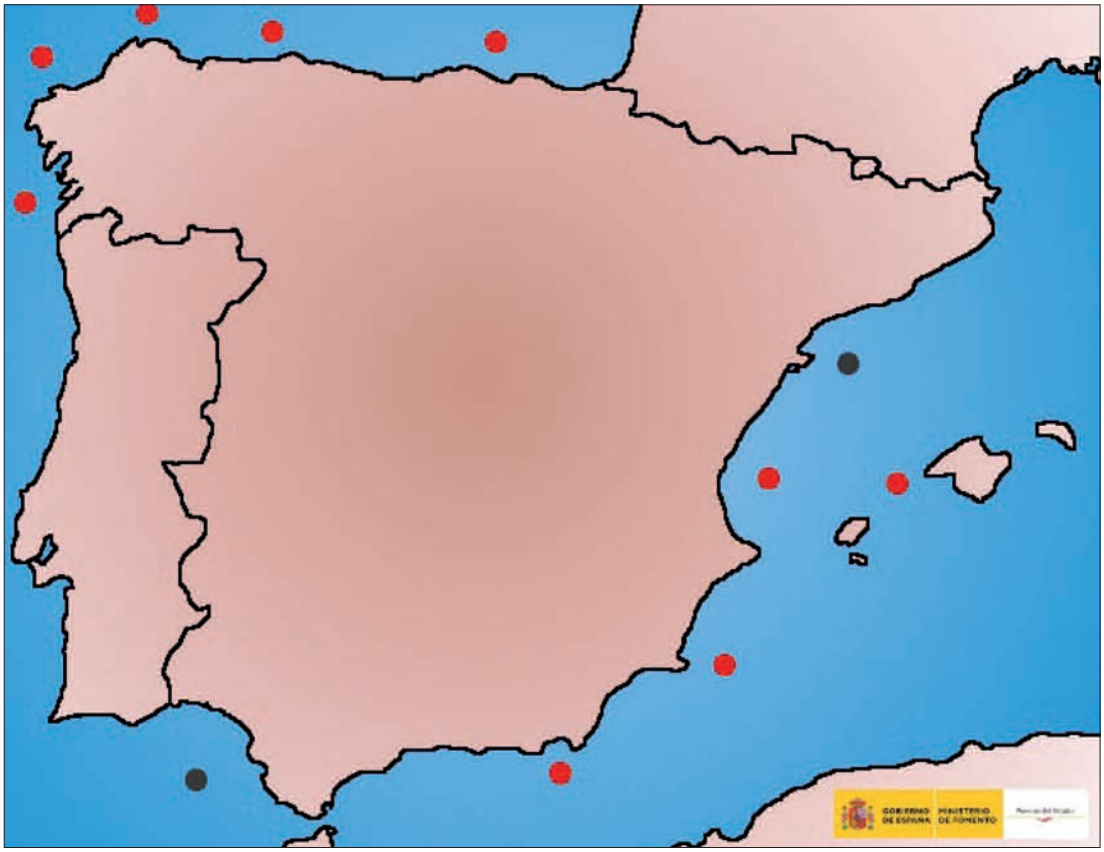
Se han registrado máximos históricos de temperatura del agua durante los meses de mayo y junio de 2017

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 27ºC de temperatura en el agua, estando el promedio de los valores de junio 2,53ºC 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 23,5ºC el día 21 de junio, produciéndose una subida de 1,25ºC en la comparación de medias. También se han producido récords históricos en las boyas fondeadas en el Océano Atlántico, alcanzándose en junio temperaturas de 19,9ºC 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 1,25ºC 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 25,4ºC, lo que representa una subida sobre la media de la década de 2,48ºC.

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 significante 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 significantes 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 instalados muchos más sensores y transmiten a una única estación receptora vía GPRS.

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*

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 SeaWatch: 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.

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.



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

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 largo 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

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 (ºC)	Temperatura 2017 (ºC)	Diferencia del 2017 respecto a la media de los últimos 10 años (ºC)
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 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. ▮

Exposición en la Biblioteca Nacional: Cartografías de lo desconocido

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.

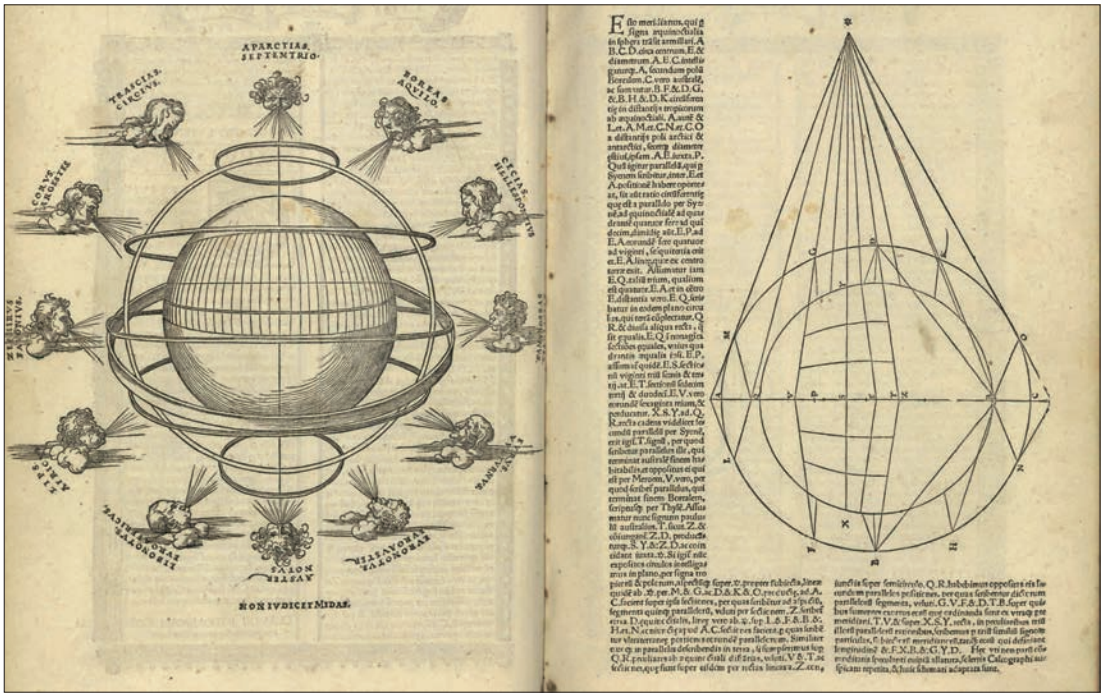
En los confines de Asia, América, África y Oceanía, las tribus más aisladas de la Tierra dibujan en la arena la ubicación de sus poblados y los itinerarios que recorren para conseguir alimentos. Su grado de desarrollo, equiparable al del hombre de la Prehistoria, induce a pensar que desde sus orígenes 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 Cosmographía 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 360º Ptolomeo pudo delimitar los paralelos y los meridianos, conocimientos fundamentales para trazar un mapa con proyección científica. El manuscrito escurialense de la Cosmographía 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 Lassoen 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 virreinatos 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 Macuilxóchitl, 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 imagenes 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 Cristiandad. 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 brahamanes, 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, aquéllos 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.

Su 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 le 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, Orio, 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" nº 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 superstructura 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. Hélity, 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-británico. 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:

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE FOMENTO

CSCAE

fundación arquia

Centro de publicaciones

Librería de publicaciones oficiales



www.fomento.gob.es



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

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



PVP: 10 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

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



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

También en el DVD:

1116 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
117 Vías Verdes

Edición 53
P.V.P.: 22€

Centro virtual de publicaciones

Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

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

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento nº 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 especificamente permitidos por la Ley.



Revista del Ministerio de

Fomento

Febrero 2018 Nº 680 3€

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO



Plan de internacionalización del Ministerio de Fomento

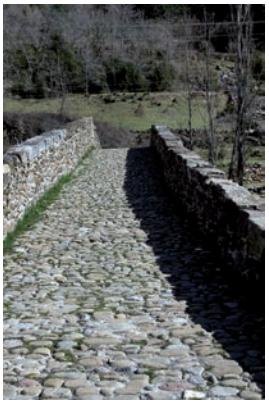
Entrevista a Isaac Martín Barbero. Presidente de Ineco

La Marina Mercante en el Consejo de la OMI

Hito mundial en la ría de Vigo

1,5% cultural 2018-2019







Revista del Ministerio de

Fomento

Julio-Agosto 2017 • Nº 674 • 6 €





Historia de los caminos y carreteras en España







MONOGRÁFICO

Julio-Agosto 2017

PVP: 6 €

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

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

Contenido

Directora de la Revista: Herminia Cano.
Jefe de redacción: Mariano Serrano.
Maquetación: Aurelio García.
Secretaria de redacción: Lola Gutiérrez.
Archivo fotográfico: Vera Nosti.
Portada: DCE Galicia.
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo Mateos).
Colaboran en este número: Rafael Rodríguez Valero (Director general de la Marina Mercante), Jaime Arruz, Marián Campra García de Viguera, Pepa Martín Mora, Begoña Olabarrieta y Javier R. Ventosa.
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 Subsecretaría),* Mónica Marín Díaz (*Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),* Mª 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

PLANES E INVERSIONES

Nueva estrategia exterior

Plan para potenciar la actividad internacional de las empresas españolas del sector del transporte y las infraestructuras





MARINA MERCANTE

La importancia de una presencia

La relevancia de la Marina Mercante española en el Consejo de la Organización Marítima Internacional (OMI)

CARRETERAS

Hito mundial en la ría de Vigo

El puente de Rande gana un 42% de capacidad con la ampliación de la AP-9 en Vigo





1,5% CULTURAL

El patrimonio de todos

En el bienio 2018-2019 Fomento aportará 50,5 M€ en la recuperación del patrimonio histórico a través del programa del 1,5% cultural

32 Hacia el corredor mediterráneo
Alta Velocidad a Castellón
38 De mar a tierra
Plan de Accesibilidad a Puertos
44 Ícaro en el siglo XXI
El sistema ICARO integra en una sola herramienta toda la información operacional de vuelo necesaria
48 Salvamento de nueva generación
La salvamar Fomalhaut se une a la flota renovada de Sasemar
52 Año de récords
España cerró 2017 con récord de turistas y cifras históricas de pasajeros y cargas en sus aeropuertos
57 Actualidad

Planes e inversiones

Javier R. Ventosa

El Ministerio de Fomento ha diseñado por primera vez un plan integral de actuación para impulsar el posicionamiento internacional y las oportunidades de negocio exterior de las empresas del Grupo Fomento y del sector privado pertenecientes a la industria del transporte y las infraestructuras. Bajo la denominación de Plan de Internacionalización del Transporte y las Infraestructuras 2018-2020, esta iniciativa, enmarcada en la Estrategia de Internacionalización de la Economía Española 2017-2027, identifica los mercados exteriores prioritarios para las empresas españolas y define innovadoras líneas de acción para potenciar su actuación. El Plan fue presentado el pasado 15 de febrero por el ministro de Fomento en el Congreso de los Diputados.

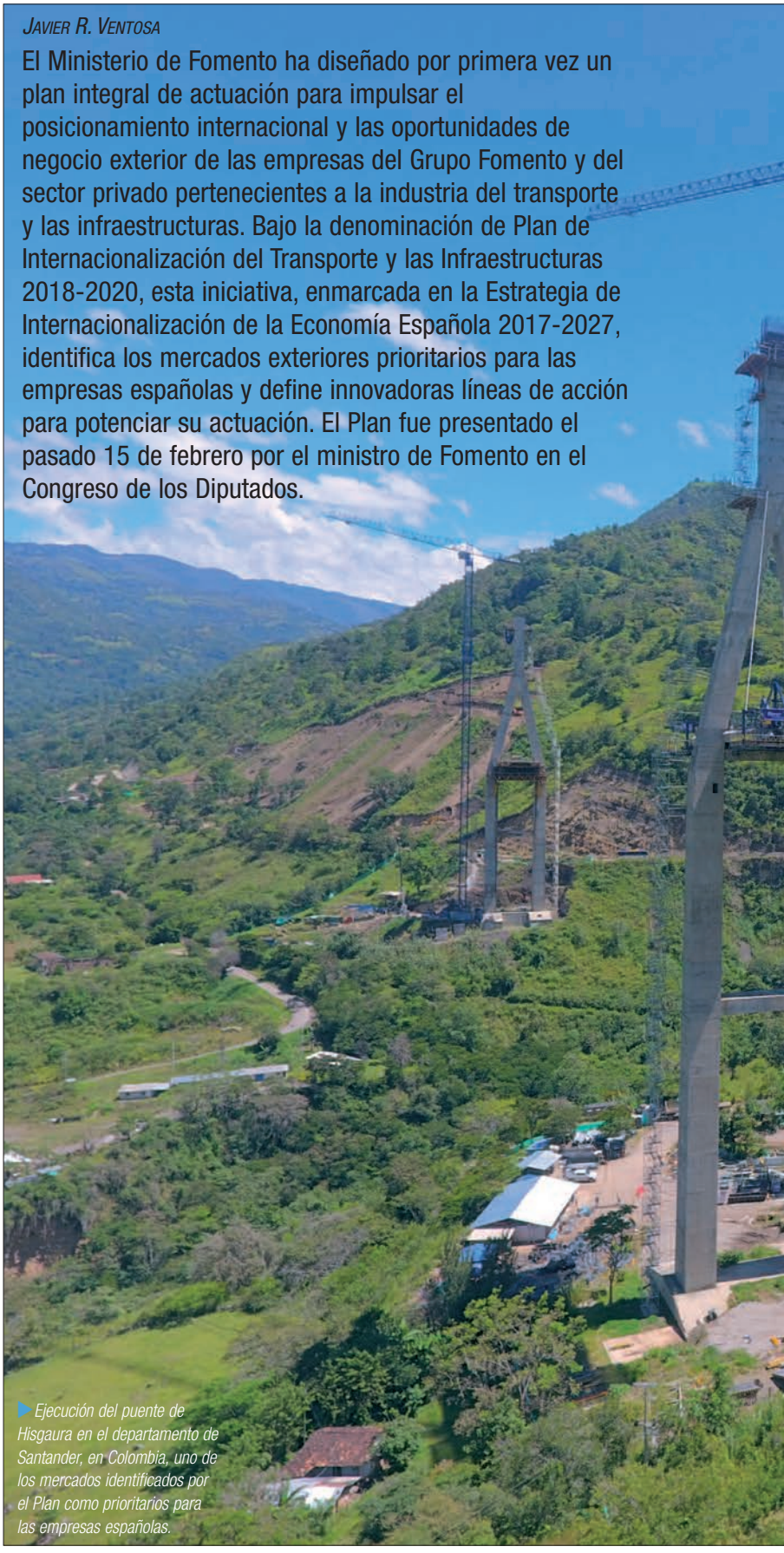
El Plan de Internacionalización del Transporte y las Infraestructuras del Ministerio de Fomento, enmarcado en la Estrategia de Internacionalización de la Economía Española 2017-2027, es el primer documento de este Ministerio orientado a impulsar, reforzar y consolidar la actividad exterior de las empresas españolas del sector, con objeto de mantener su competitividad, generar empleo e impactar positivamente sobre la evolución del PIB.

Este sector está formado por compañías privadas (ingenierías, concesionarias, constructoras y fabricantes) y empresas del Grupo Fomento (ingeniería, operadores, administradores de infraestructuras y suministradores de servicios), artífices del desarrollo de una industria nacional competitiva e innovadora que en los últimos años les ha permitido dar el salto al exterior, ganar importantes contratos y posicionarse como referentes a nivel mundial.

La internacionalización de estas empresas, tanto las públicas (Adif, Aena, Aesa, Cedex, Enaire, Ineco, Puertos del Estado, Renfe y Senasa) como las privadas, se ha venido desarrollando de una forma más individualizada para aprovechar, desde sus características específicas, las oportunidades en los mercados donde actúan, contando con el apoyo del Ministerio de Fomento. Ahora, este proceso tendrá un nuevo marco común institucional que respaldará la actuación exterior de todas ellas.

Elaborado con la colaboración de todas las empresas del Grupo Fomento y de las principales asociaciones sectoriales representantes del tejido empresarial español del transporte y las infraestructuras, el Plan nace con el propósito de ser una iniciativa compartida, inclusiva, transversal e integradora de las actividades e iniciativas necesarias para la generación de más y mejores oportunidades de negocio para las empresas españolas en el exterior, el potenciamiento de su actividad internacional y el refuerzo de la imagen tecnológica y empresarial de España. Paralelamente, el documento busca la identificación de sinergias, tanto operativas como comerciales, entre las empresas del Grupo Fomento y el sector privado, con objeto de favorecer, por una parte, las actividades de cooperación y colaboración entre los agentes involucrados, y por otra, la complementariedad de trabajos y servicios que redunden en una mayor competitividad internacional. La innovación es un elemento diferenciador en torno al cual girará esta nueva estrategia de país.

Cinco son los objetivos estratégicos de este Plan: el diseño de una estrategia integral de país en materia de internacionalización en los sectores del transporte y las infraestructuras; la consolidación y refuerzo de la imagen internacional de las empresas del sector; la creación, de la mano del sector privado, de mecanismos que permi-



Ejecución del puente de Hisgaura en el departamento de Santander, en Colombia, uno de los mercados identificados por el Plan como prioritarios para las empresas españolas.

Plan para potenciar la actividad internacional de las empresas españolas del sector del transporte y las infraestructuras

Nueva estrategia exterior



SACYR CONSTRUCCIÓN



AL SHOULA

▶ *Vestíbulo de la estación de Medina (Arabia Saudí), una de las cinco de la línea de alta velocidad La Meca-Medina que gestionará Adif durante los próximos años.*

tan establecer una plataforma de internacionalización que acelere el desarrollo de negocio para las empresas que ya estén presentes en los mercados internacionales y la incorporación de otras empresas; maximizar y optimizar la alineación del sector con las tendencias globales y la consolidación de los operadores españoles como referentes globales en materia de internacionalización e innovación; y, por último, dotar de mayor coherencia, coordinación y complementariedad a las actuaciones internacionales de las empresas del Grupo Fomento y del sector privado con el fin de obtener un efecto multiplicador.

El Plan describe el marco de actuación de las empresas españolas en el sector del transporte y las infraestructuras. Se trata de un mercado global competitivo caracterizado por la fuerte presencia de empresas europeas, asiáticas y norteamericanas, que vienen formando habitualmente consorcios internacionales. En ese contexto internacional existen una serie de tendencias globales que transformarán el sector de las infraestructuras en los próximos años y que representan oportunidades tanto para los gobiernos como para las empresas del sector y los inversores. Entre ellas figuran la creciente concienciación medioambiental de la sociedad, el aumento de los procesos de concentración empresarial, la optimización y gestión integral de los activos durante todo el ciclo de vida de la infraestructura y la introducción de tecnologías disruptivas en modelos de negocio tradicional para desarrollar sistemas de transporte inteligente y fomentar la intermodalidad (*Mobility As A Service*), etc. Especialmente relevantes son los mecanismos público-privados de financiación de infraestructuras (PPP), cada vez más generalizados, en los que las empresas españolas son líderes mundiales.

.\ Oferta y demanda

El Plan analiza la situación internacional de las empresas del Grupo Fomento e identifica los servicios que componen su oferta integral. También describe la posición internacional de las empresas privadas españolas, situadas desde hace algunos años en la élite del sector de las infraestructuras de transporte por la calidad y especialización de su oferta, que incluye la realización de proyectos de referencia a escala mundial (en ejecución o en fase de desarrollo).

Tras analizar la oferta del sector español, el documento estudia de manera pormenorizada los mercados internacionales en los que la demanda se ajusta a la oferta española y, por tanto, proporcionan oportunidades para alcanzar una mejor posición estratégica. Este análisis ha hecho especial hincapié en aquellos países que arrojan un mayor potencial atendiendo a los intereses

▶ *Recreación por ordenador de un puente de la línea de alta velocidad de California (arriba) y del aeropuerto internacional de Al Maktoum en Dubái (debajo), ambos incluidos en el* pipeline *de proyectos de los países prioritarios.*

de las empresas del Grupo Fomento y del sector privado (a través de sus principales asociaciones empresariales), así como a unos parámetros objetivos de caracterización del mercado (evolución del PIB, seguridad económica, *ranking Doing Business* de facilidad para hacer negocios, planes de inversión en infraestructuras, *pipeline* de proyectos más representativos, etc.).

Como resultado de este análisis, el Plan identifica una veintena de países donde centrará sus actuaciones, dividiéndolos según su importancia y capacidad de inversión en infraestructuras en 11 mercados prioritarios (Arabia Saudí, Australia, Canadá, Colombia, Emiratos Árabes Unidos, Estados Unidos, México, Noruega, Perú, Suecia y Reino Unido). También enumera otros nueve de oportunidad (Argentina, Chile, Dinamarca, Egipto, India, Israel, Malasia, Marruecos y Singapur). Además, se consideran prioritarios los proyectos llevados a cabo por las instituciones europeas, al existir a nivel regional necesidades en las que la oferta española puede aportar un valor diferencial.



CALTRANS



DAEP

Para dar una idea de la magnitud de estos mercados, solo en los 11 prioritarios hay en desarrollo planes de inversión en infraestructura de transportes que incluyen un *pipeline* de proyectos valorado en más de 2,5 billones de euros en los próximos diez años. En estos planes destacan oportunidades en el sector de la alta velocidad (EE UU, Reino Unido, Canadá y Suecia) y el ferrocarril convencional y de Cercanías (Crossrail 2 en Londres, Ferrocarril del Golfo, conexiones interurbanas en Australia y Noruega), los sistemas de metro (Yeda, Sídney, Dubái, Medellín, Bogotá, Toronto, Lima), las carreteras (autopistas E-39 en Noruega, West Connex en Australia, 4G en Colombia, estatales e interestatales en EE UU y King Hamad Causeway en Arabia Saudí), los aeropuertos (Dubái, Lima, Los Ángeles, Nueva York, San Diego, Londres, Ciudad de México y Sídney) y los puertos (King Abdullah en Arabia Saudí, Khalifa en Dubái y Veracruz en México).

.\ Plan de acción

Una vez seleccionados los mercados, el Plan define seis líneas de acción para mejorar la difusión y el posicionamiento de la oferta española, que constituyen las herramientas principales para impulsar el proceso de internacionalización de las empresas. Estas líneas de acción engloban 110 iniciativas específicas que involucran tanto al Ministerio de Fomento como a sus empresas, estando abierta la participación al sector privado. Las cuatro primeras líneas se aplicarán a los mercados prioritarios y las dos últimas englobarán a todos los mercados. Son las siguientes:

Spain Transport Lab. Consiste en una mayor participación de las empresas del Grupo Fomento en los foros de carácter técnico, normativo y regulatorio, actuando como prescriptores de la oferta española y como portavoces de sus intereses. También se busca una presencia más activa en ferias, congresos y conferencias sobre infraestructuras de transporte, aportando ponentes que presenten la oferta integral de servicios española, incluyendo siempre el componente diferenciador de la innovación para situar a España como hub de innovación en este campo. El Plan detalla 41 iniciativas en este campo.

Spain Tech Transport Summit. Prevé la organización de cumbres en los países prioritarios para presentar las capacidades españolas en infraestructuras del transporte, destacando el componente de innovación. Serán sesiones de uno o dos días en las que, con apoyo de colaboradores locales (universidades, centros de innovación, colegios profesionales), se concienciará al mercado (autoridades, agencias, instituciones locales) de la capacidad tecnológica española en este campo. Se prevén 12 cumbres de este tipo hasta 2020. La primera de ellas se celebró el pasado 28 de febrero en Londres (Reino Unido), con presencia del ministro de Fomento.



FERROVIAL

▶ *Túnel finalizado de la ampliación de la Northern Line del metro de Londres.*

Innovation Bridge. Contempla la organización en España de sesiones sobre innovación en el transporte que permitan a las empresas españolas desplegar sus capacidades de innovación ante los actores decisores en materia de infraestructura de transporte de los países invitados. Para estas sesiones se contará con el apoyo de actores clave en el mundo de la internacionalización (entidades financieras, instituciones multilaterales y entidades relevantes en el ámbito de la innovación). Habrá once sesiones, cinco en 2018.

Presencia en medios de comunicación y redes sociales. Identificación en cada mercado prioritario de los medios escritos que mejor se ajusten a la publicación de un especial o editorial sobre la innovación aplicada a proyectos de infraestructuras. Se prevén 28 iniciativas.

Facilitación institucional. Impulso a la colaboración entre diferentes ministerios para superar las dificultades técnicas, normativas, legales y financieras que impactan en el desarrollo de la actividad internacional de las empresas. Se contemplan 18 iniciativas.

Observatorio para la Internacionalización del Transporte y las Infraestructuras. Nueva plataforma de encuentro del sector destinada a valorar la evolución de la coyuntura de los mercados, monitorizar las acciones realizadas en los distintos países, aglutinar información y conocimiento de los agentes involucrados, así como esbozar el apoyo institucional requerido en cada caso. Para ello podrá convocar a expertos y representantes de otros ministerios y de la Administración. Bajo presidencia del secretario de Estado de Infraestructuras, Trasporte y Vivienda del Ministerio de Fomento, el Observatorio estará formado por un representante de la Secretaría de Estado de Comercio, el consejero delegado del ICEX, los presidentes de las empresas del Grupo Fomento, la subdirectora de Relaciones Internacionales de Fomento, los presidentes de las asociaciones del sector (Seopan, Anci, Fidex, Tecniberia, Mafex), representantes de otros ministerios y expertos según temática. Se reunirá con periodicidad semestral.

Para gestionar esta multitud de iniciativas de diferente naturaleza, que afectan a numerosas empresas y organismos oficiales, el Plan establece un modelo de gestión encargado de dirigir, coordinar, supervisar y poner al día las actuaciones. Este modelo estará liderado por un comité de dirección (presidido por el ministro de Fomento, agrupa a otros 19 representantes de la Administración, las empresas públicas y las asociaciones del sector), encargado de fomentar el Plan, garantizar su cumplimiento y revisar las líneas estratégicas, reuniéndose una vez al año. Bajo su tutela trabajarán el comité operativo Grupo Fomento/Sector Privado, formado por 17 miembros, responsable de identificar sinergias, propiciar los recursos necesarios para la ejecución del Plan, seguir el desarrollo de las iniciativas y proponer otras nuevas, con reuniones semestrales; y el comité de coordinación, integrado por representantes del Ministerio de Fomento, el ICEX e Ineco, encargado de coordinar el Plan, con reuniones trimestrales. ▮



HS2

▶ *Recreación de una estación de la línea de alta velocidad británica High Speed Two (HS2), otro gran objetivo para las empresas españolas.*

Fortalezas y objetivos internacionales de las empresas del Grupo Fomento

El Plan de Internacionalización del Transporte y las Infraestructuras analiza el posicionamiento internacional de las empresas del Grupo Fomento e identifica sus características principales, fijando cuáles deben ser sus objetivos y las líneas de actuación para alcanzarlos.

Adif. *Presente en 16 países, sus servicios incluyen asistencia técnica en las fases de diseño, construcción y operación, ciclo completo de desarrollo de proyecto, formación, despliegue de ERTMS (European Rail Traffic Management System),* interim management. Fortalezas: *prestigio como gestor y desarrollador de infraestructuras, experiencia en PPP y formación, amplio catálogo de servicios, personal muy cualificado.* Objetivo: *actuar como prescriptor y asesor de la oferta ferroviaria española.* Líneas de actuación: *acuerdos de colaboración con otros países y con el sector privado, presencia en foros internacionales y en Agrupaciones Europeas de Interés Económico.*

Aena. *Participa en la gestión de 16 aeropuertos en México, Reino Unido, Colombia y Jamaica. Servicios: operación de aeropuertos y consultoría.* Fortalezas: *prestigio como operador aeroportuario (líder mundial por número de pasajeros), gran fuerza comercial y generación de valor añadido en activos en cuyo desarrollo participa.* Objetivo: *consolidación como operador integral de infraestructuras.* Líneas de actuación: *consolidación en América Latina, reacción ante la pujanza de grupos aeroportuarios en esa región, aproximación a nuevos mercados de alto potencial de crecimiento.*

Aesa. *La agencia española de seguridad civil en la aviación, con presencia en Europa y Latinoamérica, desarrolla servicios de supervisión y certificación del cumplimiento de la normativa técnica en seguridad aérea.* Fortalezas: *referente como autoridad, personal cualificado, influencia en foros internacionales.* Líneas de actuación: *acuerdos bilaterales,* twinnings *(proyecto de cooperación institucional entre administraciones), participación en consorcios para proyectos UE, cooperación con la industria aeronáutica en seguridad aérea y regulación.*

Cedex. *Como organismo técnico de la Administración, su cartera de servicios incluye asistencia técnica (obra civil y medio ambiente), certificación y homologación, elaboración de informes y normativa técnica, estudios y análisis de estructuras y materiales, entre otros. Presencia en 12 países.* Fortalezas: *prestigio en innovación e investigación, instalaciones de vanguardia, personal muy cualificado.* Objetivo: *actuar como socio estratégico en proyectos de infraestructuras de transporte, aguas, costas y medioambiente.* Líneas de actuación: *presencia en foros exteriores, apoyo a empresas en licitaciones internacionales, comercialización de catálogo de servicios con empresas públicas.*

Enaire. *Como suministrador de servicios de tránsito aéreo, su actividad incluye la gestión del tránsito aéreo, servicios de navegación, telecomunicaciones e información aeronáutica y consultoría.* Fortalezas: *referente internacional (cuarto proveedor europeo de navegación aérea), pioneros del SACTA (Sistema Automatizado de Control de Tránsito Aéreo), presencia en proyectos estratégicos, personal muy cualificado.* Objetivo: *posicionarse como proveedor de servicios de navegación aérea.* Líneas de actuación: *presencia en consorcios, comercialización de servicios/productos tecnológicos.*

Ineco. *La consultora e ingeniería pública tiene una gran experiencia exterior (presencia en 44 países) y un catálogo diversificado de servicios sobre consultoría y planificación de infraestructuras, diseño y supervisión de proyectos, dirección de obras y explotación y mantenimiento de infraestructuras.* Fortalezas: *elevado conocimiento en tecnología ferroviaria, alta velocidad, planificación aeroportuaria y navegación aérea, personal muy cualificado, alta implantación exterior.* Objetivo: *reforzar su posicionamiento en proyectos internacionales de referencia.* Líneas de actuación: *participación selectiva en proyectos internacionales, complementariedad con empresas de primer nivel, alianzas estratégicas con empresas internacionales.*

Puertos del Estado. *Su oferta de servicios incluye la formación y promoción de la investigación, la coordinación del sistema portuario español y la planificación y control del sistema de señalización marítimo. Presencia actual en 14 foros internacionales.* Fortalezas: *prestigio, alto nivel tecnológico, capacidad formativa, influencia internacional.* Objetivo: *posicionar a España como gran plataforma portuaria del sur de Europa con la captación de cadenas logísticas globales.* Líneas de actuación: *presencia en eventos y ferias, impulsar la intermodalidad, reforzar su posicionamiento como prescriptor tecnológico.*

Renfe. *Su cartera comercial comprende el servicio de transporte de pasajeros y mercancías, fabricación y mantenimiento de material rodante, venta y alquiler de trenes, consultoría de ingeniería, diseño de talleres. Presencia en 11 países.* Fortalezas: *prestigio como operador, versatilidad en anchos de vía y energía, personal muy cualificado, alta seguridad, influencia internacional como prescriptor de la oferta española.* Objetivo: *Exportador de experiencia como operador ferroviario de alto nivel en alta velocidad.* Líneas de actuación: *capitalizar convenios firmados con otros países, participación en licitaciones, alianzas estratégicas con socios privados, presencia en foros internacionales.*

Senasa. *Su oferta comprende consultoría aeronáutica, formación y asistencia técnica. Presencia en 30 países.* Fortalezas: *referente en formación, personal muy cualificado, instalaciones de alto valor tecnológico, soluciones a medida en formación, consultoría y asistencias técnicas.* Objetivo: *consolidación como referente en consultoría y formación aeronáutica.* Líneas de actuación: *mayor participación en licitaciones y proyectos de EASA (European Aviation Safety Agency), organismos internacionales y CE (Comisión Europea) potenciar la consultoría y formación a autoridades aeronáuticas, fabricantes, operadores y proveedores de servicio.*



Isaac Martín-Barbero

Presidente de Ineco

Licenciado en Derecho y funcionario del Cuerpo de Técnicos Comerciales y Economistas del Estado desde 1999, Isaac Martín-Barbero (Madrid, 1971) ha desarrollado su carrera profesional en diferentes ámbitos de la Administración General del Estado, en el sector financiero y en distintas universidades nacionales y extranjeras. La empresa española y su proceso de internacionalización ha centrado su trayectoria más reciente en el sector público, particularmente como director general de Internacionalización de la Empresa en el ICEX (2012-2017), siendo designado hace un año como presidente de la ingeniería y consultoría Ineco. Desde este cargo ha coordinado, a petición del Ministerio de Fomento y en colaboración con las demás empresas del grupo y las principales asociaciones sectoriales, la elaboración del Plan de Internacionalización del Transporte y las Infraestructuras 2018-2020, herramienta destinada a potenciar la actuación exterior de la empresa española en esos dos ámbitos. En esta entrevista detalla sus aspectos más relevantes.

"Unir fuerzas para superar el reto de la internacionalización"

¿Cuáles son los objetivos del Plan de Internacionalización del Transporte y las Infraestructuras?

El Plan establece un marco común en el que todas las empresas e instituciones, tanto del Grupo Fomento como del sector privado, puedan llevar a cabo acciones de posicionamiento internacional beneficiosas para todos. Con este Plan se busca diseñar una estrategia integral de país en materia de internacionalización en los sectores del transporte y las infraestructuras; consolidar y reforzar la imagen internacional de las empresas de estos sectores; crear, de la mano del sector privado, mecanismos que permitan establecer una plataforma de internacionalización que acelere el desarrollo de negocio para aquellos actores que ya están presentes en los mercados internacionales y que genere vías de incorporación para otros; maximizar y optimizar la alineación del sector con las tendencias globales y consolidar a nuestros operadores como referentes globales en materia de internacionalización e innovación; además de dotar de mayor coherencia, coordinación y complementariedad a las actuaciones internacionales de las empresas del Grupo Fomento y el sector privado con el fin de obtener un efecto multiplicador. Se trata de un Plan compartido, inclusivo, transversal e integrador de las actividades e iniciativas necesarias para la generación de más y mejores oportunidades de negocio para las empresas españolas en el exterior y para potenciar su reputación internacional.

La suma de sinergias entre el sector público y el privado es un pilar básico para la nueva estrategia de internacionalización. ¿Cómo se va a desarrollar esta idea?

El Plan pretende sentar unas bases comunes para que, uniendo fuerzas en el mercado internacional, el Grupo Fomento y el sector privado sean capaces de sumar sinergias, obteniendo mejores resultados y de una manera más eficiente. Actualmente, cada empresa está desarrollando de una manera unilateral esfuerzos para abordar mercados extranjeros; con un plan común pretendemos compartir experiencias y conocimiento para superar las barreras que encontramos en el entorno internacional. Para conseguirlo, el Plan hace una selección de mercados prioritarios y de oportunidad elegidos de acuerdo a la oferta integral de servicios del sector español, en los que se desarrollarán seis líneas de acción dirigidas a la consecución de los objetivos planteados a través de 110 iniciativas que permitirán reforzar la capacidad del sector en el mercado exterior.

¿Cuáles son los principales obstáculos que afronta la empresa española en su actuación exterior en el sector del transporte y las infraestructuras?

Las empresas españolas tienen un posicionamiento privilegiado en este sector gracias al desarrollo llevado a cabo en España en los últimos años. Un valioso conocimiento en tecnologías punteras y de vanguardia que nos ha permitido situarnos a la vanguardia del mercado global. A pesar de esta fortaleza, existen barreras que superar. La propia naturaleza de las empresas incluye retos como la deslocalización o la disponibilidad de recursos, entre otros. Por su parte, los mercados, pueden hacer que nos encontremos con situaciones delicadas, como un elevado nivel de proteccionismo, escasa estandarización técnica, marcos jurídicos complejos, etc. Otro obstáculo es la alta competitividad existente en el mercado internacional, que obliga a las empresas españolas a reinventarse y crear soluciones específicas adaptadas a cada mercado. En todo caso, la implementación de las medidas del Plan permitirá que, uniendo fuerzas, las empresas españolas del sector seamos capaces de superar el reto de la internacionalización con mayores garantías.

El Plan identifica, además, una serie de amenazas directamente relacionadas con las tendencias globales del sector, a las que se en-

frentan no solo las empresas españolas, sino las de todo el mundo: desajuste de la oferta de servicios y productos frente a la demanda existente; irrupción de nuevos sistemas de transporte inteligente; aumento de procesos de concentración empresarial, etc. Las empresas españolas debemos ser capaces de aplicar soluciones innovadoras que nos permitan mantener nuestro liderazgo mundial.

¿Qué papel debe jugar la innovación tecnológica en la oferta española en el exterior?

La innovación será uno de los elementos diferenciadores en la estrategia y el eje sobre el que pivotarán las acciones de comunicación y posicionamiento previstas en el Plan. No podemos obviar que la introducción de las tecnologías disruptivas está cambiando radicalmente nuestro modelo tradicional de negocio. La demanda se encamina a sistemas de transporte inteligentes, que fomenten la intermodalidad (*Mobility As a Service*), en base a nuevos sistemas de información, nuevas plataformas e integrando el concepto de economía colaborativa, para poner al usuario en el centro de las decisiones.

> La innovación será un elemento diferenciador en la estrategia y el eje sobre el que pivotarán las acciones de comunicación y posicionamiento previstas en el Plan

Las empresas españolas no podemos quedarnos atrás. Por eso hemos incluido la innovación como componente diferenciador en las acciones del Plan. Entre otras, *Spain Transport Lab* intensificará la participación de las empresas de Fomento en foros de carácter técnico, normativo y regulatorio, de forma que puedan actuar como prescriptores de la oferta española. Se propone, además, la organización de cumbres específicas en los países prioritarios, denominadas *Spain Tech Transport Summit*, para presentar las capacidades españolas en infraestructuras con un fuerte componente de innovación como elemento diferenciador. Asimismo, se organizarán en España sesiones sobre innovación en el transporte, *Innovation Bridge*, en las que las empresas españolas puedan desplegar sus capacidades de innovación ante los decisores en materia de infraestructuras del transporte de los países invitados.

El Plan describe la oferta de servicios de las empresas del Grupo Fomento. ¿Cuál es la imagen y posicionamiento de estas empresas? ¿Y de las compañías privadas?

El último Informe Global de Competitividad del Foro Económico Mundial de Davos, correspondiente al bienio 2017-2018, sitúa a España en la undécima posición mundial, por detrás de Japón, Francia y Alemania, y por delante de Estados Unidos, en dotación de infraestructura del transporte. España es líder en alta velocidad, con la segunda red más extensa del mundo después de China; además de exportar a los cinco continentes su tecnología ferroviaria. En el sector aéreo, contamos con el mayor operador de aeropuertos a nivel mundial y somos el cuarto espacio aéreo de Europa por volumen de tráfico. Tenemos la primera red europea de autovías y autopistas, con más de 16.000 km. Y en el modo marítimo, España es la segunda potencia europea en movimiento de contenedores y la undécima a nivel mundial. Es una posición de liderazgo mundial que no habríamos podido conseguir sin el esfuerzo inversor en infraestructuras del transporte realizado por España en las últimas décadas y que ha permitido a nuestras empresas aportar un valor claramente diferencial en los proyectos que realizamos en el entorno internacional. El Grupo Fomento, por su parte, dispone de una amplia oferta de servicios que cubre todas las fases de una infraestructura de transporte, desde el inicio hasta su operación y mantenimiento, en todos los modos de transporte: carretera, ferroviario, aéreo, marítimo y transporte urbano.

En cuanto al sector privado, las constructoras y concesionarias españolas tienen un reconocido prestigio en el sector y una significativa presencia internacional: seis de las 12 mayores empresas de gestión de infraestructuras de transporte (por número de concesiones) a nivel mundial son españolas y gestionan cerca del 47% de las principales concesiones de transporte. Además, dos empresas españolas lideran la clasificación por volumen de inversión. Este éxito se debe principalmente a su elevada capacidad técnica y de innovación, así como a su creciente diversificación y especialización. En cuanto a la ingeniería y consultoría, prácticamente la totalidad de las empresas españolas operan a nivel internacional en más de 120 países y el peso de su facturación internacional con respecto al total supera ya el 70%.

La suma de las capacidades de ambos sectores, así como la oferta integral de los servicios ofrecidos por todas las empresas que los forman, suponen un elevado valor añadido que resulta clave en el entorno internacional.

¿Están las empresas españolas en disposición de acceder al *pipeline* de proyectos de los mercados prioritarios y de oportunidad que identifica el Plan?

Como se ha comentado antes, las empresas españolas tienen la capacidad y el *know how* necesario para acceder a ellos gracias a la experiencia previa adquirida tanto en nuestro país como internacionalmente. Tambien hay que tener en cuenta que, para la selección de estos mercados, uno de los factores clave en la decisión ha sido que la demanda encaje con los servicios que es capaz de suminsitrar la oferta española. Este Plan actuará como palanca para acceder tanto a estos proyectos como a otros relacionados.

¿Qué papel puede jugar el Observatorio para la Internacionalización del Transporte y las Infraestructuras en el proceso de internacionalización de las empresas españolas?

El Observatorio es un órgano destinado a detectar tendencias, realizar propuestas y a hacer una evaluación permanente de la eficacia del Plan. Tendrá como objetivo valorar la evolución de la coyuntura de los distintos mercados, monitorizar las acciones llevadas a cabo en los países, aglutinar información y conocimiento de los diferentes agentes involucrados, así como esbozar el apoyo institucional requerido. Todo ello contribuirá a dotar de mayor coherencia, coordinación y complementariedad a las actuaciones internacionales de las empresas españolas. ▮



Licencia Creative Commons

La relevancia de la Marina Mercante española en el Consejo de la Organización Marítima Internacional (OMI)

La importancia de una presencia



Rafael Rodríguez Valero
Director general de la Marina Mercante
Ministerio de Fomento

Más allá de cuestiones puramente técnicas, la Organización Marítima Internacional ha ido adquiriendo cada vez una mayor relevancia desde el punto de vista político y diplomático, de ahí la importancia no solo de permanecer en la OMI sino de tener una presencia activa en la toma de decisiones. La adopción de estrategias y normas aplicables internacionalmente sobre transporte marítimo o contaminación marina, que afectan en profundidad a la relación entre Estados, realza el notable éxito que supone la reelección de España como miembro del Consejo de la OMI.



Licencia Creative Commons

▶ *Kictack Lim, secretario general de la OMI e Iñigo Joaquín de la Serna Hernáiz, ministro de Fomento.*

A principios del pasado mes de diciembre concluyó la trigésima asamblea de la Organización Marítima Internacional en Londres. Esta organización, comúnmente conocida por sus siglas, OMI, es, según se lee en la versión española de su página web, el organismo especializado de las Naciones Unidas encargado de establecer normas para la seguridad, la protección y el comportamiento ambiental que ha de observarse en el transporte marítimo internacional. Su función principal es establecer un marco normativo para el sector del transporte marítimo que sea justo y eficaz, y que se adopte y aplique en el plano internacional.

Buscando con algo de detenimiento entre los numerosos tratados y convenios internacionales, uno puede hacerse una idea más aproximada de lo que es la OMI y cuáles son sus funciones. La OMI es el lugar donde se planean, redactan y aprueban las normas que fijan la formación y experiencia de los oficiales y marineros de los cruceros que en el año 2016 desembarcaron más de 8,5 millones de pasajeros en los puertos españoles. En la OMI se decide qué normas de seguridad son aplicables a los buques de transporte de gas natural licuado (GNL), que suministran el 44% del gas que importa España. Es en los Comités de la OMI donde se consiguió enmendar el Convenio Internacional MARPOL para impedir que los buques petroleros de casco sencillo como el Prestige pudiesen seguir navegando.

La importancia de la OMI para las economías de países altamente integrados en los mercados globales es evidente por la dependencia del transporte marítimo que tiene el comercio internacional. Existen, sin embargo, motivos adicionales que redundan en la importancia de este organismo. Por citar algunos de los principales: la localización geográfica, la insularidad de los estados o la actividad económica que generan las flotas abanderadas en los llamados registros abiertos.

Esta relevancia de la OMI ha sido percibida con una cada vez mayor intensidad por los distintos países miembros de la organización y se ha traducido en una mayor actividad de los países en los órganos de gobierno de la organización.

La estructura de Gobierno de la OMI

La OMI cuenta con 172 Estados miembros y tres miembros asociados, que constituyen su Asamblea, y en la que también participan aquellas organizaciones internacionales no gubernamentales que sean reconocidas como entidades consultivas.

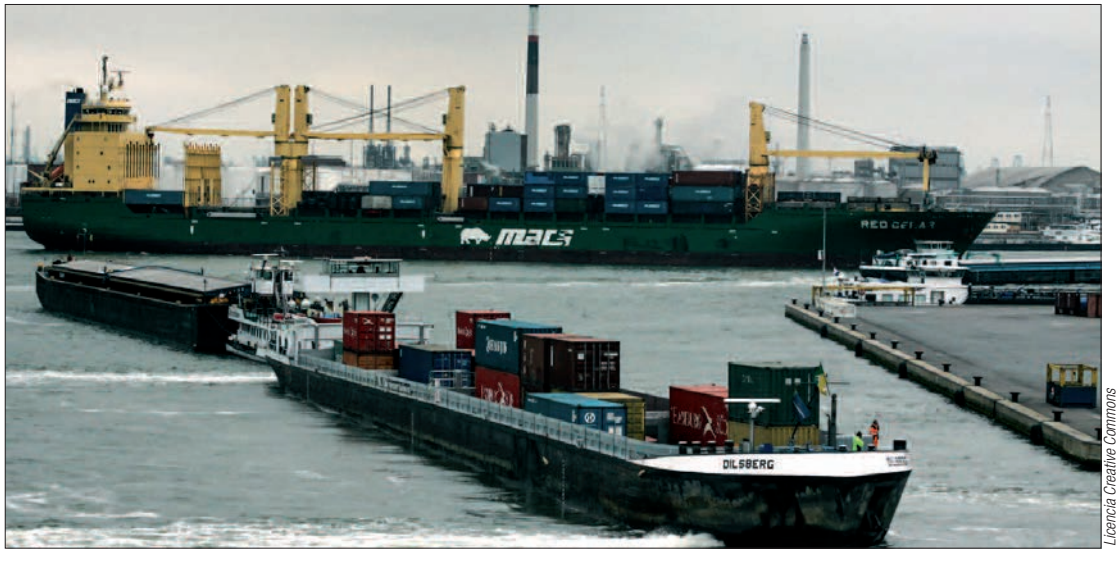
Además de la Asamblea, la OMI cuenta con otro órgano ejecutivo que es su Consejo, en el que están representados 40 Estados divididos en tres categorías.

Estas tres categorías son: a) los 10 Estados con los mayores intereses en la provisión de servicios marítimos internacionales; b) los 10 Estados con los mayores intereses en el comercio marítimo internacional, y c) los 20 Estados que tienen intereses especiales en el transporte marítimo o en la navegación y cuya integración garantiza la representación de todas las grandes regiones geográficas del mundo.

A pesar de que de la definición de las distintas categorías no se desprende una diferencia en la importancia por la pertenencia a una u otra y de que todos los miembros del Consejo tienen el mismo estatus, lo cierto es que de alguna manera estas categorías se han configurado como una suerte de relación, ordenada de mayor a menor, de grupos de relevancia en la gobernanza marítima internacional.

La percepción de que tanto la pertenencia al Consejo como la adscripción de un país a una u otra categoría son una medida de la relevancia marítima de un país, ha marcado en los últimos años un proceso de escalada en las pretensiones de representación de los países miembros en el Consejo. Esta presión por aumentar la representación en la gobernanza de la OMI está haciendo cambiar el carácter tradicional de la Organización, vinculado al altísimo contenido técnico de las normas de esta, hacia un ámbito más político-diplomático. Este cambio de espíritu en la naturaleza de la OMI se ha visto reforzado por la actualidad e importancia mediática de algunas de las materias decididas actualmente en los órganos de trabajo de la OMI, principalmente la estrategia para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero por los buques, en la que es fácil adivinar intereses con frecuencia difícilmente conciliables entre países.





Licencia Creative Commons



Licencia Creative Commons

▶ *Sede de la Organización Marítima Internacional (OMI).*

Elecciones al Consejo de la OMI

Durante la trigésima asamblea tuvieron lugar las elecciones para determinar los miembros del Consejo de la Organización.

La particularidad de las elecciones de este año provenía de la presentación de 12 candidatos para el grupo b), frente a los 10 que se habían consolidado durante años y que tradicionalmente y por aclamación eran automáticamente elegidos miembros del Consejo. Los dos nuevos aspirantes eran Australia y Emiratos Árabes Unidos, y su presentación ha supuesto que las elecciones fueran eliminatorias: dos países deberían salir del grupo b) del Consejo al obtener menos votos que los restantes. Y así ha sucedido, pues Argentina y Bangladés han sido eliminados después de participar durante muchos años en esa categoría.

Que España haya permanecido en ese puesto no ha sido casualidad, si no fruto del trabajo de muchos años y de una última etapa ciertamente trepidante e intensa. La Asamblea de la OMI se inició con la intervención del ministro de Fomento, Íñigo de la Serna Hernáiz, y se cerró, en lo que a las elecciones se refiere, en diciembre con el discurso de defensa oficial de la candidatura que tuve el honor de realizar como director general de la Marina Mercante justo antes de la votación.

Participaron en la votación 162 Estados, siendo Alemania el que más votos obtuvo,146, seguido de la India con 144, Australia 143, Francia 140, Canadá 138, España 137, Brasil 131, Suecia 129, Países Bajos 124 y Emiratos Árabes Unidos 115.

La candidatura australiana, miembro anteriormente del grupo c), es una muestra de cómo la pertenencia a uno u otro grupo del Consejo es percibido en cierto sen-

tido como una pertenencia a clubes de importancia marítima. Una especie de promoción sería lo experimentado por Australia, o al menos lo que el propio Departamento de Transporte Australiano ha entendido.

La pertenencia al Consejo de la OMI, del que España ha sido reelegido miembro, es un exponente de la relevancia marítima de un país

La elección de Emiratos Árabes Unidos presenta otras connotaciones, más relacionadas con la búsqueda de relevancia diplomática de los Emiratos, y sustentada en el poderío económico de la diplomacia del país del Golfo. La falta tradicional de presencia en la Organización y de peso técnico de su administración marítima han jugado en contra de la candidatura emiratí, que no obstante ha conseguido salir airosa de las elecciones, posiblemente a costa de una administración marítima mucho más consolidada y activa que la Argentina, lo que plantea de nuevo el cambio de paradigma que se está dando en el seno de los órganos de Gobierno de la OMI.

Así mismo, también las elecciones de la OMI nos muestran un mundo con unos equilibrios de poder en proceso de cambio,como se refleja en el análisis de los resultados de las votaciones en lo que se refiere a la categoría a) del Consejo. En ella votaron 160 Estados, dos menos que en la categoría b), aunque hubo un voto nulo. Empataron en el primer puesto, con más votos que ningún otro Estado, China y Japón, con 155 votos cada uno. Italia y Panamá alcanzaron 152 votos, Grecia 151, la República de Corea 148, Rusia 147, Reino Unido 144 y, los menos votados, Noruega y Estados Unidos con 143 votos.



Licencia Creative Commons

Rafael Rodríguez Valero votando en las elecciones al Consejo de la OMI, en diciembre de 2017



Licencia Creative Commons



Bahía Blanca (Argentina).

Piénsese que Alemania obtuvo más votos en el grupo b) que los dos últimos países del grupo a) del Consejo. Y aunque Europa mantiene una representación mayoritaria en las dos categorías más importantes del Consejo, al tener prácticamente la mitad de los puestos en ambos, el ascenso de Asia va a ser imparable, mientras que Iberoamérica también es previsible que siga una senda ascendente, pese al traspié de Argentina.

Todo ello nos lleva de nuevo a comprobar que la OMI ha desbordado el terreno del trabajo estrictamente técnico, para adquirir una relevancia notable a nivel político y diplomático.

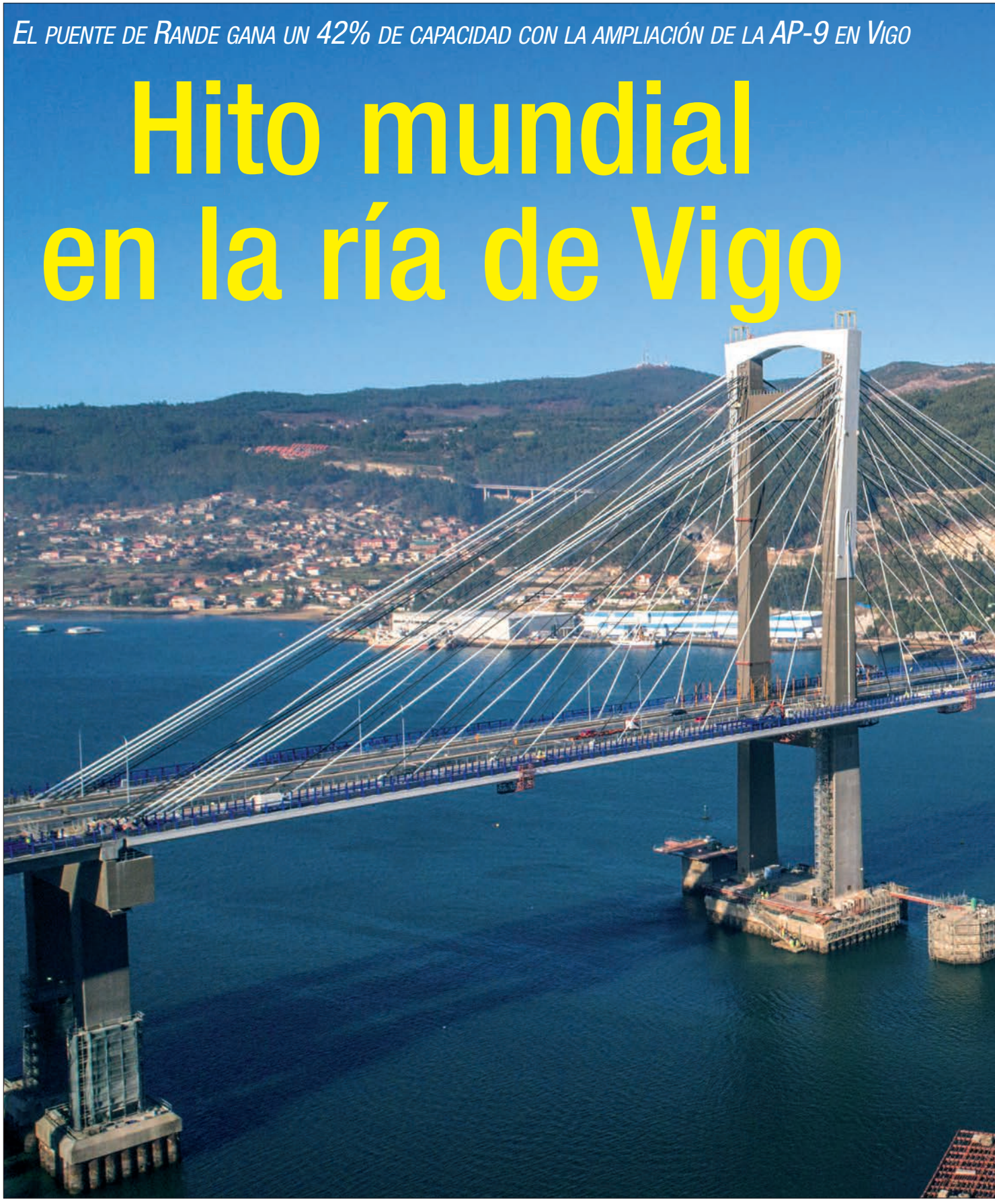
El objetivo principal de nuestra Marina Mercante es un transporte marítimo más seguro, eficiente y respetuoso con el medio ambiente, al servicio de la sociedad y que contribuya a la competitividad de la economía española.

Deberíamos mantenernos atentos a la creciente importancia que se está dando por cada vez un mayor número de países a la Organización Marítima Internacional, y valorar coherentemente el trabajo de nuestro servicio exterior y de nuestra administración marítima, que han conseguido un éxito notable en la reelección de España como miembro del Consejo. Nuestra participación a primer nivel en la OMI tiene una gran relevancia y abre vías de cooperación a nivel mundial sumamente interesantes.

España es un país con una tradición marítima que no admite comparación (en 2019 se cumplirán 500 años de la epopeya de la primera vuelta al mundo en barco por la expedición de Magallanes y Elcano, impulsada por la Corona de España) y un presente que requiere profundizar en los objetivos de nuestra marina mercante, trabajar en colaboración estrecha con nuestros sectores marítimos y continuar la mejora permanente de nuestras infraestructuras portuarias, como factores claves de la competitividad de la economía española y del aumento del bienestar de los españoles, y también del reforzamiento de nuestro papel en el orden mundial. ▮

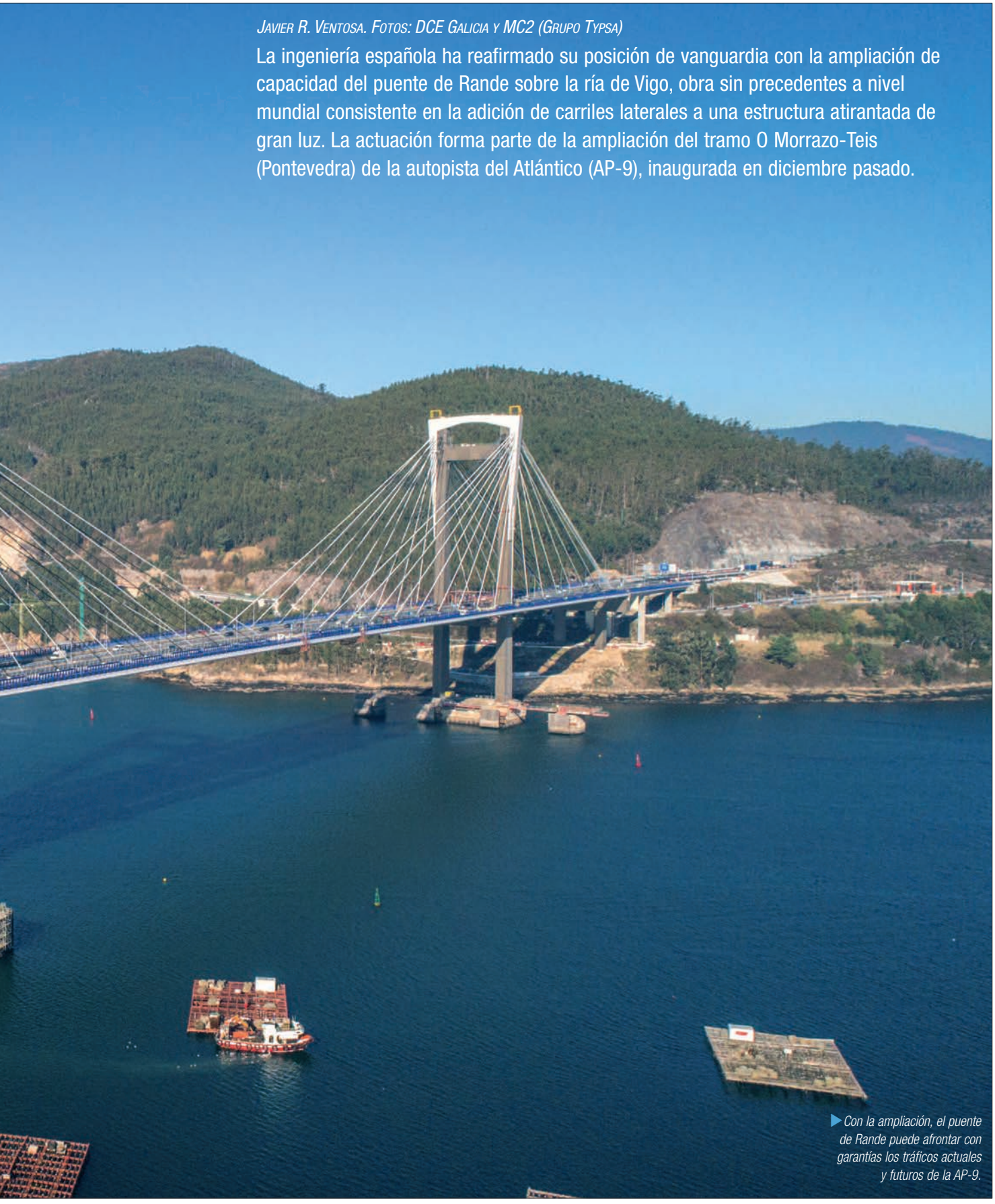
El puente de Rande gana un 42% de capacidad con la ampliación de la AP-9 en Vigo

Hito mundial en la ría de Vigo



Javier R. Ventosa. Fotos: DCE Galicia y MC2 (Grupo Typsa)

La ingeniería española ha reafirmado su posición de vanguardia con la ampliación de capacidad del puente de Rande sobre la ría de Vigo, obra sin precedentes a nivel mundial consistente en la adición de carriles laterales a una estructura atirantada de gran luz. La actuación forma parte de la ampliación del tramo O Morrazo-Teis (Pontevedra) de la autopista del Atlántico (AP-9), inaugurada en diciembre pasado.



Con la ampliación, el puente de Rande puede afrontar con garantías los tráficos actuales y futuros de la AP-9.



▶ *Vista parcial del puente y de los viaductos de acceso del lado Vigo.*

Desde la puesta en servicio en 1981 del tramo Pontevedra-Vigo de la autopista del Atlántico (AP-9), eje norte-sur que enlaza seis de las ocho mayores urbes de Galicia, la reducción del tiempo de viaje entre ambas ciudades y el crecimiento residencial en la península de O Morrazo, debido principalmente a la mejora viaria en la zona, han incrementado notablemente el tráfico y reducido la fluidez en el recorrido entre Vigo y dicha península, mermando la funcionalidad de la autopista y poniéndola al límite de su capacidad (60.000 vehículos/día en 2010). Ante esta situación, el Ministerio de Fomento y la concesionaria Audasa acordaron ampliar la capacidad del tramo O Morrazo-Teis de la AP-9 (además del tramo Santiago Norte-Santiago Sur), actuación incluida en un convenio suscrito en 2011 para adaptar la autopista a las futuras demandas de transporte. Ese acuerdo prevé un incremento moderado de tarifas para compensar a la concesionaria de la inversión realizada en estas obras.

El pasado 30 de diciembre, el presidente del Gobierno, Mariano Rajoy, presidió la apertura al tráfico de este tramo ampliado que salva la ría de Vigo sobre el puente de Rande, discurriendo en ambas márgenes por los términos municipales de Vilaboa, Moaña y Redondela. La actuación, iniciada en febrero de 2015, se ha desarrollado a lo largo de los 5,9 kilómetros del trazado entre los enlaces de O Morrazo y Teis. Básicamente ha consistido en la ejecución de un carril adicional por sentido, ya sea aprovechando la mediana existente o bien por el exterior de la calzada, con una anchura de 3,5 metros, además de la ampliación de varias estructuras y la reconstrucción del drenaje longitudinal y transversal.

Para dar continuidad a los terceros carriles ha sido necesaria la construcción de cuatro viaductos de acceso al puente de Rande, paralelos a los existentes pero separados del tronco. Estas estructuras, con longitudes de 113 y 101 metros en el lado norte (Pontevedra) y 760 y 747 metros en el lado sur (Vigo), y secciones tipo de 7,40 y 9,90 metros de anchura, respectivamente, comparten la misma tipología del tablero central (cajón de hormigón postesado) y se han ejecutado mediante cimbras porticadas y cimbras autolanzables.

Como resultado de la ampliación, la nueva sección de autopista entre ambos enlaces ha aumentado de dos a tres carriles por sentido. Con ello se ha elevado la capacidad de la infraestructura, incluido el puente de Rande, al incrementarse la intensidad media de tráfico que soporta el puente con un nivel de servicio adecuado, pasando de 4.500 a 6.400 vehículos/hora (un 42% más), lo que mejora tanto el nivel de servicio como las condiciones de seguridad y comodidad para los usuarios. Con esta ampliación, el tramo O Morrazo-Teis está en condiciones de afrontar con mayores garantías los niveles de tráfico actuales (56.000 vehículos/día en 2017, con puntas estivales de más de 68.000 vehículos/día e incrementos significativos de circulación en horas punta,



Imagen de la calzada ampliada del puente, formada por el tronco central y los dos carriles laterales.

lo que lo convierte en el tramo más utilizado de toda la AP-9) y futuros.

La inversión total en la obra de ampliación, ejecutada por la UTE Rande (Dragados y Puentes y Calzadas), con redacción de proyecto a cargo de MC2 (Grupo Typsa) y KV Consultores, control y vigilancia de la obra por MC2, Intecsa-Inarsa, Galaicontrol y Louis Berger, y el concurso de varias asistencias técnicas especializadas, todo ello bajo la inspección de la Demarcación de Carreteras del Estado en Galicia, asciende a 191,6 M€, de los cuales 167,2 M€ corresponden al presupuesto de obra. A estas cantidades se añade una inversión adicional de 6,55 M€ para realizar próximamente actuaciones complementarias en la zona de Chapela afectada por las obras, consistentes en la reposición de parte del viario local y la ejecución de actuaciones para la reducción del ruido.

Ampliación del puente de Rande

La ampliación del icónico puente de Rande, estructura atirantada de 704 metros de longitud y 400 metros de luz principal, es por su complejidad técnica la obra más singular del tramo O Morrazo-Teis, habiendo condicionado todo el proyecto y absorbido buena parte de su presupuesto (105,5 M€). La solución planteada, una vez descartada por costosa la construcción de un nuevo puente, se basa en el máximo aprovechamiento de la capacidad portante del puente existente, finalizado en 1977, para implantar una solución similar a la del resto del tramo aunque adaptada a esta estructura. Consiste en la adición de un nuevo carril por sentido de circulación a cada uno de los lados exteriores de la plataforma, ampliando así la capacidad del puente de dos a tres carriles por sentido. Para llegar a esta solu-

Puente de Rande	
Características técnicas	
Longitud	*704,71 m*
Luz principal	*400,17 m*
Luz vanos laterales	*147,46-147,48 m*
Anchura del tablero existente	*23,46 m*
Anchura ampliación del tablero 2x7,35 m	*14,70 m*
Anchura calzadas existentes	*15 m*
Anchura carril ampliado	*4,70 m*
Altura de pilas desde cimentación	*119,89 m*
Unidades de obra	
Pavimento asfáltico	3.493 t
Acero en tirantes	925.412 kg
Acero en tablero	6.131.363 kg
Acero en elementos de fijación de tirantes	1.584.251 kg

ción se realizaron estudios previos sobre el estado de las cimentaciones, las pilas de hormigón, el tablero metálico y los tirantes del puente encaminados a determinar su estado de conservación y su capacidad portante, así como ensayos de laboratorio para verificar el comportamiento de la estructura frente al viento, entre otros.

Para los autores del proyecto de ampliación del puente (un equipo de MC2 dirigido por Julio Martínez Calzón y Álvaro Serrano Corral, junto a Manuel Juliá Vilardell), no existen precedentes conocidos ni en Europa ni en el resto del mundo de una ampliación lateral sobre un puente atirantado de gran luz como el de Rande (existen algunos precedentes de ampliación pero en todos los casos ya estaba prevista desde la concepción inicial de la estructura, como el puente 25 de Abril de Lisboa, al que se le añadió un tablero inferior para el paso del ferrocarril), más aún si se considera que se ha realizado con la infraestructura en servicio. Todo ello convierte a esta singular actuación sobre la ría de Vigo es un hito a nivel mundial que reafirma la posición de vanguardia de la ingeniería civil española, así como un referente ineludible para empresas de ingeniería y construcción a la hora de abordar la ampliación de un puente atirantado.

Como se ha mencionado, el proyecto aprovecha el tablero existente del puente para adosar, a cada uno de los dos lados exteriores de las pilas principales y a la distancia necesaria para salvar el ancho de sus fustes, un nuevo tablero que se apoya en el existente. Este tablero, separado 6,75 metros de la plataforma, está formado por un cajón y una celosía exterior metálicos y una losa superior de hormigón armado, uniéndose al tablero existente mediante celosías interiores metálicas espaciadas entre sí cada 10 metros en sentido longitudinal. La zona de circulación sobre el tablero (calzada y arcén) se ha diseñado con una anchura libre de 4,70 metros. Para sustentar los nuevos tableros se ha empleado un sistema de atirantamiento análogo al existente (80 nuevos tirantes, cada uno de ellos formado por haces de cables de acero de entre 44 y 91 unidades), con los nuevos tirantes anclados al tablero en un extremo y en la



Vano principal del puente. Adosadas a ambos pilonos se aprecian en color blanco las estructuras destinadas al anclaje de los tirantes de sujeción de los nuevos tableros.

coronación de las pilas principales en el otro. Como medida de seguridad, en la zona central del puente y cerca de las pilas se han dispuesto tres zonas de conexión por sentido de la circulación entre los carriles de ampliación y la plataforma existente, de 21 metros de anchura, que permitirán, en caso de emergencia, trasvasar el tráfico existente entre las vías laterales y la central.

.\ Proceso de construcción

De la misma forma que la solución para ampliar el puente es inédita, el proceso de construcción presenta singularidades en procedimientos, medios técnicos y escenarios de trabajo (a nivel del mar y a 120 metros de altura sobre la ría) que también lo hacen único. Este proceso, completado en 18 meses, ha estado condicionado por las tres grandes premisas del proyecto: la nula afección medioambiental a la ría, ecosistema de gran riqueza biológica (se han dispuesto elementos de protección de la ría en los puntos susceptibles de afección, además de implementar medidas como la colocación de geotextil sobre taludes y cunetas en tierras o la ejecución de balsas de decantación y barreras de decantación de sedimentos en el entorno del viaducto sur, entre otros), la mínima afección a la circulación en la AP-9 (con la ejecución de los trabajos, al realizarse en el exterior de las calzadas en uso o en altura, se ha procuparado minimizar las afecciones al tráfico y las molestias a los usuarios) y la máxima seguridad, tanto para los trabajadores como para el tráfico de la autopista. Una parte muy importante del acceso del personal y del suministro y puesta en pie de obra de los materiales se ha realizado por vía marítima, lo que ha contribuido a cumplir algunas de estas premisas.

En el proceso de ampliación del puente han participado más de medio millar de técnicos y operarios en los momentos álgidos y cerca de 200 empresas. Los trabajos iniciales comprendieron el despliegue de la infraestructura básica de obra, como las plataformas de





Imagen de la prueba de carga, con hileras de camiones dispuestos sobre los nuevos tableros laterales del puente.

trabajo metálicas en la base de las dos pilas principales, a nivel del tablero y en cabeza de cada pilono para ejecutar las distintas tareas del proyecto, además de una grúa-torre y un ascensor arriostrados a cada pareja de pilonos para permitir el acceso del personal y el manejo del material necesario. Adicionalmente, y para proteger las calzadas de la caída accidental de objetos desde la zona elevada, se construyeron sobre el tablero y junto a cada pareja de pilonos sendos pórticos de protección del tráfico de unos 60 metros de longitud.

Con la infraestructura básica terminada arrancó la primera fase constructiva, consistente en la disposición de una nueva estructura metálica en forma de U invertida destinada al anclaje de los tirantes de sujeción de los nuevos tableros. Para ello se dispuso un sistema de izado formado por dos grupos de gatos de elevación hidráulicos sobre un pórtico metálico montado en las cabezas de cada pareja de pilonos. Mediante este sistema, las piezas metálicas de la estructura, trasladadas en pontonas desde los talleres de fabricación en la ría hasta la

Más carriles en la circunvalación de Santiago

Tres días después de la apertura del tramo ampliado O Morrazo-Teis, y unos 70 kilómetros al norte de la ría de Vigo, el Ministerio de Fomento puso en servicio la segunda gran actuación en la AP-9 prevista en el convenio suscrito en 2011. Se trata de la ampliación de capacidad mediante nuevos carriles del tramo de autopista Santiago Norte-Santiago Sur, de 8,5 kilómetros y libre de peaje, el cual sirve como circunvalación a Santiago de Compostela y tiene carácter estratégico para las comunicaciones de Galicia al conectar distintas vías de alta capacidad. Como parte de la obra se ha remodelado también el enlace de Sigüeiro, incorporando nuevos ramales para los movimientos hacia el sur.

La circulación en el tramo de circunvalación, en el que conviven tráficos de largo y corto recorrido, es de 42.000 vehículos/día de media, elevándose en los meses de verano a 52.000 vehículos/día, y con incrementos significativos de tráfico en horas punta, lo que lo situaba al límite de su capacidad. Con la ampliación, realizada con una mínima afección al tráfico, se incrementa el nivel de servicio y se mejoran la comodidad y las condiciones de seguridad de la circulación. La inversión total ha ascendido a 84,8 M€ (75,5 M€ corresponden al contrato de obras).

En el tramo ampliado se distinguen ahora dos subtramos: Santiago Norte-Santiago Este, entre los p.k. 67 y 72, en el que se han dispuesto dos (y ocasionalmente tres) carriles adicionales por sentido de la circulación, pasando de cuatro a un total de ocho; y Santiago Este-Santiago Sur, entre los p.k. 72 y 75, en el que se ha dispuesto un carril adicional por sentido, pasando de cuatro a seis. Cerca del enlace de Santiago Norte se ha ejecutado un ramal de conexión directo desde la calzada de la AP-9 sentido A Coruña hacia la autovía A-54 (Santiago-Lugo), evitando el paso por ese enlace y por la SC-20, lo que mejora tanto su funcionamiento como la conectividad con el aeropuerto de Santiago. Esta actuación es el primer paso del futuro enlace orbital entre la AP-9 y la A-54, cuyo proyecto constructivo se aprobó en diciembre pasado.

La principal obra de ingeniería del tramo ha sido la ampliación de capacidad del viaducto de Angrois (380 metros), que ha pasado de tener dos a cinco carriles por calzada. La ampliación se ha realizado mediante dos nuevos tableros de acero laminado y losa de hormigón, solidariamente unidos a los actuales, que se apoyan en ocho vanos sobre sendos grupos de siete pilas nuevas. La colocación de los nuevos tableros metálicos se realizó mediante carro lanzavigas, de tal forma que la ejecución de la ampliación se hizo en todo momento exenta o fuera de la zona de tráfico.

La permeabilidad territorial de la obra se ha mantenido con la adecuación de los numerosos pasos existentes, que han sido modificados para adaptarse a la ampliación del tronco que discurre por debajo o por encima de ellos. Así, ha sido necesaria la modificación de 10 pasos inferiores (destaca la ampliación del paso de la carretera de San Martiño de Arís) y 8 pasos superiores (destaca el de la N-634, con una nueva acera para los peregrinos del Camino Francés), además de la ejecución de varios muros de sostenimiento y la ampliación del drenaje transversal.



▶ *Vista inferior de los trabajos de ejecución de los tableros laterales mediante carros de montaje.*

base de las pilas, fueron elevadas hasta la cota necesaria en cabeza de las pilas principales. Primero se izaron los elementos centrales de los cabeceros metálicos, comenzando con las piezas que forman la riostra superior, para a continuación izar las dos grandes piezas laterales, con forma de L, de unas 300 toneladas de peso y 20 metros de longitud. Tras su ensamblaje definitivo se izaron los elementos inferiores, de menor tamaño, hasta completar la estructura metálica, cuyo color blanco contrasta con el hormigonado grisáceo de los pilonos. Esta fase, una de las más complejas y vistosas de la obra, se desarrolló casi simultáneamente en ambos pilonos y se monitorizó mediante sistemas de instrumentación y control. Finalizó a inicios de la pasada primavera.

Esta singular actuación sobre la ría de Vigo es un hito a nivel mundial que reafirma la posición de vanguardia de la ingeniería civil española

La segunda fase correspondió a la ejecución y colocación de las dovelas que forman los tableros de ampliación, realizándose con el apoyo de cuatro carros de montaje anclados a la parte inferior del tablero del puente y ocho carros superiores ubicados en cada uno de los extremos en voladizo de los tableros ampliados. Estos carros se encargaron de izar las dovelas desde las pontonas y colocarlas con precisión en su posición definitiva, como paso previo a su ensamblaje con la dovela contigua, la fijación al tablero mediante celosías metálicas y el tesado de los cables de los tirantes, avanzando luego hacia una nueva posición para realizar el montaje de una nueva dovela tras el hormigonado de la losa de la dovela precedente. El proceso se inició en abril con el montaje de las cuatro dovelas cero, de 180 toneladas de peso y 47 metros de longitud cada una, y culminó en octubre con el montaje de las dos dovelas de cierre. En total, se han montado 62 dovelas. Una vez cerrados los tableros se procedió al asfaltado y seguidamente se desarrollaron las labores de acabado y señalización, así como la retirada de elementos auxiliares y de protección empleados en la obra.

En la última quincena de diciembre se realizaron las preceptivas pruebas de carga a los nuevos tableros del puente de Rande, tanto las estáticas como las dinámicas y de confort de los usuarios, para verificar la resistencia de los nuevos carriles y el comportamiento del puente una vez ampliado. La superación con resultado satisfactorio de estas pruebas, indicadas en la normativa aplicable al diseño de puentes de carreteras y en las recomendaciones del Ministerio de Fomento, permitió la puesta en servicio del puente ampliado el penúltimo día de 2017. En los primeros meses de 2018 está prevista la ejecución de las actuaciones correspondientes al repintado de la estructura metálica y a la rehabilitación del firme e impermeabilización del puente antiguo, así como a la reparación de los paramentos de hormigón de los viaductos de aproximación existentes y de los duques de alba. Todas estas actuaciones mejorarán la imagen y el nivel de servicio de este icono de Vigo ya convertido en todo un hito mundial. ▮

En el bienio 2018-2019 Fomento aportará 50,5 M€ en la recuperación del patrimonio histórico a través del programa del 1,5% cultural



El patrimonio de todos

Pepa Martín Mora. Fotos: Vera Nosti

Una vez más se ha puesto en marcha la convocatoria para la recuperación y puesta en valor del patrimonio histórico español. El Ministerio de Fomento, a través del programa del 1,5% cultural, destinará 50,5 millones de euros que se repartirán entre el centenar de actuaciones aprobadas para 2018-2019. El Parlamento y el Consejo europeos han declarado precisamente este año 2018 "Año europeo del Patrimonio Cultural".



La Alcazaba de Badajoz.

El acceso al patrimonio de todos los ciudadanos con la mirada puesta en las generaciones futuras es, sin duda alguna, el logro más importante del Programa del 1,5% Cultural. Un plan que, desde que se aprobara en la Ley de Patrimonio Histórico de 1985 –primero con el 1% y desde 2014 con el 1,5%– ha permitido financiar más de 1.200 actuaciones, con una aportación del Ministerio de Fomento de 730 millones de euros. En esta nueva convocatoria se concederán ayudas por un importe máximo de 50.520.823 euros para casi un centenar de actuaciones de recuperación y puesta en valor del patrimonio histórico español que se ejecutarán durante los años 2018 y 2019. A esta importante inversión se sumará otra de unos 40 millones de euros en una nueva convocatoria que está prevista para después de verano, según ha anunciado el ministro de Fomento, Iñigo de la Serna, durante una reciente visita a la muralla de Cáceres, un Bien de Interés Cultural que precisamente va a iniciar la primera fase de sus obras de rehabilitación a través de la subvención de casi 700.000 euros que recibirá de este Programa.

Cultura y generación de empleo

En esta nueva convocatoria, para la que la comisión mixta ha suscrito el VII Convenio de Colaboración para desarrollar el Programa del 1,5% Cultural, se prevé abonar 25.680.000 euros durante el actual ejercicio y los 24.830.000 euros restantes en 2019. Se calcula que se movilizarán más de 75 millones de euros, ya que Fomento aporta de media dos tercios del coste de ejecución del proyecto, mientras que el tercio restante lo aportan los solicitantes, y que se generarán más de 4.000 empleos, tal y como afirmó el ministro Iñigo de la Serna durante la presentación de esta nueva edición.

Como ya es preceptivo y recoge la Ley, la intervención de Fomento mediante la cofinanciación con su titular permite la recuperación o el enriquecimiento de los inmuebles declarados Bien de Interés Cultural, ya sean de titularidad y uso público o de titularidad privada sin ánimo de lucro y cedidos al uso público, así como los bienes inmuebles integrantes del Patrimonio Mundial de la Unesco. Todos estos bienes han de tener interés turístico, ser de servicio público o de carácter sociocultural. Además, en la decisión de subvencionar cada proyecto concreto, se da preferencia a aquellos que supongan una dinamización económica y generen empleo más allá del derivado de la propia ejecución de las obras. Con ello, se da un valor añadido a esta iniciativa, cuya finalidad principal es dar respuesta al mandato constitucional que insta a los Poderes Públicos a garantizar la conservación y promover el enriquecimiento del patrimonio histórico, cultural y artístico de los pueblos de España y de los bienes que lo integran.



Castillo de Priego (Córdoba).

Como se ha mencionado, el desarrollo de este programa es posible a través de la aportación económica que realiza el Ministerio de Fomento, equivalente al 1,5% del presupuesto de las obras que licita, con los objetivos de recuperar el patrimonio cultural español respetando el legado recibido, fomentar el uso público favoreciendo el acercamiento social al patrimonio, generar empleo y riqueza en los ámbitos en los que se ubican los elementos recuperados y contribuir a generar turismo de calidad, según consta en el texto de la Ley, teniendo en cuenta que los más de 72 millones de turistas que visitaron nuestro país el pasado año lo hicieron atraídos por la riqueza cultural de España.

.\ Proyectos relevantes

Se da la circunstancia de que esta nueva convocatoria coincide con la celebración del Año Europeo del Patrimonio Cultural 2018, que comparte con el Programa del 1,5% Cultural los objetivos de promocionar la herencia cultural europea con el fin de afianzar la memoria y la identidad comunitaria y generar con ello crecimiento y empleo.

Este año, entre los proyectos más importantes seleccionados por la comisión mixta que integran el Ministerio de Fomento y el Ministerio de Cultura –responsable de evaluar las actuaciones que son financiadas– destacan la rehabilitación y puesta en uso del hospital provincial de Almería, en sus fases I y II, al que se van a destinar 2,9 millones de euros; la rehabilitación y adaptación del edificio de recepción de la abadía del Sacromonte, en Granada, que recibirá 2,6 millones de euros; la adecuación del palacio del Almirante de Valencia, cuya obra se subvencionará con 2,4 millones de euros; la rehabilitación del fuerte Victoria Chico, en la ciudad autónoma de Melilla, que recibirá casi 2,3 millones de euros, y la restauración para uso público de los andenes perimetrales y el vestíbulo de la estación internacional de Canfranc, en Huesca, que recibirá más de 2 millones de euros.

Con algo más de detalle y por comunidades autónomas, los proyectos más relevantes son los siguientes:

Andalucía

La mayor partida de los fondos que se generan para el 1,5% Cultural están destinados en esta convocatoria a la comunidad autónoma de Andalucía, que va a recibir cerca de15,5 millones de euros para un total de 18 proyectos. Entre las principales actuaciones destacan, además de las mencionadas en Granada, la segunda fase de la rehabilitación del antiguo convento de San Andrés en Málaga, que se subvencionará con casi 2 millones de euros y en la localidad sevillana de Carmona, la rehabilitación de la antigua iglesia de Santa Ana, a la que se destinarán 1,5 millones de euros, el 70% del coste.

Los fondos del 1,5% cultural también servirán para consolidar y revalorizar la muralla de Cabra (Córdoba) y su entorno, así como la restauración del recinto inferior de la alcazaba de Guadix y la adecuación de los accesos y apertura de su puerta Este, para lo que Fomento va a aportar 840.000 euros. En la localidad onubense



▶ *Castillo de Ponferrada (León).*

de Trigueros, el antiguo colegio de Santa Catalina; para la primera fase del proyecto de conservación y revalorización, se destinarán unos 800.000 euros; en Antequera, la restauración de la villa romana de "La Estación" recibirá 739.374 euros y, en la consolidación y conservación del conjunto fortificado de La Guardia de Jaén Fomento aportará 706.514 euros.

Otras subvenciones estarán destinadas, en Córdoba, a la restauración, rehabilitación y adaptaciónn de la Iglesia y antiguo convento de Regina Coeli para uso cultural y turístico, y a la recuperación de la zona sur del yacimiento arqueológico "Villa Romana de Fuente Álamo", en Puente Genil.

Áreas de actuación

Las subvenciones que Fomento concede a través del 1,5% Cultural se distribuyen en diez áreas de actuación, muy variadas pero con un denominador común, el de la restauración y conservación de nuestro Patrimonio Histórico:

- ✓ *Mejoras en obras públicas con elementos singulares, como calzadas romanas, inmuebles de interés cultural relacionados con el patrimonio ferroviario o marítimo-terrestre.*
- ✓ *Arquitectura religiosa, ya sean proyectos de mejora de catedrales, abadías, conventos y monasterios de especial relevancia histórica.*
- ✓ *Camino de Santiago, para arreglar tramos y edificios ubicados en el mismo.*
- ✓ *Parques y yacimientos arqueológicos para mejorar o ejecutar nuevos museos.*
- ✓ *Recuperación de teatros y edificios para la música y la danza.*
- ✓ *Patrimonio Mundial de la Unesco, para proyectos de rehabilitación de bienes incluidos en el listado de este organismo.*
- ✓ *Arquitectura defensiva, que incluye la restauración de murallas, castillos y otros elementos de arquitectura defensiva y militar.*
- ✓ *Recuperación de paisajes culturales y conjuntos históricos.*
- ✓ *Recuperación del patrimonio industrial y minero.*
- ✓ *Reformas de los bienes de interés cultural con valor histórico.*

En Cádiz cabe destacar la intervención en el castillo de Vejer de la Frontera y la consolidación estructural de las galerías norte y oeste del castillo palacio de los Ribera, en Bornos,

En Mijás, Málaga, está prevista la restauración y las obras de accesibilidad a las torres vigía Nueva y Calaburras, y en Priego de Córdoba, la restauración de la torre (T3) y lienzo (L2) del castillo. En Écija, Sevilla, se subvencionará el proyecto de recuperación y puesta en uso del patio principal del palacio de los marqueses de Peñaflor, y en la localidad malagueña de Torremolinos, la rehabilitación y conservación de la torre de Pimentel. Por último, en la localidad cordobesa de Palma del Río, la restauración y conservación de los tramos de la calle Cerro de la Iglesia (Alcazaba) y calle Rioseco (huerto de santa Clara) de la muralla almohade se subvencionarán con casi 70.000 euros.

Aragón

En cada una de las tres provincias aragonesas se va a ejecutar un proyecto de recuperación y revalorización de elementos de nuestro patrimonio. La subvención asciende a 2.494.528 euros, de los cuales gran parte se dedicarán a la restauración para uso público de los andenes perimetrales y el vestíbulo de la estación internacional de Canfranc.

En la localidad zaragozana de Calatayud se va a proceder a la restauración del torreón este y del lienzo de muralla contigua en el castillo Mayor, y en Teruel, se van a demoler las edificaciones anexas y se va a restaurar el tramo de la muralla entre el acueducto de los Arcos y la torre la Bombardera.

Principado de Asturias

La subvención que Fomento va a destinar al Principado de Asturias para los tres proyectos seleccionados asciende a 1.146.835 euros. Destaca, con una inversión de 498.853 euros, la rehabilitación del palacio de Maqua, en Avilés, que se va a destinar a oficinas municipales. A este proyecto se suman la consolidación del yacimiento arqueológico de Chao Samartín, en Grandas de Salime, y, en Ribadesella, la adecuación ambiental del entorno y los accesos a la cueva de Tito Bustillo y a su centro de interpretación de arte rupestre.

Canarias

Son dos las actuaciones que Fomento va a subvencionar en Canarias por un importe global de 947.427 euros para recuperar el patrimonio histórico de las islas: uno en Las Palmas, la restauración del castillo de Santa Bárbara, en Teguise, y el otro en Santa Cruz de Tenerife, donde se rehabilitará la plaza del 25 de Julio-plaza de los Patos.



Monasterio de Santes Creus de Aiguamúrcia (Tarragona).

Cantabria

En Santander, la V Fase del Plan Director de la catedral de la ciudad recibirá una subvención de 1.520.454 euros, el 75% del presupuesto total de las obras de rehabilitación, que incluyen la remodelación de las dependencias capitulares y la recuperación del muro del castillo de San Felipe, el único que queda en pie, ahora oculto por las dependencias capitulares catedralicias, así como la torre de vigilancia de la esquina suroeste. Se trata de ejecutar la reestructuración completa del edificio respetando el conjunto monumental, que albergaría un museo y sala de exposiciones, así como el archivo diocesano. El muro recuperado, de más de dos metros y medio de ancho, será visitable y una escalera interna permitirá subir por él para contemplar una perspectiva nueva de la catedral y de Santander.

Castilla y León

En Castilla y León, que con nueve proyectos aprobados recibirá una subvención global de 6.792.195 euros, destacan la restauración de bóvedas de naves y capillas y cuerpo central de la fachada occidental de la catedral de Palencia; la rehabilitación y puesta en uso del Castillo Viejo de Ponferrada, en León, y dentro del Plan Muralla Romana de León, la actuación en La Era del Moro y el lienzo norte de la muralla colindante con ella; cada una de ellas se subvencionará en un 50%, con 1.250.000 euros.

Siguen a estas importantes actuaciones la recuperación y conservación del castillo medieval y el castillo

TODAS LAS ACTUACIONES

	1,5% cultural (euros)
Andalucía	
Hospital provincial de Almería	2.923.338
Abadía del Sacromonte (Granada)	2.623.955
Convento de San Andrés, fase II (Málaga)	1.950.346
Iglesia Santa Ana, Carmona (Sevilla)	1.491.779
Muralla de Cabra (Córdoba)	880.282
Alcazaba de Guadix (Granada)	840.000
Colegio de Santa Catalina, fase I. Trigueros (Huelva)	801.939
La villa romana de La Estación, Antequera (Málaga)	739.374
Conjunto fortificado de La Guardia (Jaén)	706.514
Iglesia del antiguo convento de Regina Coeli, fase II. (Córdoba)	493.665
Zona sur de la Villa Romana de Fuente Álamo, Puente Genil (Córdoba)	485.837
El castillo de Vejer de la Frontera, sector I. (Cádiz)	452.352
Castillo Palacio de los Ribera, Bornos (Cádiz)	292.142
Torre Vigía Nueva y Calaburras, Mijas (Málaga)	195.759
Castillo de Priego (Córdoba)	182.430
Patio principal del palacio de los marqueses de Peñaflor	169.399
Torre de Pimentel, Torremolinos (Málaga)	158.647
Muralla Almohade, Palma del Río (Córdoba)	69.799
Aragón	
Castillo Mayor de Calatayud (Zaragoza)	253.600
Muralla de Teruel, tramos entre el acueducto de los Arcos y la torre la Bombardera	233.333
Estación internacional de Canfranc y andenes perimetrales (Huesca)	2.007.594
Asturias	
Palacio de Maqua, Avilés	498.853
Yacimiento arqueológico Chao Samartín, Grandas de Salime	499.698
Cueva de Tito Bustillo, Ribadesella	148.283
Canarias	
Castillo de Santa Bárbara, Teguise. Las Palmas	691.457
La plaza 25 de Julio-plaza de los Patos, Santa Cruz de Tenerife	255.969
Cantabria	
Plan Director de la catedral de Santander, fase V	1.520.454
Castilla y León	
Catedral de Palencia	1.347.000
Castillo Viejo de Ponferrada (León)	1.330.359
Plan Muralla de León	1.250.000
Castillo Medieval y Castillo Artillero Berlanga de Duero (Soria)	782.589
Torre de los Anaya (Salamanca)	652.700
Iglesia de la Concepción y Santiago de Alcalá, Medina del Campo (Valladolid)	638.257
Plaza vieja de Saldaña (Palencia)	326.996
Muralla romana de Medinacelli (Soria)	314.251
Reciento fortificado de Ayllón (Segovia)	150.000
Castilla-La Mancha	
Casco histórico de Alcalá del Júcar	887.029
Villa Romana de Noheda, Villar de Domingo García (Cuenca)	369.343
Iglesia de Monjas Concepcionistas de Moya	228.690
Antiguo hospital de la orden de Santiago, Horcajo de Santiago (Cuenca)	167.388

Cataluña

Claustro del Real Monasterio de Santes Creus, Aiguamúrcia (Tarragona)	*1.457.181*
Iglesia de la Cartuja de Escaladei, La Morera de Monsat (Tarragona)	*1.107.665*
Palacio de Justicia de Lleida	*1.088.907*
Ermita de Santa María de Castellet, fase II (Barcelona)	*138.026*
Castillo de Segur (Barcelona)	*25.002*

Comunidad Valenciana

Palacio del Almirante (Valencia)	*2.404.582*
Castillo de Ayora, fases V y VI (Valencia)	*324.025*

Extremadura

Hospital de San Miguel, Zafra (Badajoz)	*1.050.000*
Catedral de Coria (Cáceres)	*1.024.056*
La Galera de la Alcazaba (Badajoz)	*765.907*
Baluarte de los Pozos-Arco del Cristo de la Muralla (Cáceres)	*698.323*
Iglesia de los Jesuitas de Fregenal de la Sierra (Badajoz)	*235.493*

Galicia

Pazo Quintáns, Sanxenxo (Pontevedra)	*903.923*
Catedral de Nuestra Señora de la Asunción, Mondoñedo (Lugo)	*188.260*
Muralla Romana de Lugo	*161.988*

Illes Balears

Ciutadella de Menorca	*201.305*
Revellín de la Murall, Elvissa	*224.697*

La Rioja

Camino de Santiago, en el puente de piedra y el parque de La Grajera (Logroño)	*1.171.249*
Muralla norte de Contrebia Leucade, Aguilar del Río Alhama	*755.947*
La Puerta del Perdón de la Catedral del Salvador, Santo Domingo de la Calzada	*482.140*

Madrid

Plaza de Toros de Aranjuez	*89.490*
Capilla del Cristo de los Dolores de la orden tercera de San Francisco de Asís	*306.474*
Pinturas de San Francisco el Grande	*221.185*
Convento de las Comendadoras de Santiago	*128.002*

Melilla

Fuerte Victoria Chico	*2.297.650*

Murcia

Iglesia de San Esteban, fase III	*473.185*

Navarra

Casa prioral de Orreaga-Roncesvalles	*481.480*

País Vasco

Catedral del Buen Pastor (San Sebastián)	*835.776*
Catedral de Santa María, portada de Santa Ana	*326.569*

artillero de Berlanga de Duero, en Soria, la rehabilitación de la torre de los Anaya, en Salamanca, para convertirla en centro cultural, y la rehabilitación para uso cultural de la iglesia de la Concepción y Santiago de Alcalá del hospital general Simón Ruiz, en la localidad vallisoletana de Medina del Campo.

Los otros tres proyectos son la restauración y revitalización funcional del conjunto histórico de la plaza vieja de Saldaña (Palencia), la consolidación de la muralla romana de Medinacelli, en Soria, y la restauración de los lienzos de origen hispanomusulmán del recinto fortificado "Los Paredones", de Ayllón (Segovia).

Castilla-La Mancha

La aportación será de 2.583.323 euros para los ocho proyectos seleccionados en esta comunidad, entre los que destaca la revitalización del casco histórico de Alcalá del Júcar que, con el plan de adecuación de su red viaria, será el que reciba una mayor aportación, de 887.028 euros, el 73% de la actuación.

En Cuenca se van a ejecutar tres proyectos distintos: la restauración y puesta en valor del sector residencial de la villa romana de Noheda, en Villar de Domingo García, la cubrición de la iglesia de Monjas Concepcionistas de Moya, y la rehabilitación de la planta primera del antiguo hospital de la Orden de Santiago para instalar el museo Etnográfico, en Horcajo de Santiago.

Cataluña

Son cinco los proyectos que Fomento va a subvencionar en Cataluña con cargo a los fondos del 1,5% Cultural, por una suma global de 3.816.780 euros. La actuación de mayor envergadura en esta comunidad autónoma es la restauración del claustro gótico del Real Monasterio de Santes Creus, en Aiguamúrcia, Tarragona, a la que se van a aportar 1.457.181 euros, el 50% del presupuesto.



Castillo Mayor de Calatayud (Zaragoza).

También en Tarragona destaca la inversión para la restauración de la iglesia de la cartuja de Escaladei, en La Morera de Monsant, que se subvencionará con 1.107.665 euros.

En Lleida también hay una actuación de importancia, atendiendo a la aportación económica de Fomento: la adecuación del antiguo Palacio de Justicia para la nueva sede del museo de Arte de Lleida, a la que se va a destinar un millón de euros. A esta se suman otras dos en la provincia de Barcelona: la rehabilitación estructural de la ermita de Santa María de Castellet y la restauración y adecuación a la visita del castillo de Segur.

Comunidad Valenciana

La inversión de Fomento en la Comunidad Valenciana será para una de las actuaciones más importantes que se van a acometer en todo el país, el de la adecuación del palacio del Almirante, al que se aportarán 2.404.582 euros, el 34% del presupuesto total de la actuación, además de otros 324.025 euros a la consolidación del castillo de Ayora, en sus fases V y VI.

Extremadura

La comisión mixta del 1,5 % cultural ha aprobado la financiación de cinco actuaciones en la Comunidad Autónoma de Extremadura, que también recibe una aportación muy relevante de 3.773.780 euros. Destacan la rehabilitación del hospital de San Miguel en la localidad pacense de Zafra para destinarlo a biblioteca y Archivo Histórico Municipal, a la que se aportará 1.050.000 euros; y la consolidación de la estructura y la restauración de la catedral de Coria, en Cáceres, que recibirá 1.024.056 euros.

Las otras actuaciones son la rehabilitación del edificio de La Galera de la Alcazaba en Badajoz, la restauración del baluarte de los Pozos-arco del Cristo de la muralla de Cáceres y la rehabilitación y acondicionamiento de la iglesia de los Jesuitas de Fregenal de la Sierra.

Galicia

Serán tres las actuaciones que Fomento subvencionará en Galicia en esta convocatoria por un importe global de 1.254.172 euros. La que recibirá la mayor aportación será la rehabilitación del pazo Quintáns para museo del Paisaje Cultural de A Lanzada, en Sanxenxo, Pontevedra. Las otras dos serán actuaciones en la provincia de Lugo, la primera el acondicionamiento y urbanización del entorno de la catedral de Nuestra Señora de la Asunción, en Mondoñedo, y la consolidación estructural del cubo VII y lienzo interior de su entorno inmediato en la muralla romana.

León, sede del próximo Congreso Europeo de Restauración

León, una ciudad que cuenta con una gran riqueza arquitectónica, ha sido elegida sede del próximo Congreso Europeo para la Restauración del Patrimonio Arquitectónico, un encuentro de reflexión en torno al papel de la rehabilitación del patrimonio, que servirá para poner en valor el Programa del 1,5% Cultural.

En el congreso, que se celebrará en octubre de este año, tanto arquitectos como historiadores del arte, arqueólogos, empresas o público no especializado podrán reflexionar sobre el papel que juega la rehabilitación del patrimonio, tanto desde el ámbito de los sectores más directamente implicados, como desde el de los ciudadanos en general, así como el de las políticas de renovación y de regeneración urbana y el impulso que esto representa para la actividad económica.

Islas Baleares

Son dos los proyectos que en Islas Baleares han superado esta nueva convocatoria de recuperación del patrimonio, para los que Fomento aportará 426.000 euros con cargo a los fondos que se generan para el 1,5% Cultural, en ambos casos con el 75% del presupuesto total de cada una de las actuaciones: la rehabilitación del talión T2 y la cueva C4 del yacimiento arqueológico de Montefí, en Ciutadella, Menorca, y las obras de consolidación y exploratorias del revellín de la muralla de Eivissa.



Torre de la catedral del Buen Pastor de San Sebastián (Guipúzcoa).



Iglesia de Santiago y Silo de Carlomagno Roncesvalles (Navarra). Debajo, catedral de Ntra. Sra. de la Ansución, Santander (Cantabria).

La Rioja

Fomento subvencionará con 2.419.336 euros los proyectos de recuperación en la Comunidad Autónoma de La Rioja para tres actuaciones en el Patrimonio Histórico. La mayor dotación será para la restauración y acondicionamiento del Camino de Santiago a su paso por la ciudad de Logroño, en el puente de piedra sobre el río Ebro y en el camino entre el arco y el parque de La Grajera.

Con menor inversión pero no de menor importancia son la consolidación de muros y torreones de la muralla norte de Contrebia Leucade, en Aguilar del Río Alhama, en la comarca riojana de La Cervera, y la restauración de fachadas y apertura de la puerta del Perdón de la catedral de El Salvador, en Santo Domingo de la Calzada.



Madrid

En la Comunidad de Madrid la comisión mixta del 1,5% Cultural ha decidido subvencionar con 745.152 euros cuatro nuevas actuaciones, tres de ellas en la capital y una cuarta en Aranjuez. En esta ciudad se restaurará la plaza de toros, para cuyas obras se aportarán unos 89.491 euros, el 68% de la actuación.

Las tres actuaciones que se ejecutarán en Madrid capital serán las siguientes: la restauración del chapitel de la capilla del Cristo de los Dolores de la venerable Orden Tercera de San Francisco de Asís; la restauración de las pinturas murales de dos cúpulas de las capillas de San Francisco el Grande; y la consolidación estructural y restauración de la iglesia, zaguán y torres del convento de las Comendadoras de Santiago.

Melilla

Una de las actuaciones con mayor subvención en esta convocatoria a las que Fomento y Cultura han dado luz verde se va a ejecutar en la ciudad autónoma de Melilla. Se trata de la rehabilitación del fuerte Victoria Chico, proyecto al que se va a aportar un total de 2.297.650 euros, el 75% del total de los costes la actuación.

Murcia

El único proyecto que va a recibir subvención en la Comunidad Autónoma de Murcia con cargo al 1,5 % Cultural es la restauración y acondicionamiento de la iglesia de San Esteban, fase III, a cuyas obras se aportarán 473.185 euros, el 43,25% del presupuesto total de la actuación.

Navarra

Fomento subvencionará con 481.480 euros la rehabilitación del entorno de la casa prioral en el conjunto monumental de Orreaga/Roncesvalles y la mejora de la accesibilidad al mismo, lo que supone el 75% de la actuación.

País Vasco

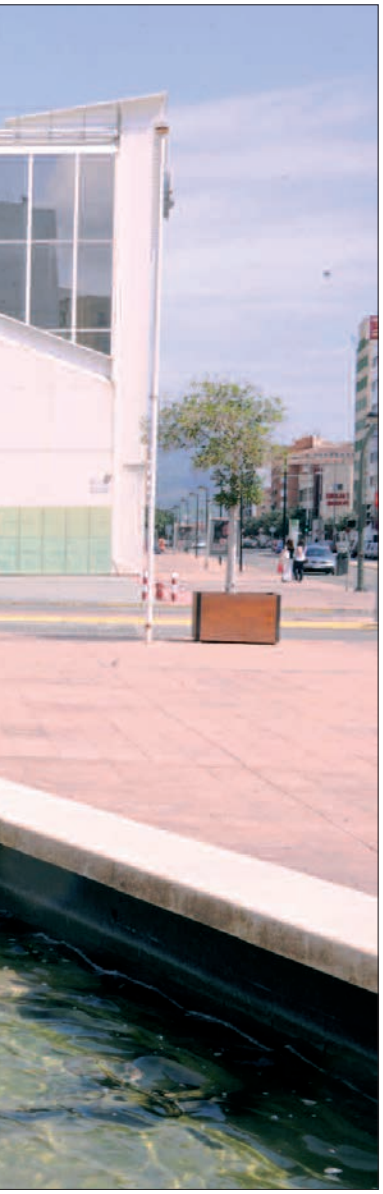
Los proyectos para la recuperación y puesta en valor de elementos patrimoniales que se financiarán en el País Vasco por valor de 1.162.346 euros tras la convocatoria del pasado mes de julio son dos. Por un lado, en San Sebastián, la torre de la catedral del Buen Pastor y, por otro, la restauración de la portada de Santa Ana de la catedral de Santa María, en Vitoria.

ADIF



Alta Velocidad a Castellón

Hacia el corredor mediterráneo





Renfe

▶ *Estación de Castellón. A la dcha., tren AVE serie 100 estacionado.*

Marián Campra G.ª de Viguera

Madrid y Castellón ya están unidas por Alta Velocidad en dos horas y media. Para este nuevo trayecto se ha adaptado al ancho mixto una de las vías del tramo Valencia-Castellón, de 74 kilómetros de longitud y se ha implantado un tercer carril para mejorar esta conexión interregional.

Desde el pasado 23 de enero, los viajeros entre Madrid y Castellón ya tienen a su disposición la nueva línea de alta velocidad que une la capital con otra ciudad mediterránea. Con ello, ya son 27 las provincias españolas comunicadas por medio del AVE. En el primer viaje embarcaron en Castellón un centenar de pasajeros, muchos de ellos ejecutivos, empresarios y profesionales. En su parada hacia las 7 de la mañana en Valencia rumbo a Madrid se subieron al tren de alta velocidad otros 200 pasajeros más.

El nuevo trayecto cuenta por ahora con dos frecuencias diarias en cada sentido. Se puede viajar entre la capital castellonense y Madrid a las 6:15 y 14:15 horas y en sentido inverso a las 9:40 y a las 19:40 horas, existiendo además dos Intercity (uno por sentido) entre ambas ciudades. Por otra parte, se mantiene el actual servicio Alvia, que efectúa el trayecto Castellón-Madrid-Gijón diariamente también por la línea de alta velocidad.



ADIF

▶ *Interior de la estación de Castellón.*

Renfe ha destinado para esta nueva conexión AVE Madrid-Castellón el modelo S-100, con capacidad para 347 plazas, que permite circular a una velocidad máxima de 300 kilómetros por hora. Con ello, se rebaja en 37 minutos el trayecto ferroviario entre las dos ciudades, situándose el viaje más rápido en 2 horas y 32 minutos, cuadruplicándose, además, la oferta de plazas, hasta alcanzar las 2.550 los días laborables, es decir, 1.900 plazas más que el anterior servicio.

El nuevo trayecto impulsa aún más la competitividad y el desarrollo socioeconómico interregional

Con la entrada en funcionamiento de este nuevo tramo de alta velocidad se ha dado un importante impulso al Corredor Mediterráneo, mejorándose además el sistema de transporte interregional, ya que facilita la vertebración de la provincia de Castellón con Madrid y Castilla-La Mancha e impulsa el desarrollo socioeconómico y la competitividad empresarial.

Fase de pruebas y validación

En marzo de 2017, una vez finalizado el grueso de las obras, Adif Alta Velocidad inició un período de pruebas mediante un tren laboratorio de Adif de rodadura desplazable, auscultador dinámico de vía y geométrico de catenaria, diseñado para valorar el comportamiento de la superestructura y su interacción con el subsistema de infraestructura y señalización.

Durante este período se auscultaron aspectos como la dinámica de vía en ancho estándar, la geométrica de vía en ancho ibérico y estándar, las ultrasónicas de carril, tanto en ancho estándar como en ancho ibérico, las circulaciones con trenes de la Serie 100 para verificación de las instalaciones de seguridad y la zona de cambio de tensión y geométrica de la catenaria para ambos anchos. Tras las pruebas, en el mes de noviembre se ponía a disposición de Adif Alta Velocidad la nueva infraestructura para los procesos de fiabilidad, que finalizaron de forma satisfactoria, y un mes después se realizaba la puesta a disposición para los procesos de formación de la empresa ferroviaria para el ancho estándar.

Paralelamente, Adif Alta Velocidad cumplimentaba los trámites para obtener la autorización y validación, por parte de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria

ADIF



▶ *Escaleras de acceso a los andenes.*

(AESF), para la puesta en servicio de la nueva línea, presentando las evidencias sobre cada uno de los elementos implicados –infraestructura, energía y control, mando y señalización–, así como otros informes necesarios según la normativa vigente, esto ha permitido, tras la resolución de la AESF y la obtención del certificado de interoperabilidad de NOBO Cetrén, iniciar las circulaciones comerciales de los trenes.

La nueva infraestructura

En esta primera fase, Adif Alta Velocidad ha llevado a cabo la adaptación al ancho mixto de una de las vías del tramo Valencia-Castellón, de 74 km de longitud. Se ha implantado un tercer carril y todos los elementos de la superestructura asociados, como electrificación, instalaciones de seguridad y comunicaciones, estaciones, etc. El presupuesto total se ha elevado a 355 millones de euros, de los cuales 178, cofinanciados por el programa "Conectar Europa", corresponden a esta primera fase.

Estos trabajos que han tenido como objetivo habilitar la infraestructura ferroviaria para que sea apta para circulaciones tanto de ancho estándar (1.435 mm) como de ancho convencional (1.668 mm), lo que ha permitido la circulación en alta velocidad manteniendo su compatibilidad con la circulación de los trenes de cercanías, media y larga distancia y mercancías. Para la ejecución de estas obras ha sido necesaria la instalación de más de 160 km de nuevo carril, la sustitución de más de 160.000 traviesas, el extendido de 110.000 m^3 de balasto y la colocación de 72 nuevos desvíos o cambios de agujas adaptados para ambos anchos.

Además, se ha adecuado el sistema de electrificación, la adaptación de las redes de cableado eléctrico y de fibra óptica y la implementación de nuevos dispositivos de seguridad y comunicaciones. Se pueden destacar los 290 contadores de ejes, 198 balizas de ASFA y 228 accionamientos electrohidráulicos de aguja.

Por otro lado, la implantación de este tercer carril ha supuesto trabajos directos sobre el esquema de vías de las 20 estaciones y apeaderos del trayecto comprendido entre Valencia Joaquín Sorolla y Castellón, 11 en la provincia de Valencia y 9 en la de Castellón.

Otras actuaciones

Se han hecho necesarias, además, otras actuaciones, como la remodelación del haz de vías, los accesos y enclavamientos en 12 estaciones y la sustitución de los desvíos que posibilitan el cambio de una vía a otra para circulaciones de diferentes anchos. También se ha creado

Primera en Alta Velocidad

Con la puesta en funcionamiento de la conexión entre Madrid y Castellón, la red española de Alta Velocidad suma en la actualidad 3.100 kilómetros de longitud y se consolida como la primera de Europa y la segunda mayor del mundo tras la de China. Esta red ha permitido que el número de pasajeros transportados por ferrocarril haya batido un nuevo récord, superándose los 21 millones el pasado año 2017, un 4 por ciento más que en el ejercicio 2016. La red de trenes de Alta Velocidad de Renfe transporta una media de 1.760.000 viajeros al mes, a los que se deben sumar los de este nuevo trayecto. Con la llegada de la Alta Velocidad a Castellón, ya son 27 provincias, con 48 estaciones, las conectadas directamente a la red española de Alta Velocidad.



Renfe

una nueva variante de doble vía de 1 km de longitud en la estación de Nules-Villavieja, que incrementa la velocidad de paso en curva a 170 km/h. Igualmente se han remodelado y recrecido los andenes en las estaciones de Valencia Fuente de San Luis, Nules-Villavieja, Burriana-Alquerías del Niño Perdido, Villarreal y Almazora.

En las estaciones de Valencia Cabanyal y Castellón, al transcurrir la vía en túnel, se ha llevado a cabo una actuación específica instalando vía sobre placa de hormigón con traviesas especiales. También se han realizado nuevos enclavamientos –sistemas electrónicos de accionamiento de señales y cambios de vía que posibilitan la gestión de la circulación ferroviaria–, o se han remodelado los existentes, en las estaciones de Valencia Joaquín Sorolla, Valencia Estación del Norte, Valencia Fuente de San Luis, P.B Alboraya, Masalfasar, Puzol, Sagunto, Almenara, Moncófar, Burriana-Alquerías del Niño Perdido, Villarreal, Castellón y Las Palmas. Igualmente, se han sustituido traviesas y se ha implantado el tercer carril en las estaciones y apeaderos de Ro-



ADIF

▶ *Pantallas informativas en la estación de Castellón.*

ADIF



Vista del vestíbulo y escaleras de acceso a los andenes.

ca-Cúper, Albuixech, El Puig, Los Valles, La Llosa, Chilches y Almazora.

Otras actuaciones han consistido en la construcción de un paso a diferente nivel entre los dos andenes con que cuenta el apeadero de Almazora, los nuevos pasos inferiores en Burriana y Valencia Fuente de San Luis y la prolongación del paso inferior entre andenes de la estación de Nules-Villavieja hasta la nueva variante. Por último, se ha instalado un nuevo *software* para el control de los sistemas de señalización, comunicaciones y seguridad.

Demanda de billetes. Primeros datos

Durante los primeros diez días de comercialización, Renfe vendió 10.000 billetes de este nuevo trayecto Madrid-Castellón, la mayor parte, hasta un 70 por ciento los primeros días a través de internet, y el resto mediante el teléfono de compra de billetes, en estaciones y agencias de viaje. El primer billete se vendió en el primer minuto desde que se pudo adquirir por los viajeros. En los primeros cuatro días, 1.850 usuarios utilizaron este servicio, lo que ha llevado a que la movilidad entre ambas ciudades se haya multiplicado por siete, superando algunos días los 450 viajeros con origen y destino en Castellón.

La Comunidad Valenciana es uno de los destinos con más tráfico de pasajeros de la Red AVE, y desde su inauguración, el 19 de diciembre de 2010, más de 15,8 millones de clientes han viajado en los trenes de Alta Velocidad que unen Madrid con Valencia, un trayecto en el que la cuota de mercado del tren en relación con la del avión supone un 87,5 por ciento. Por su parte, los trenes de Alta Velocidad (AVE y Alvia) que unen Madrid con Alicante, que entraron en funcionamiento el 18 de julio de 2013, han transportado durante los cuatro primeros años de servicio a más de 7,5 millones de viajeros. Algunos días han utilizado esta línea más de 7.000 personas, situándose su cuota de mercado frente al avión en un 81 por ciento.

Plan de Accesibilidad a Puertos

De mar a tierra



Pepa Martín Mora. Fotos: Puertos del Estado

Fomento impulsa la conexión del tráfico marítimo con las redes de transporte viario y ferroviario a través del Plan de Accesibilidad Portuaria 2017-2021.

Potenciar a nivel mundial la competitividad de los puertos españoles reforzando su papel estratégico como puntos clave en la cadena de transporte, es el objetivo del Plan de Accesibilidad Portuaria 2017-2021, que prevé invertir 1.500 millones de euros



▶ *Puerto exterior Punta Langosteira (A Coruña).*

para mejorar las conexiones a estas infraestructuras de titularidad estatal con actuaciones destinadas a favorecer la transferencia modal tierra adentro por carretera y ferrocarril.

Se supera así una limitación que se ha hecho patente a medida que los puertos han ganado capacidad hacia el mar, en un desarrollo que no siempre ha ido acompañado de la necesaria atención a las infraestructuras de conexión terrestre. Esto ha originado unos cuellos de botella en el tráfico marítimo que han generado pérdidas de competitividad, al margen de las implicaciones socioambientales.

El Plan de Accesibilidad Portuaria que Fomento ha comenzado desarrollar en un contexto netamente positi-



vo, tanto en volumen de viajeros y mercancías como de ingresos contempla un programa de inversiones con el objetivo de impulsar esa competitividad para nuestros puertos, que ocupan en conjunto el noveno puesto en el *ranking* mundial, subiendo hasta el cuarto puesto a nivel europeo, además de su sostenibilidad ambiental y económica.

Mejorar la interconectividad y la intermodalidad del sistema portuario es, por lo tanto, un paso para ello, teniendo en cuenta que se ha consolidado en los últimos años como un modo de transporte clave para el movimiento de mercancías tanto hacia el interior como al exterior: el 74 por ciento del total de las importaciones y exportaciones de nuestro país pasan a través de estas infraestructuras.

La inversión directa en los puertos a través de este Plan se realiza mediante el Fondo Financiero de Accesibilidad Terrestre Portuaria (FFATP), instrumento princi-

Un instrumento fundamental

El Fondo Financiero de Accesibilidad Terrestre Portuaria, un instrumento fundamental creado por la Ley 18/2014 para acelerar la construcción de accesos terrestres a los puertos, se nutre de aportaciones obligatorias y voluntarias del propio sistema portuario calculadas según sus beneficios, lo que permite a los puertos participar en la financiación de los proyectos de conexión viaria y ferroviaria fuera de su zona de servicio, potencia su competitividad, favorece el transporte intermodal de mercancías viario y ferroviario y su sostenibilidad.

De los 1.418 millones de euros que se invertirán a través del Plan de Accesibilidad, 514 millones se ejecutarán dentro de las actuales zonas de servicio de los puertos, y los 904 millones restantes fuera de las mismas, de tal forma que el Fondo Financiero de Accesibilidad Terrestre Portuaria aportará 552 millones de euros, cantidad a la que hay que sumar el complemento de ayudas europeas de los Fondos Feder y CEF, que ascienden a 45 millones, y las aportaciones de otras administraciones públicas, como Adif, con 308 millones de euros.

El Fondo Financiero de Accesibilidad Terrestre Portuaria tiene un papel fundamental en este Plan, ya que permite financiar dos tipos de proyectos: por un lado los de "última milla", a los que se dedicarán unos 30 millones, y por otro los asociados a la mejora de las redes generales de transporte de uso común, a los que se destinan 251 millones.



Puerto de Huelva

pal que articula su desarrollo. Se nutre de las aportaciones de Puertos del Estado y de las Autoridades Portuarias y su contribución asciende a 559,7 millones de euros. De esta forma, se complementa el esfuerzo inversor a cargo de otros centros y empresas del Grupo Fomento con competencias de inversión en las redes de infraestructuras de interés general a las que se conectan los puertos, así como las inversiones de mejora de las redes viarias y ferroviarias interiores de los puertos.

Accesos viarios

La novedad más inmediata que presenta el desarrollo de este Plan en el arranque de 2018 ha sido, en el caso de las carreteras, la aprobación del estudio informativo de la Prolongación del acceso al puerto exterior de A Coruña de Punta Langosteira hasta la tercera ronda AC-14. Con un presupuesto aproximado de 27 millones de euros y una longitud de 2,9 kilómetros, esta infraestructura canalizará el tráfico de los vehículos pesados desde el puerto hacia la A-6 a través de la AC-14, mejorando la movilidad y los tiempos de recorrido para los tráficos generados por el puerto exterior de A Coruña, aumentando así su competitividad e incrementando la seguridad vial.

La carretera, cuyo trazado se plantea con una sección transversal convencional con un carril por sentido, incorporando un carril adicional para vehículos lentos de más de 1,5 kilómetros de longitud, empezará en el nudo del valle de A Furoca, punto en el que se sitúa el actual enlace del acceso al puerto exterior AC-15 con la AG-55. Finalizará enlazando con la AC-14 en Pocomaco, disponiéndose los ramales necesarios que permitan interconectar el puerto exterior con la AC-14 y finalmente con la A-6.

A esta actuación se suma también, entre las novedades del Plan, el acceso sur al puerto de Castellón, del que se hará cargo la Dirección General de Carreteras, tal y como ha anunciado el ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, recientemente. Ya se ha licitado el contrato de servicios para la redacción del proyecto de trazado y de construcción, cuyo crecimiento en los últimos años se ha centrado en la ampliación de la dársena Sur. Para reforzar la accesibilidad al mismo se va a proyectar un nuevo acceso viario desde el enlace existente en el punto kilométrico 6,700 de la autovía CS-22.

La nueva conexión se va a ejecutar a través de una carretera convencional con velocidad de proyecto 80 km/h y longitud aproximada de 2,6 km. Consistirá en una calzada con dos carriles de 3,5 metros y arcenes de 2,5 metros, previendo una posible duplicación en el futuro si resultara necesario. También se remodelará el enlace situado en el p.k. 6,700 de la autovía CS-22 para adaptarlo al inicio del nuevo viario y se compatibilizará el cruce sobre la carretera N-225 con el futuro acondicionamiento de esta carretera.

También se contempla la conexión con el futuro Parc Castelló conforme a lo previsto en el planeamiento urbanístico, y se compatibilizará la actuación con el futuro acceso ferroviario de la dársena Sur del puerto de Castellón.

Accesos ferroviarios

Las actuaciones del Plan no solo contemplan mejorar las conexiones de los puertos y las infraestructuras portuarias por la red de carreteras, sino también por ferrocarril, modo que en su mayor parte se financia con recursos del Fondo (FFATP).

Entre ellas destacan los proyectos en ramales de acceso ferroviario, como el del puerto exterior de Ferrol, en ejecución, los nuevos accesos ferroviarios a los muelles de La Cabezuela, en Cádiz, al puerto de Sagunto y



▶ *Puerto de Pasajes (Guipúzcoa).*

Contexto positivo

En 2017 los puertos españoles han logrado de nuevo máximos históricos en sus movimientos, alcanzando las previsiones que realizó Puertos del Estado, cifradas en 500 millones de toneladas de mercancías y 33,5 millones de pasajeros. Son datos que revelan bien la importancia de la mejora en las conexiones terrestres, tanto por carretera como ferrocarril, para dar salida a estos tránsitos.

Los datos del pasado año confirman la evolución favorable de todas las tipologías de transporte de mercancías, con unas cifras que han alcanzado los 251 millones de toneladas para las mercancías generales, un 6,4 por ciento más que el año anterior. Los graneles líquidos llegaron a los 178,6 millones de toneladas, un 6,6 por ciento más, mientras que los graneles sólidos crecieron un 10 por ciento, situándose en los 101 millones de toneladas.

En cuanto a las mercancías en tránsito así como los contenedores en tránsito –los productos más susceptibles de ser enviados a puertos de otros países– mejoraron un 9,4 y un 5,3 por ciento, respectivamente, alcanzando los 134 millones de toneladas en el primer caso y los 8,3 millones de TEUs (capacidad de carga de un contenedor) en el segundo. Por lo que se refiere al embarque de vehículos industriales cargados de mercancías (tráfico ro-ro), creció un 6 por ciento, llegando a los 57 millones de toneladas.

También se produjo un incremento en el tráfico de pasajeros, tanto de líneas regulares (un 4,1 por ciento más que el año anterior), como de cruceros (un 4,4 por ciento más), sumando entre ambas modalidades cerca de 34 millones de viajeros durante los seis primeros meses del año 2017.

al puerto de Sevilla –en fases avanzadas de redacción del proyecto– y el del puerto de Barcelona.

También hay actuaciones de mejora de la red ferroviaria de interés general para el tráfico de mercancías portuario, como en las líneas Sagunto-Teruel-Zaragoza, Algeciras-Bobadilla y Huelva-Sevilla –en fase de redacción del proyecto–, que permitirán aumentar la longitud de tren y reducir costes de explotación para las empresas ferroviarias, así como la variante de Camarillas, en ejecución.

Otras actuaciones están destinadas a la adecuación de terminales, como en Muriedas, Santander, Lezo o Pasajes, que están en fases avanzadas de redacción de proyecto; y al desarrollo de nuevas plataformas logísticas, como Pancorbo y Arasur, vinculadas al puerto de Bilbao, que actualmente están en servicio y en fase de ejecución, respectivamente.

La actuación en el puerto de Ferrol es la de mayor envergadura que jamás ha llevado a cabo una Autoridad Portuaria, tanto desde el punto de vista de la inversión como por su complejidad técnica. Comenzó en septiembre de 2017 con la perforación del túnel de Brión. El proyecto, que está previsto ejecutarlo en 46 meses, contempla la construcción de un acceso de 6,4 kilómetros de longitud para conectar el puerto exterior con el puerto interior a través de la zona de Nuevo Muelle-Cerramiento Norte del Fernández Ladreda enlazando con la red ferroviaria de interés general. Será de vía única de ancho mixto (ibérico y métrico), discurriendo la mayor parte de su trazado en un túnel que atraviesa el macizo de Brión de 5,6 km y un viaducto que cruza la ensenada de A Malata de 0,6 km.

37 millones en 2018

El Comité para la Distribución del Fondo de Compensación Interportuario –instrumento de redistribución de los recursos del sistema portuario estatal– ha aprobado a propuesta de Puertos del Estado y por unanimidad de las 28 Autoridades Portuarias, la distribución de 37 millones de euros entre todas ellas durante este año, un 1,8 por ciento más que en 2017.

Un porcentaje importante de esta cantidad, el 42 por ciento, que corresponde a 15,6 millones de euros, se va a destinar a reparaciones periódicas o extraordinarias, situaciones sobrevenidas, inversiones no comerciales y planes de saneamiento. Otros 12,6 millones de euros –el 34 por ciento de las asignaciones– corresponden a insularidad, especial aislamiento y ultraperifericidad. A esto se añaden 7,3 millones de euros –el 20 por ciento–para el mantenimiento de las ayudas a la navegación, y los 1,5 millones de euros restantes –el 4 por ciento– para actuaciones en materia de seguridad, ordenación, coordinación y control del tráfico portuario.

Esta actuación supone un paso muy importante en la consecución de los objetivos estratégicos para el desarrollo del puerto de Ferrol, ya que la conexión ferroviaria que tendrá el puerto exterior le permitirá extender su zona de influencia. Así, se posicionará como un puerto natural de salida no solo de las mercancías del norte de Galicia, sino de todo el noroeste y centro peninsular, mejorando las posibilidades logísticas de las empresas de dichas zonas.

Otro proyecto de envergadura, que cabe destacar en este objetivo de consolidar el posicionamiento de los puertos españoles a nivel internacional, es el de Barcelona, donde se va a construir el nuevo acceso ferroviario sur. Recientemente el ministro ha anunciado una revisión del diseño inicial previsto, para garantizar que la nueva infraestructura disponga de las más altas prestaciones en materia de capacidad, seguridad e interoperabilidad.



Puerto de Algeciras (Cádiz).



Puerto de Bilbao (Vizcaya).

En cuanto a la conexión ferroviaria con el muelle de La Cabezuela, en Cádiz, se construirán 4.652 metros en vía única de ancho ibérico sin electrificar entre la estación Universidad y el límite de la zona de servicio del puerto, con tráficos previstos de más de 500.000 toneladas al año de productos agroalimentarios, principalmente a granel.

Con el Plan y la integración de los modos de transporte se consolidará el liderazgo mundial de los puertos españoles

Con todas estas actuaciones, a las que se suman otras de menor envergadura pero no menos importantes en la consecución de la transferencia modal desde los puertos al ferrocarril y la carretera, se mejorarán significativamente las prestaciones de las infraestructuras que dan soporte a los flujos marítimo-terrestres, favoreciendo los procesos de integración de los diferentes modos y operadores de transporte.

Fomento busca así no solo consolidar ese liderazgo que mantienen los puertos españoles tanto a nivel mundial como europeo, sino darles un gran impulso para escalar puestos en ese *ranking* en el que figuran en un lugar muy destacado, y afianzar el papel de España como plataforma logística de alcance internacional en beneficio de nuestro sector productivo y de consumo.

El sistema ICARO integra en una sola herramienta toda la información operacional de vuelo necesaria

Ícaro en el siglo XXI



AENA

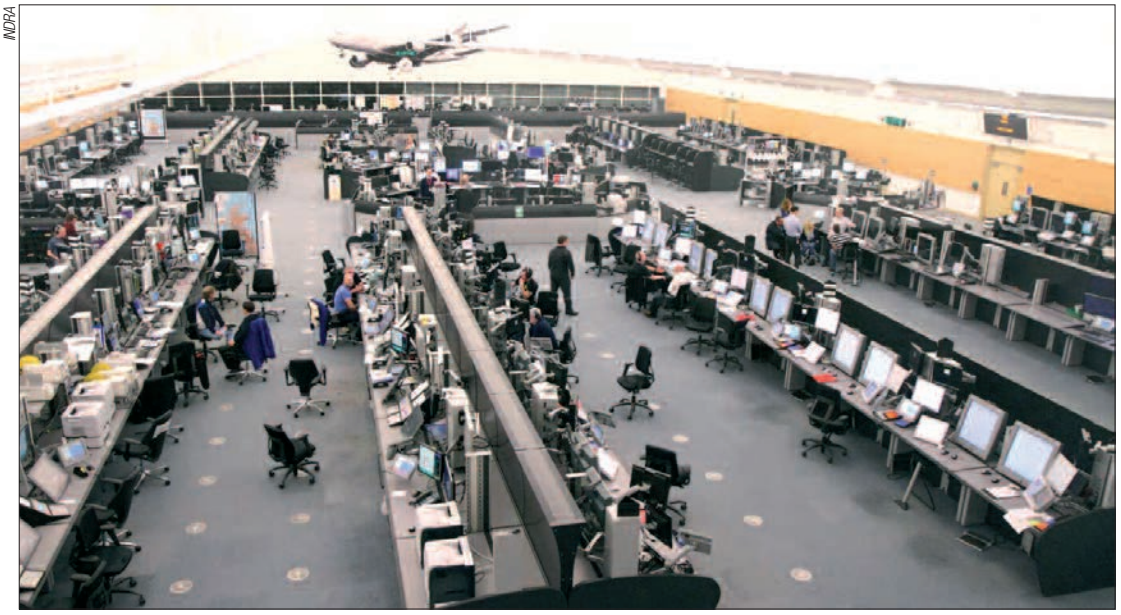
Jaime Arruz

Para que todo salga a la perfección, todos y cada uno de los vuelos que se llevan a cabo en el mundo cuentan con un plan de vuelo y son controlados por las diferentes organizaciones responsables del control del tráfico aéreo. España, por supuesto, no es una excepción. El sistema de AENA ha ido evolucionando paulatinamente hasta alcanzar el actual, el sistema ICARO XXI.



▶ *El sistema ICARO permite disponer de toda la información necesaria para realizar un vuelo.*

INDRA



▶ *Los controladores aéreos de ENAIRE, gestor de navegación aérea en España, se apoyan en el sistema ICARO para que se puedan operar más de dos millones de vuelos anuales.*

La automatización y el desarrollo tecnológico del sistema de navegación aérea ha permitido configurar distintos sistemas para el control del tráfico aéreo, siendo el sistema ICARO –Integrated COM/AIS/AIP & Reporting Office Automated System– uno de los más avanzados. Esta herramienta integra toda los parámetros que se precisa para realizar un vuelo, con toda la información para planificarlo y para efectuar los trámites de presentación del mismo, así como los datos aeronáuticos y meteorológicos mediante el suministro de Boletines de Información Previa al Vuelo (PIB).

El sistema ICARO automatiza las tareas y procedimientos referentes a la gestión de la información aeronáutica –Notice To Airmen (NOTAM)– que se llevan a cabo en la Oficina NOF (NOTAM Office) de España y los proyectos NOTAM de los aeropuertos españoles, junto con la de tramitación inicial del plan de vuelo y su seguimiento posterior en las oficinas ARO –Air traffic services reporting office– de los aeródromos del país.

Los usuarios del sistema ICARO, pilotos, centros de operaciones de líneas aéreas y otros operadores de aeronaves, además de personal de servicios de tráfico aéreo, pueden acceder a información aeronáutica NOTAM bajo el formato PIB –Pre-flight Information Bulletin–, tanto mediante equipos instalados en las dependencias de los aeropuertos como a través de la web pública de ENAIRE. El sistema ICARO es además el encargado de suministrar datos completos aeronáuticos y meteorológicos al Sistema Automatizado de Control de Tráfico Aéreo (SACTA).

Desde su creación a principios de los años 90, Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA) ha mantenido el sistema ICARO en continua evolución. Su puesta en servicio, en 1994, se llevó a cabo en forma de sistema distribuido bajo la denominación ICARO 2000. Se desplegó en toda la red de ENAIRE, el gestor de navegación aérea en España, que mediante cinco centros y 22 torres de control controla anualmente más de dos millones de vuelos que transportan a más de 250 millones de personas cada año.

El desarrollo de las nuevas tecnologías, el adelanto de las comunicaciones y las herramientas web han permitido la evolución a un sistema integral, que bajo la denominación ICARO XXI responde a la perfección a la demanda de los usuarios del espacio aéreo español.

.\ Servicios ICARO XXI

A través del sistema ICARO XXI, ENAIRE ofrece información aeronáutica, boletines con indicaciones previas al vuelo, avisos meteorológicos y planes de vuelo. La finalidad de toda la información accesible a través del sistema es asegurar la distribución de cualquier comunicación, dato o incidencia relevante para el vuelo, así como para la seguridad, regularidad y eficiencia de la navegación aérea internacional.

De esta forma, el sistema ICARO se convierte en una sencilla pero fundamental a la vez que práctica herramienta que proporciona, a través de boletines previos al vuelo, no solo datos estrictamente aeronáuticos, sino también meteorológicos elaborados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) e incorporados al sistema de manera que sean plenamente accesibles al usuario, tanto desde terminales instalados en los aeropuertos como a través de la web de ENAIRE. Así, el gestor de la navegación aérea española puede proporcionar a través de este sistema todos los detalles de los planes de vuelo, facilitando la presentación y el posterior seguimiento del estado de este.

ENAIRE ofrece, a través del sistema ICARO, información aeronáutica y meteorológica, planes de vuelo y datos previos al vuelo para que los aeropuertos españoles puedan operar.



INDRA

El sistema ICARO también suministra toda esta información del espacio aéreo español al sistema SACTA, utilizado por los controladores de todas las torres y centros de control de España, así como información del plan de vuelo a las torres de control con certificado "torre avanzada" de EUROCONTROL, tales como las de los aeropuertos de Málaga-Costa del Sol y Gran Canaria, y a los aeropuertos del programa ACDM –Airport Collaborative Decision Making–, que, gracias a ICARO, comparten su información con ENAIRE y EUROCONTROL, logrando así una mejor gestión de los vuelos.

Nuevas mejoras

Para continuar con el desarrollo del sistema ICARO, ENAIRE ha aprobado recientemente una inversión de tres millones de euros que permitirá desarrollar y hacer evolucionar la herramienta, en línea con su objetivo de aumentar la capacidad y mejorar la calidad de los servicios para satisfacer la demanda de vuelos y las necesidades de los clientes.

Esta actuación forma parte del Plan de Modernización Tecnológica, incluido en el Plan Estratégico de ENAIRE, denominado "Plan de Vuelo 2020". Prevé una inversión de aproximadamente 300 millones de euros en el período 2017-2020 y permitirá al gestor del tráfico aéreo afrontar con las máximas garantías los retos del futuro. ENAIRE modernizará el sistema de navegación aérea en España incorporando nuevas tecnologías en línea con los requerimientos del Cielo Único Europeo –Single European Sky ATM Research (SESAR) 2020–, iniciativa de la Unión Europea para unificar el sistema de gestión del tráfico aéreo europeo para satisfacer las necesidades futuras en materia de seguridad, capacidad, eficiencia e impacto medioambiental. ▮



ENAIRE

La salvamar Fomalhaut se une a la flota renovada de Sasemar

Salvamento de nueva generación



Begoña Olabarrieta. Fotos: Salvamento Marítimo

Recibe el nombre de una de las estrellas más luminosas del firmamento, Fomalhaut, y es la última en incorporarse a la flota de salvamares renovadas de Salvamento Marítimo. Con ella ya son cuatro las nuevas embarcaciones rápidas de asistencia en emergencias y rescate en el mar que se han incorporado en los últimos años para sustituir a las que ya habían cumplido su vida útil. Mejoradas en capacidad y equipamiento, son la nueva generación de Salvamento.



La última Salvamar Fomalhaut incorporada a la flota de Salvamento Marítimo.

El pasado mes de octubre, el ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, asistía a las pruebas de funcionamiento de la nueva Salvamar Fomalhaut, de Salvamento Marítimo en Navia (Asturias), la última de las cuatro embarcaciones de intervención rápida que se han renovado siguiendo los objetivos marcados en el Plan Nacional de Salvamento Marítimo 2010-2018.

Unas pruebas que han dado el visto bueno a la operatividad de la embarcación, que desde mucho antes, se sometió –como todas las naves de Salvamento Marítimo– a rigurosas revisiones, desde los realizados por el astillero y el servicio técnico de la propia Sasemar, hasta los definitivos realizados por parte de la Capitanía Marítima.

Tras sus compañeras –también con nombre de estrellas: Betelgeuse, Spica y Arcturus–, Fomalhaut es la última de las cuatro nuevas salvamares incorporadas a la flota de Salvamento Marítimo en virtud del proceso de renovación de unidades previsto en el mencionado Plan Nacional 2010-2018 con el fin de mejorar las dotaciones existentes y sustituir a las que ya han agotado sus años de servicio.

Construidas en el astillero Aux-Naval, S.A., perteneciente al Grupo ARMON, con sede en Navia (Asturias), con una inversión de ocho millones de euros, dos por unidad, representan la nueva generación de la clase Salvamar, las embarcaciones más emblemáticas de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima, entidad dependiente del Ministerio de Fomento, con la que se mejora la capacidad operativa de asistencia en emergencias. Las cuatro nue-



Asistencia del ministro de Fomento a la prueba de funcionamiento de la nueva Salvamar Fomalhaut en Navia (Asturias).

Una flota polivalente

Las cuatro nuevas salvamares son parte del total de 55 embarcaciones de intervención rápida con las que cuenta Salvamento Marítimo, dentro de una flota que se compone además de 4 buques polivalentes de salvamento y de lucha contra la contaminación, 10 remolcadores de salvamento y 4 embarcaciones de tipo guardamar.

Junto a los medios náuticos, dispone también de 11 helicópteros, 3 aviones, 20 centros de coordinación y salvamento y 6 bases estratégicas de salvamento y lucha contra la contaminación marina.



Actuación de un buque de la flota de Salvamento Marítimo.

vas embarcaciones ya están plenamente operativas en sus bases de A Coruña, Almería, Tarifa y Tarragona.

Para su diseño, construcción y posterior puesta en funcionamiento, se han tenido en cuenta las características específicas de su misión de asistencia y rescate: intervención rápida y alta velocidad, gran maniobrabilidad y poco calado para poder trabajar cerca de la costa o en rías. El resultado son unas nuevas unidades construidas con un casco de aluminio, que aporta rigidez y ligereza, y una capacidad de propulsión que alcanza velocidades superiores a los 30 nudos.

Se ha mejorado también la capacidad de recogida de náufragos, ya que disponen de una borda más baja, en comparación con otras unidades de Salvamento Marítimo, como los remolcadores. Con una eslora de 21,50 metros, este nuevo modelo de Salvamar está pensado igualmente para dar remolques y prestar otros servicios, como los relativos a la lucha contra la contaminación marina.

Nuevas embarcaciones también para Cruz Roja

Las embarcaciones de Cruz Roja también han iniciado su puesta al día para mejorar sus capacidades en maniobras de búsqueda, aproximación y salvamento de náufragos, así como en las tareas de apoyo en operaciones de lucha contra la contaminación marina.

Siguiendo lo previsto en el Convenio Marco de Cooperación de ambas entidades y en el Plan Anual de Acción, se han incorporado tres nuevas embarcaciones de intervención rápida que pasan a formar parte de la flota propiedad de Sasemar pero gestionadas por Cruz Roja.

Diseñadas y fabricadas por la UTE Zyon Elimat, con sede en Pazos de Borben (Vigo) y con una inversión de 355.000 euros, estas embarcaciones ligeras de rescate, con casco de aluminio configurado con quilla en V profunda, están pensadas para optimizar las condiciones de navegación, segura y fiable, además de una excelente rapidez en la respuesta de gobierno.

Entre sus mejoras está la cubierta dinámica, que hace posible la instalación alternativa de dos asientos para la tripulación, detrás o delante de la patronera según las necesidades. En



su aleta de estribor dispone de una zona de rescate abatible para posibilitar el embarque y aseguramiento de una persona sobre una camilla o tablero espinal. Todo ello diseñado con el objetivo de que el náufrago rescatado pueda ser embarcado de forma segura y transportado en la zona más estable de la embarcación.

Con una propulsión de dos motores fuera borda de 150 CV cada uno y dotadas con una potente electrónica como apoyo a la navegación y a su seguridad –GPS, AIS, VHF, Plotter, Radar, Sonda, Radiobaliza–, las nuevas embarcaciones de Salvamento Marítimo y Cruz Roja serán aún más eficaces.

Están configuradas para ser operadas por la tripulación que normalmente integra el salvamento de Cruz Roja: patrón, sotopatrón, marinero rescatador o socorrista y un marinero tripulante, compartiendo el esfuerzo y el compromiso en la salvaguarda de la vida humana en la mar y en la lucha contra la contaminación marina, que ambas entidades llevan haciendo en estrecha relación desde 1995, cuando se firmó el Convenio Marco de Cooperación.



Maniobra de rescate de Salvamento Marítimo.

2017: más de 36.000 personas auxiliadas por Salvamento Marítimo

Durante 2017, Salvamento Marítimo ha intervenido en el rescate, la asistencia o búsqueda de 36.079 personas en aguas españolas, duplicando el número del año anterior, debido fundamentalmente al aumento de la inmigración irregular. Así, Sasemar coordinó la búsqueda de 1.211 pateras y ha rescatado a cerca de 19.000 inmigrantes.



En cuanto a otras intervenciones distintas de la inmigración irregular, se produjeron algo más de 3.000 incidentes, en los que se vieron implicados 2.470 embarcaciones de recreo, 490 pesqueros y 381 buques mercantes.

El número total de buques controlados por Salvamento Marítimo en los Dispositivos de Separación de Tráfico de Finisterre, Tarifa, Cabo de Gata, Canarias Oriental y Occidental ascendió a 145.189, al tiempo que sus medios aéreos y satélites vigilaron una superficie marina de más de 127 millones de km² con el fin de detectar los casos de contaminación.

Tecnología mejorada

No solo se han mejorado el diseño y la estructura de las embarcaciones, sino que también se ha modernizado y puesto al día el equipamiento tecnológico del que están dotadas. Así, entre otras mejoras y novedades, se ha implementado un sistema de infrarrojos térmico para hacer más efectiva la búsqueda de personas en el mar en condiciones de mala visibilidad o durante la noche, e incorporan un sistema satelitario de comunicación y transmisión de datos en tiempo real. Asimismo, las nuevas embarcaciones disponen de un grupo auxiliar con una tensión de 400V a 50 Hz que aumenta sus prestaciones y les da una mayor autonomía.

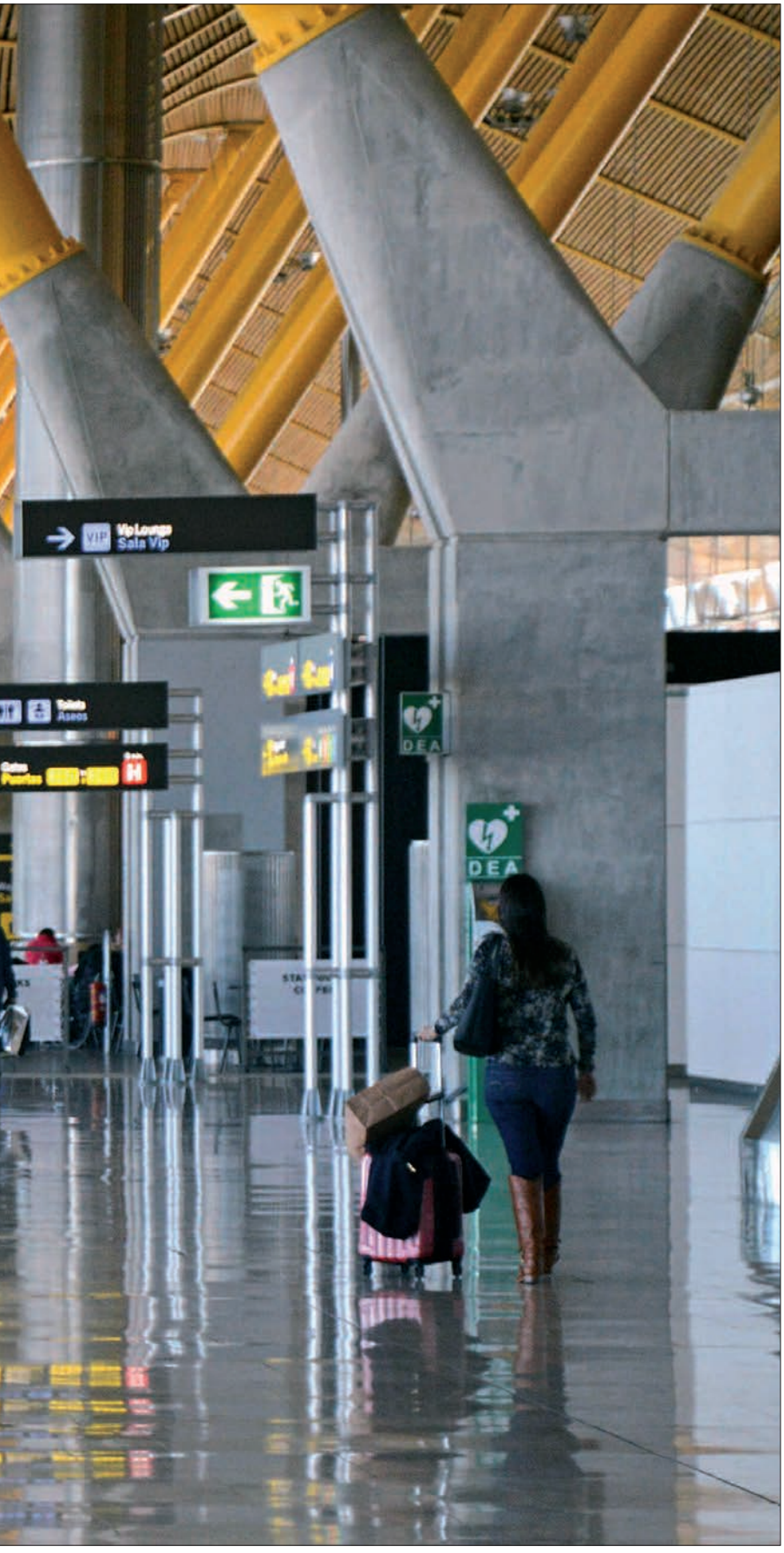
Por otro lado, dada su principal finalidad de rescatar personas en el mar en situaciones de emergencia, en el interior de las nuevas embarcaciones de la clase Salvamar se ha prestado una especial atención a la enfermería, dotada con todo tipo de material de primeros auxilios, incluyendo un desfibrilador para la atención más inmediata en caso de ser necesario.

En definitiva, unas nuevas salvamares de alta velocidad, gran maniobrabilidad y poco calado, diseñadas para actuar en situaciones en que la rapidez de intervención y la versatilidad de los medios empleados son esenciales. Con su entrada en funcionamiento se ve reforzada la capacidad de toda la flota de buques, helicópteros y aviones de Salvamento Marítimo.

España cerró 2017 con récord de turistas y cifras históricas de pasajeros y cargas en sus aeropuertos

Año de récords





Jaime Arruz

Más de 82 millones de turistas internacionales visitaron España el pasado año 2017, una cifra récord que contribuyó de forma notable a que los aeropuertos españoles también batieran su máximo histórico al alcanzar los 250 millones de pasajeros. Igualmente, la actividad de cargas en la red gestionada por Aena logró un nuevo récord al crecer las operaciones un 15%.

Un año de récords. 2017 cerró con las mejores cifras históricas en los aeropuertos españoles tanto en pasajeros como en cargas. La recuperación económica es uno de los factores clave para ello, al igual que los 82 millones de turistas internacionales que visitaron España el pasado año. Esta cifra ha permitido a España superar a Estados Unidos como segundo destino mundial de visitantes extranjeros, situándose únicamente por detrás de Francia.

El récord histórico de turistas extranjeros impulsó el tráfico de pasajeros en la red de aeropuertos gestionados por Aena, hoy día primer operador aeroportuario del mundo por volumen de pasajeros. Casi 250 millones de viajeros transitaron en 2017 por las terminales aéreas de la red de Aena. En concreto, los 249,2 millones de viajeros han permitido establecer un nuevo récord, gracias a un crecimiento del 8,2% frente a 2016, con un total de 19 millones más de usuarios.

Esta línea positiva en 2017 se ha mantenido con el cambio de año ya que, durante el pasado mes de enero, cerca de 15,5 millones de pasajeros volaron desde los aeropuertos de la red de Aena, un 8,7% más que en enero del año anterior. En enero de 2018 el movimiento de aeronaves también creció notablemente, un 6,9%, con más de 147.600 operaciones de aterrizaje y despegue, igual que el tráfico de mercancías, que aumentó un 19%, moviéndose en los aeropuertos españoles más de 74.400 toneladas.

El Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas acogió el mayor número de viajeros el pasado año 2017, con 53,4 millones de pasajeros y un incremento del 5,9% con respecto a 2016. Tras él se situó Barcelona-El Prat, que aunque no llegó a la cifra de Madrid-Barajas, ya que recibió 47,2 millones de pasajeros, sí superó al aeropuerto de la capital en la tasa de crecimiento al aumentar su cifra de viajeros en un 7,1%.

Tras los dos aeropuertos más importantes de España, el tercero por volumen de viajeros en 2017 fue el de Palma de Mallorca, con más de 27,9 millones de pasajeros y un aumento de sus cifras del 6,5%. Málaga-Cos-

ta del Sol, Alicante-Elche, Gran Canaria y Tenerife Sur superaron también los 10 millones de pasajeros cada uno de ellos.

De los diez aeropuertos con mayor tránsito de viajeros en 2017, únicamente Madrid-Barajas, que encabeza la clasificación, no es destino de sol y playa, una de las grandes fortalezas del turismo español. La capital es uno de los principales destinos de negocios en España y su aeropuerto es un centro de conexión de vuelos, principalmente con Sudamérica, mientras que los otros nueve aeropuertos más transitados –Barcelona-El Prat, Palma de Mallorca, Málaga-Costa del Sol, Alicante-Elche, Gran Canaria, Tenerife Sur, Ibiza, Lanzarote y Valencia– se encuentran en zonas costeras o islas y tienen gran importancia en esos destinos como fuente de llegada de turistas.

La importancia de los aeropuertos en el sector turístico es un hecho irrefutable que volvió a ponerse de manifiesto el pasado año, ya que el récord de turistas internacionales, los 82 millones de visitantes que recibió España, estuvo ligado al incremento de viajeros en prácticamente todos los aeropuertos españoles. Así, solo cuatro de los casi 50 aeropuertos gestionados por Aena han visto reducido el tránsito de viajeros en 2017 y entre los 30 más importantes, con más de 200.000 pasajeros al año, solo dos no vieron incrementada su actividad.

Reino Unido fue el país del que más turistas llegaron a España en 2017, por delante de Alemania y Francia.

Operaciones al alza

El crecimiento en el número de pasajeros en los aeropuertos españoles el pasado año estuvo ligado, lógicamente, a un aumento en el número de operaciones, ya que los 2,17 millones de vuelos operados en la red de Aena supusieron un 6,3% más que en 2016.

PASAJEROS

Aeropuertos	Total	Incremento porcentual 2017/2016
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	53.402.506	5,9%
BARCELONA-EL PRAT	47.284.500	7,1%
PALMA DE MALLORCA	27.970.655	6,5%
MÁLAGA-COSTA DEL SOL	18.628.876	11,7%
ALICANTE-ELCHE	13.713.061	11,1%
GRAN CANARIA	13.092.117	8,3%
TENERIFE SUR	11.249.327	7,4%
IBIZA	7.903.892	6,6%
LANZAROTE	7.389.025	10,5%
VALENCIA	6.745.394	16,3%

El aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas lideró también el *ranking* por número de operaciones, con 387.566, un 2,5% más que en 2016, situándose por delante de los aeropuertos de Barcelona-El Prat y de Palma de Mallorca, donde se llevaron a cabo 323.539 operaciones y 208.787, respectivamente; con unos crecimientos de 5,1% y 5, 6%.

En el cuarto puesto en cuanto a número de operaciones se situó el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol, con 137.092, seguido de los aeropuertos de Gran Canaria, con 118.554 operaciones, y el de Alicante-Elche, con 95.322, que, sin embargo, superó a los aeropuertos insulares en número de pasajeros, con 13,7 millones frente a poco más de 13.

La gran mayoría de los viajeros que transitaron por alguno de los aeropuertos que gestiona Aena en España lo hicieron en vuelos internacionales. Así, estos crecieron un 8,4% frente a 2016, alcanzando un total de 175,3





millones de vuelos. Los vuelos nacionales también se vieron incrementados, un 8,1%, hasta llegar a 73,1 millones de operaciones.

Incremento de mercancías

El pasado 2017 también fue año récord en lo que a mercancías transportadas en los aeropuertos españoles se refieren. La red de Aena gestionó el traslado de 918.305 toneladas de carga, lo que supuso un crecimiento del 15% con respecto a 2016.

De nuevo el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas lideró el *ranking*, con más de la mitad de toda la mercancía transportada por aire en España el pasado año: 470.796 toneladas. Supuso un incremento del 13,1%. A continuación se situaron el aeropuerto de Barcelona-El Prat, con 156.105 toneladas y un aumento del 14,9%, y Zaragoza, que con un incremento notable, del 29,1%, llegó a las 142.185 toneladas transportadas.

MERCANCÍAS

Aeropuertos	Total	Incremento porcentual 2017/2016
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	470.795.622	13,1%
BARCELONA-EL PRAT	156.105.304	14,9%
ZARAGOZA	142.185.207	29,1%
VITORIA	60.484.212	16,0%
GRAN CANARIA	18.045.279	-3,1%
VALENCIA	13.125.744	4,3%
TENERIFE NORTE	13.044.169	5,0%
SEVILLA	10.709.220	61,6%
PALMA DE MALLORCA	10.191.236	-2,5%
ALICANTE-ELCHE	5.365.947	-1,7%

Madrid, Barcelona y Zaragoza constituyen, junto a Vitoria, el polo del transporte aéreo español ya que entre los cuatro aglutinan el 87% de la actividad total de la red de Aena. Con casi 800.000 toneladas entre las cuatro instalaciones aeroportuarias de carga, vieron incrementarse la actividad el año pasado un 12% en comparación con las cifras de 2016.

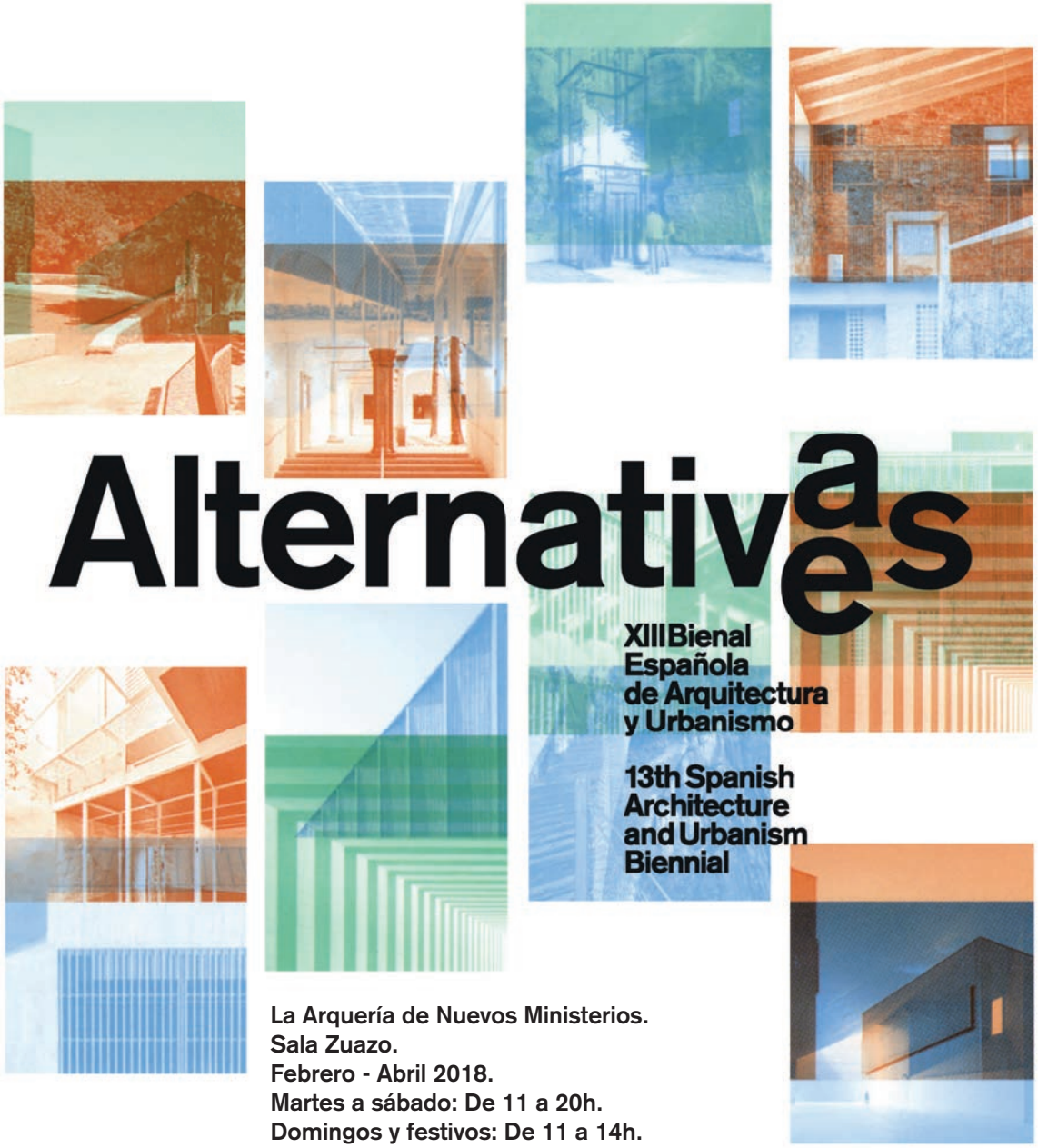
El mayor incremento porcentual en la gestión de carga correspondió al aeropuerto de Murcia-San Javier, que vio cómo las toneladas transportadas aumentaban un 325% respecto del año anterior. Crecieron también de forma muy relevante los de Pamplona (263%) y Girona (144%).

Iberia, de nuevo, la aerolínea más puntual del mundo

También ha sido un año de récord en un aspecto tan importante como el de la puntualidad, pues, según se desprende del informe anual publicado por la consultora internacional Flightglobal, especializada en viajes y aviación, Iberia ha sido la línea más puntual a nivel mundial, con el 88,97% de sus aterrizajes a la hora prevista, por delante de las japonesas JAL y ANA (86 y 84,5%), que fueron segunda y tercera. Delta, Qatar Airways, Qantas, SAS, United Airlines y TAM completarían el *ranking*.

También en los vuelos continentales europeos, Iberia se ha hecho con el primer puesto en puntualidad, con el 89,54% de sus aterrizajes en hora, por delante de Aegean (83,79%) y Austrian (83,27%), segunda y tercera compañías europeas más puntuales, a las que seguirían SAS, Germanwings, Alitalia, KLM, Vueling, Ryanair y British Airways.

Por último, en lo que se refiere a las compañías de bajo coste, también Iberia Express ha sido la más puntual del mundo, con el 91,77% de sus vuelos en hora. Esta filial de Iberia repite así por cuarto año consecutivo como líder mundial en puntualidad en este sector.



Alternativas

XIII Bienal Española de Arquitectura y Urbanismo

13th Spanish Architecture and Urbanism Biennial

La Arquería de Nuevos Ministerios.
Sala Zuazo.
Febrero - Abril 2018.
Martes a sábado: De 11 a 20h.
Domingos y festivos: De 11 a 14h.
Lunes cerrado.

Organiza:

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

CSCAE

fundación arquia

Eva, nuevo servicio de alta velocidad inteligente

El ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, presentó a principios de febrero el nuevo concepto de Smart Train de Renfe, que aunará la alta velocidad con la digitalización de todos los procesos, un innovador sistema de precios, interconexión con otros medios de transporte e integración con otros productos turísticos, una mayor versatilidad y una apuesta por la sostenibilidad. Bajo la denominación 'Eva', Renfe ofrecerá, desde 2019, nuevas conexiones AVE entre Madrid y Barcelona, con precios entre un 20 y un 25% inferiores, nuevos servicios y la apuesta por las nuevas tecnologías como hilo conductor de todo el proyecto. Destinado principalmente al grupo de población que hoy día apuesta por viajar en automóvil, grupos pequeños, jóvenes y familias, Eva ofrecerá un viaje 100% conectado, con wifi y comunicación online, incluso entre los propios viajeros, que podrán comunicarse mediante aplicaciones móviles específicas.



Plan Director de Barcelona-El Prat



El ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, presentó el pasado 12 de febrero el Plan Director del aeropuerto de Barcelona-El Prat Fase 2017-2026, instrumento de planificación que define las actuaciones necesarias para dar una respuesta eficaz a la creciente demanda de esta infraestructura, que en 2017 se situó como el séptimo aeropuerto de Europa tras batir su récord histórico con más de 47 millones de pasajeros. El objetivo es garantizar el crecimiento futuro del aeropuerto, ampliando su actual capacidad para atender a 55 millones de pasajeros hasta los 70 millones. Para ello el Plan contempla inversiones en los próximos diez años por valor de 1.929 M€, destinadas a desarrollar los cuatro ejes en los que se estructura: adaptar las infraestructuras a la demanda de tráfico esperado, mejorar la conectividad, fomentar la intermodalidad y, como novedad, consolidar en un único sistema aeroportuario los aeropuertos de Barcelona-El Prat y Girona-Costa Brava, convirtiendo a este último en "la cuarta pista" de El Prat con el apoyo de una conexión directa de alta velocidad entre los dos. Próximamente se aprobará también el Plan Director del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

Nuevo corredor incluido en el PIC

El Eje Este-Oeste de la autovía A-7 de Alicante y Murcia, entre Crevillente y Alhama de Murcia, es el tercer corredor conocido que el Ministerio de Fomento ha incluido en el Plan Extraordinario de Inversión de Carreteras (PIC), tras el Arco Noroeste de Murcia (32,8 km con una inversión de 279 M€) y los tres tramos que cerrarán la A-7 en Castellón (48 km, 434 M€), anunciados previamente. Este Plan, basado en la colaboración con el sector privado, prevé una inversión superior a 5.000 M€ en unos 2.000 kilómetros de una veintena de corredores españoles con el fin de completar los tramos de la Red Transeuropea de Transporte pendientes, resolver los cuellos de botella de la red actual y adaptar las autovías existentes a la nueva normativa medioambiental.



La concesión del Eje Este-Oeste contempla una inversión superior a 580 M€ para la ejecución, mantenimiento y explotación de un corredor de 72 kilómetros en el que habrá dos tipos de actuaciones: la construcción de un tercer carril en tres tramos de la A-7 (Crevillente-Orihuela, Orihuela-Fortuna y Alcantarilla-Alhama), a lo largo de 55 kilómetros, y el Arco Norte de Murcia, tramo de nueva construcción de 17,8 kilómetros. El Ministerio de Fomento ha sometido a información pública el estudio de viabilidad de esta concesión de obra pública.

Alternativas, los proyectos de la XIII Bienal Española de Arquitectura y Urbanismo en la Arquería

El pasado 8 de febrero, el ministro de Fomento, Íñigo de la Serna Hernáiz, inauguró en la sala de la Arquería del Ministerio la exposición "Alternativas", en la que se muestra una selección de los trabajos escogidos por la XIII Bienal Española de Arquitectura y Urbanismo (BEAU).



En la exposición pueden verse no solo los 22 proyectos premiados y los 20 finalistas en la sección de obras y actuaciones en Patrimonio, Urbanismo e Innovación, sino también una selección de más de medio centenar de otros trabajos que, a juicio del jurado de la Bienal, aportan soluciones urbanísticas y arquitectónicas innovadoras que responden a las necesidades y requerimientos sociales de nuestro tiempo. Son proyectos que utilizan recursos limitados y en los que, según el jurado, priman las intervenciones domésticas y de pequeña escala frente a las grandes inversiones y planeamientos urbanísticos.

Todos los trabajos son un exponente de los motivos por los que la arquitectura española actual se ha convertido en un referente a nivel internacional.

La exposición, que fue inaugurada inicialmente en Granada en julio de 2016, llega a nuestra Arquería tras un periplo de más de un año por varias ciudades españolas y del extranjero, como Nueva York.

Paco de Lucía: la nueva estación de Cercanías en el barrio de Mirasierra de Madrid

El ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, junto con la presidenta de la Comunidad de Madrid, Cristina Cifuentes, y la delegada de Movilidad del Ayuntamiento de Madrid, Inés Sabanés, inauguraron el pasado 5 de febrero la nueva estación de Cercanías Paco de Lucía, en el barrio madrileño de Mirasierra, al norte de la capital.



La nueva estación, que ha supuesto una inversión de 6.186.000 euros, dará servicio anualmente a medio millón de viajeros de la líneas de Cercanías C-3, C-7 y C-8. Se encuentra ubicada entre las estaciones de Pitis y Ramón y Cajal, entre los puntos kilométricos 4,600 y 4,900 de las citadas líneas, y servirá de conexión entre los barrios de Mirasierra y Montecarmelo, ambos pertenecientes al distrito de Fuencarral-El Pardo.

La estación Paco de Lucía dispone de dos andenes de 5 metros de anchura y 210 metros de longitud para cada sentido de la circulación, protegidos por una marquesina de 84 metros de largo. El edificio de viajeros, de dos alturas, cuenta con dos accesos, uno a cada lado de los barrios mencionados, y cumple con toda la normativa relacionada con la accesibilidad y adaptación a las personas con movilidad reducida.

Con esta nueva estación de Cercanías se eleva ya a 93 el número de las existentes, lo que pone de manifiesto el compromiso del Ministerio de Fomento con el favorecimiento de las comunicaciones entre el centro de la ciudad y todos los nuevos desarrollos urbanísticos. Un compromiso que se enmarca en la elaboración del nuevo Plan de Cercanías para Madrid, en el que este Ministerio, junto a Adif y Renfe operadora, está trabajando en la actualidad.

Alicante-Elche y Almería: medio siglo de vida

Dos de los aeropuertos españoles más relevantes desde el punto de vista turístico y con un mayor crecimiento, el de Alicante-Elche y el de Almería, han cumplido, con pocos meses de diferencia, los cincuenta años.

En 2017 estuvo de celebración el primero de ellos, el de Alicante-Elche, que se abrió al tráfico nacional e internacional de pasajeros y mercancías el 4 de mayo de 1967, sustituyendo así al viejo aeródromo de La Rabassa. El crecimiento del tráfico fue inmediato y espectacular, paralelo al boom turístico de aquellos años que hacía de la costa alicantina el principal destino de sol y playa. Así, en 1970 recibe a un millón de viajeros, cifra que se duplica en 1978. Durante esa década se construiría una nueva terminal de pasajeros y una nueva plataforma de aviones, prolongándose asimismo la longitud de las pistas.



En los años 90, ya con 9 millones de pasajeros, se amplían y reforman todas las instalaciones, y en 2011 se crean otras nuevas, incluida una nueva terminal capaz de dar cabida al intenso tráfico actual, que se sitúa ya en los 14 millones de usuarios.

Unos meses después que el de Alicante, el 6 de febrero de 1968, se inauguró el aeropuerto de Almería. En estos cincuenta años de vida han pasado por sus instalaciones más de 27 millones de personas y más de medio millón de aviones. El crecimiento del aeropuerto almeriense ha sido también espectacular, ya que desde que fue inaugurado se ha multiplicado por 9 el número de vuelos y por más de 50 el de pasajeros.

Al igual que el de Alicante, durante este medio siglo el aeropuerto de Almería ha estado en constante desarrollo, pudiendo destacar las importantes ampliaciones de mediados de los años noventa y, más recientemente, la realizada entre 2007 y 2010. El pasado año 2017, pasaron por el aeropuerto almeriense algo más de un millón de viajeros, su mejor registro en la última década.

Wifi gratis, de alta velocidad y sin publicidad en los aeropuertos

Aena ha estrenado un nuevo servicio de conexión inalámbrica wifi *en la red de aeropuertos que gestiona. Denominado Airport Free Wifi Aena, es totalmente gratuito, no incluye publicidad a cambio de poder navegar y la conexión es de alta velocidad. Así, se garantiza que los usuarios puedan consumir contenidos multimedia en alta definición y descargar vídeos o música a gran velocidad. La nueva conexión wifi supone la supresión de la opción de pago y la publicidad como opción obligatoria para disponer de wifi gratuito como sucedía hasta ahora. Además, se ha simplificado el proceso para acceder y el registro automático, y tras la primera conexión será válido para todos los aeropuertos. El acceso a la nueva red wifi se puede realizar mediante las redes sociales LinkedIn y Facebook o a través del Aena Club Cliente.*



Centro de publicaciones

Librería de publicaciones oficiales



www.fomento.gob.es



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

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



PVP: 10 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

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



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

También en el DVD:

1116 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
117 Vías Verdes

Edición 53
P.V.P.: 22€

Centro virtual de publicaciones

Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

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

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento nº 680, febrero 2018**

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

Año de edición: 2018

Características Edición:
1ª edición electrónica: marzo 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 €

Los derechos de distribución de esta publicación pertenecen al Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento. La difusión puede realizarse colocando un link que direccione a la página de la publicación en la web del Centro Virtual de Publicaciones/Ministerio de Fomento

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 especificamente permitidos por la Ley.



Revista del Ministerio de

Fomento

Marzo 2018 Nº 681 3€

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO



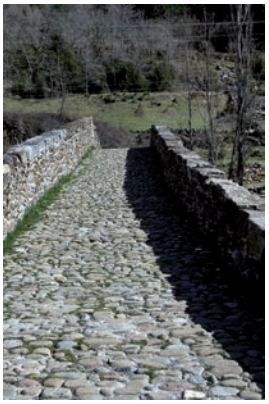
Entra en servicio el tramo Doriga-Cornellana de la A-63

Mayor capacidad para el aeropuerto de Barcelona-El Prat

Primer tren del mundo de pasajeros con gas natural licuado

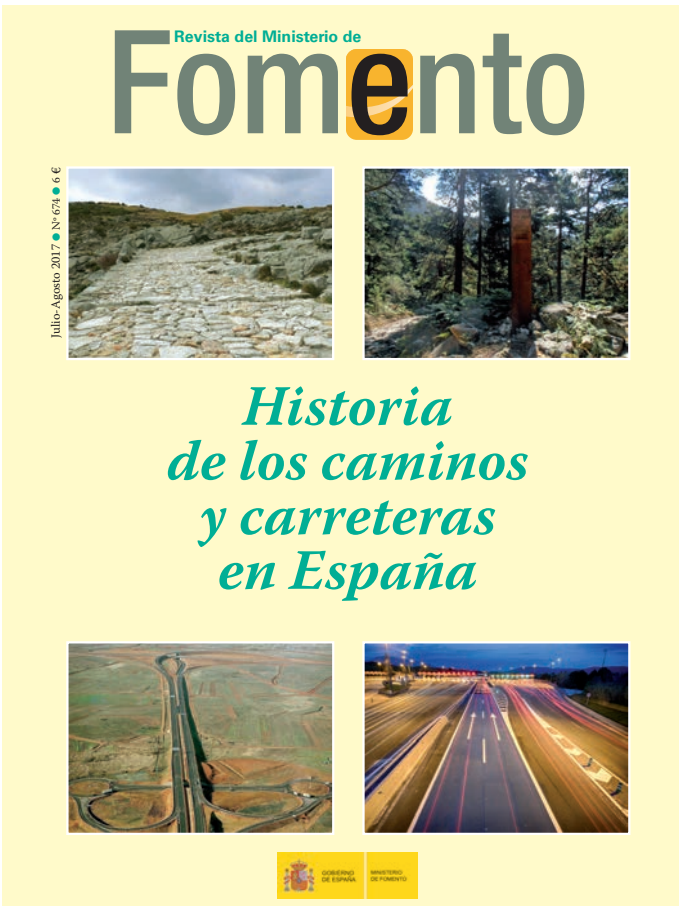
Impulso al turismo con los acuerdos entre ayuntamientos y Renfe











MONOGRÁFICO

Julio-Agosto 2017

PVP: 6 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

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

Contenido

Directora de la Revista: Herminia Cano.
Jefa de redacción: Carmen Fontán.
Redacción: Mariano Serrano Pascual.
Maquetación: Aurelio García.
Archivo fotográfico: Vera Nosti.
Secretaria de redacción: Lola Gutiérrez.
Portada: Salvamento Marítimo
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, Begoña Olabarrieta, Javier R. Ventosa y Luis Solera Selva.
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),* Mª 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 Linares *(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.

CARRETERAS

En el interior de Asturias

En servicio el tramo Doriga-Cornellana de la autovía Oviedo-La Espina (A-63)





AEROPUERTOS

Un plan para crecer

El aeropuerto de Barcelona-El Prat ampliará su capacidad a 70 millones de pasajeros/año y actuará integrado con el de Girona

I+D+i

Energía eficiente

Renfe desarrolla el primer tren de pasajeros del mundo propulsado por gas natural licuado (GNL)





MARINA MERCANTE

Vigilando la mar

Durante 2017 Salvamento Marítimo coordinó el rescate, asistencia o búsqueda de 36.079 personas que se encontraron en situación de peligro en el mar

28 A ojo de halcón
Cetreros y rapaces al servicio de la seguridad de los aeropuertos

32 Turismo a todo tren
Firma en FITUR de acuerdos entre Renfe y ayuntamientos

38 Soluciones arquitectónicas
XIII Bienal Española de Arquitectura y Urbanismo

42 Puentes bajo el agua (I)
La sequía deja al descubierto algunos puentes históricos de gran interés

48 Juanelo o la fascinación por la máquina
La exposición sobre Juanelo Turriano en la Biblioteca Nacional: un recorrido por la ciencia y la técnica de la Alta Edad Moderna

55 Actualidad

En servicio el tramo Doriga-Cornellana de la autovía Oviedo-La Espina (A-63)

En el interior de Asturias





▶ *Vista general del tramo sobre el valle del río Narcea. Al final del viaducto arranca el ramal de conexión con la localidad de Cornellana.*

Javier R. Ventosa. Fotos: DCE Asturias

La autovía Oviedo-La Espina (A-63), infraestructura prioritaria para mejorar las comunicaciones del interior asturiano, ha registrado nuevos avances con la puesta en servicio del tramo Doriga-Cornellana y la reactivación de obras y actuaciones en los dos tramos que restan para completarla. El nuevo tramo incluye como elemento singular un viaducto notable sobre el río Narcea que ha sido ejecutado con el apoyo de medios técnicos poco habituales en la ingeniería civil.

El tramo Doriga-Cornellana, a cuya puesta en servicio acudió el pasado 26 de diciembre el ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, constituye un paso más, de escasa longitud (2,4 kilómetros) aunque igualmente decisivo, en el proceso de construcción de la autovía Oviedo-La Espina, infraestructura básica para modernizar las conexiones de la zona interior central de Asturias, superar su aislamiento histórico y mejorar su desarrollo económico. Esta autovía se construye como alternativa de alta capacidad a la única carretera nacional en la zona, la N-634 (de San Sebastián a Santiago de Compostela), y la progresiva puesta en servicio en los últimos años de varios de sus tramos contribuye a mejorar las comunicaciones y la seguridad vial entre Oviedo y las localidades del interior diseminadas por los concejos de Grado, Salas y Belmonte de Miranda, así como otros del suroccidente asturiano.

La construcción de esta autovía, desarrollada en su mayor parte durante la pasada década y cuyos tres tramos finales paralizaron sus obras en 2010 debido a la situación económica del país, ha recibido en los últimos meses un notable impulso del Ministerio de Fomento con el objetivo de finalizarla. Así, la asignación de nuevos recursos a partir de 2015 para la A-63 han permitido la puesta en servicio del tramo Doriga-Cornellana antes de acabar el año 2017 y la reciente reanudación de las obras en el tramo Cornellana-Salas. También se ha retomado el proyecto de la segunda calzada del último tramo entre Salas y el viaducto del Regueirón (la primera calzada Salas-La Espina abrió al tráfico en 2012), pendiente ahora solo de un trámite para proceder este mismo año a la contratación de las obras. Todas estas actuaciones han relanzado el desarrollo de la A-63, una infraestructura de las que contribuyen a hacer malla cuyo horizonte de finalización se ha fijado en 2020.

El presupuesto de obra del tramo Doriga-Cornellana ha ascendido a 39,3 M€, cantidad que sumada al coste de redacción del proyecto, al importe estimado de las expropiaciones, al coste de la asistencia técnica para el control y vigilancia de la obra, así como al programa de vigilancia ambiental y a la financiación del patrimonio artístico español, arroja una inversión total aproximada de 43,8 M€. La obra, desarrollada bajo dirección de la Demarcación de Carreteras del Estado en Asturias, ha sido ejecutada por la empresa Acciona Construcción, la redacción del proyecto ha corrido a cargo de la ingeniería Ginprosa y la asistencia técnica para la ejecución de la obra ha sido de Curva Ingenieros.

Características técnicas

El nuevo tramo de autovía tiene un longitud total de 2.300 metros, más otros 1.731 metros adicionales correspondientes a variantes de carretera y vía de enlace, y se desarrolla íntegramente en el concejo de Salas. Con una orientación general este-oeste, conecta en su extremo oriental con el enlace de la A-63 en Doriga, ejecutado en el marco del tramo Grado Oeste-Doriga ya en servicio, y en su extremo occidental con el enlace de Cornellana, que conectará en el futuro con el tramo Cornellana-Salas, actualmente en fase de ejecución. Además de estas localidades, el trazado se desarrolla muy próximo a varios núcleos rurales o barrios denominados Casas de Pando, Marcel, Los Canalones y Sobrerriba.

Como características geométricas, el trazado presenta un radio mínimo en planta de 500 metros y una pendiente longitudinal máxima del 5%, siendo la velocidad de proyecto de 80 km/h. La sección transversal de autovía está formada por dos calzadas de dos carriles de 3,5 metros de anchura cada una, arcenes interiores de 1 metro y exteriores de 2,5 metros. Ambas calzadas están separadas por una mediana de 5 metros de anchura, salvo en el viaducto sobre el río Narcea, cuya mediana es de 1,12 metros. El capítulo de firmes incluye una explanada de tipo E-3, formada por 30 centímetros de suelo estabilizado, y una subbase de 25 centímetros de zahorra artificial, con un paquete de mezclas bituminosas de 20 centímetros (9 centímetros de AC-32 como capa base, 7 centímetros de AC-22 como capa intermedia y 4 centímetros de PA-16 como capa de rodadura).

Al final del tramo se ha ejecutado un enlace completo, el enlace de Cornellana, con tipología de trompeta, que incluye una estructura para un paso inferior y un ramal semidirecto para el movimiento La Espina-Cornellana. Desde este enlace parte un ramal de 820 metros de longitud que conecta con la carretera N-634 a la salida de Cornellana, donde se ha ejecutado una glorieta destinada a mejorar la seguridad vial de esta intersección.



Vista aérea del enlace de Cornellana, único del tramo y final del mismo.

Magnitudes de obra

Excavación en desmonte	344.167 m³
Terraplén	260.203 m³
Suelo seleccionado	30.878 m³
Suelo establizado con cemento	11.321 m³
Zahorra artificial	26.026 m³
Mezclas bituminosas	24.118 tm
Hormigones	42.885 m³
Acero para armar	6.187.129 kg
Acero pretensado	927.679 kg
Micropilote	740 m
Pilotes de hormigón armado	1.588 m



Los carros de hormigonado incluyen diversas plataformas de trabajo y conexiones entre ellas para acceder a los distintos niveles y trabajos a realizar en estas estructuras.

Viaducto del Narcea

El principal elemento constructivo del tramo es el viaducto sobre el río Narcea, estructura de hormigón situada en la parte central del mismo y que constituye cerca del 40% del trazado. Se trata, en palabras del ministro de Fomento en su visita a la obra en diciembre de 2016, "de uno de los (viaductos) más importantes que tendrá la comunidad autónoma asturiana", destacando por su carácter singular y por su encaje con la mínima afección en el Lugar de Interés Comunitario (LIC) "Río Narcea". El proyecto del viaducto ha corrido a cargo de un equipo de la oficina de proyectos Carlos Fernández Casado S.L. coordinado por Javier Manterola Armisén.

El viaducto es una estructura de 875 metros de longitud, distribuidos en siete vanos (100+130+ 60+175 +130 +100+80 metros), y altura comprendida entre 60 y 75 metros sobre el fondo del valle, que permite el paso de la autovía sobre el río Narcea y su vega, así como sobre la carretera AS-15. Su planta no es recta: está constituida por un radio de entrada de 750 metros y otro de salida de 700 metros, con una alineación recta de 473 metros de longitud en el centro. Seis de las siete pilas se sitúan sobre la zona baja del valle, sobre el aluvial del río Narcea, por lo que han requerido cimentación profunda mediante pilotes de 2 metros de diámetro, mientras que la cimentación de la pila 1, la única ubicada a mitad de la ladera, es directa. Todas las pilas son de sección rectangular, con



anchura constante de 5 metros y canto variable. Respecto a los estribos, se sitúan en las zonas altas de la ladera y están apoyados sobre pilotes de 1,5 metros de diámetro. Por su parte, el tablero está formado por un cajón único con una anchura de 23,20 metros, apta para albergar las dos calzadas de la autovía, siendo el canto variable entre 4 y 8 metros. Es un tablero postesado, con tendones de 31 cordones de 16 milímetros, en cuya construcción se han empleado hormigones de alta resistencia (HP-60), lo que ha permitido reducir su peso.

La solución adoptada por el proyectista para la ejecución del tablero ha sido la de voladizos sucesivos mediante carros de avance. Para ello se encargó a una empresa de Castellón la fabricación *ad hoc* de dos parejas de carros, de 100 toneladas cada una, que se cuentan entre los de mayores dimensiones del mercado. Su diseño ha tenido en cuenta no solo los condicionantes de las considerables luces y anchura del viaducto, sino también las distintas plataformas de trabajo y la conexión entre ellas para los accesos a los diferentes niveles y trabajos a realizar en las distintas partes del carro. Gra-

El viaducto sobre el río Narcea discurre por un paraje bucólico cercano a la localidad de Cornellana.



cias a sus características, estos carros de avance han construido la sección completa del tablero de un sola vez, con mejora de plazos y de costes frente al método tradicional en este tipo de viaductos, consistente en la construcción de la sección central (el cajón) con un carro y la colocación de jabalcones con un segundo carro para el posterior hormigonado de voladizos.

El viaducto sobre el río Narcea, de 875 metros de longitud y 75 metros de altura máxima, es la principal obra del tramo

El proceso constructivo del tablero se inició con la ejecución de la dovela 0 sobre la pila, mediante un encofrado tipo ala de gaviota, y a continuación la pareja de carros fue ejecutando dovelas de avance de 5 metros simétricamente a la dovela 0. Cada pareja de carros se utilizó para la construcción de tres tramos de voladizos desde las pilas. Para el cierre de los vanos y

hormigonado de la dovela de cierre, que contempla la unión de un voladizo ejecutado previamente con el voladizo en ejecución, se empleó el carro situado en el voladizo en ejecución apoyado en los dos semi-voladizos que conforman el vano. El hormigonado de cada avance, con hormigón de alta resistencia HP-60, se realizó con el apoyo de una bomba y un sistema de tuberías ascendente anclado a la pila y se distribuía a los voladizos en los extremos, en una secuencia de ejecución que comprendió inicialmente la losa inferior, luego los hastiales y finalmente la losa superior.



Detalle de la ejecución de voladizos del viaducto. Bajo la estructura discurre la carretera autonómica AS-15.

En dirección oeste

La red estatal de alta capacidad del Principado de Asturias está formada por un gran eje este-oeste en el litoral (autovía del Cantábrico A-8) y un eje norte-sur en la zona central (AP-66/A-66), que ejercen como principales infraestructuras vertebradoras del territorio y captan los tráficos de largo recorrido, más dos autovías interiores de menor longitud, la A-64 al este (Oviedo-Villaviciosa) y la A-63 (Oviedo-La Espina) al oeste. De todas ellas, la A-63 es la única aún en fase de desarrollo. El trazado de esta autovía se ha ido extendiendo desde Oviedo hacia el oeste hasta completar el itinerario Oviedo-Doriga, con siete de los nueve tramos inicialmente previstos ya en servicio, lo que supone más de 40 kilómetros operativos, aunque la planificación del Ministerio de Fomento contempla su eventual prolongación para conectarla con la A-8 en Canero. En su actual configuración restan por ejecutar los dos tramos situados en su extremo oeste, Cornellana-Salas y la segunda calzada del Salas-La Espina, de cuyo estado actual dio cuenta el ministro de Fomento durante su visita a la inauguración del tramo Doriga-Cornellana.

Entre Cornellana y Salas, tramo de 6 kilómetros paralizado en 2010, las obras se han reanudado recientemente y superan ya el 35% de ejecución. En este tramo destaca la complejidad de los trabajos para construir un trazado a media ladera que atraviesa una orografía abrupta y con dificultades geotécnicas extremas, con la ejecución prevista de seis viaductos que suman casi la cuarta parte del trazado. La inversión prevista en este tramo asciende a 71,1 M€ y su puesta en servicio está prevista para 2020.

Entre Salas y La Espina, cuya primera calzada se puso en servicio en 2012, falta por completar la segunda calzada de la autovía entre Salas y el viaducto del Regueirón, un tramo de unos 5 kilómetros e inversión prevista de 10 M€. El proyecto del tramo ya está redactado pero se encuentra en fase de supervisión, a la espera de completar dos estudios complementarios en curso que ratifiquen la validez de las estructuras ya ejecutadas (cálculos para verificar su adaptación a la nueva normativa y análisis hidráulicos), trámite que se prolongará durante tres o cuatro meses. Una vez aprobado el proyecto definitivamente se procederá a licitar las obras durante este mismo año, con una duración estimada de unos 10 meses.



Detalle del carro de hormigonado, construido expresamente para esta obra.

Otras estructuras

Al inicio del trazado se encuentra el segundo viaducto del tramo, que salva la llanura de inundación del río Nonaya. Se trata de una estructura de 83,40 metros de longitud distribuidos en tres vanos (27,55+28+27,55 metros), con una anchura de tablero variable entre 14,40 y 21,31 metros, que acoge dos carriles de ancho variable, dos arcenes de 2,50 metros y sendos pretiles metálicos. El tablero está formado por vigas en doble T, constando cada vano de cinco vigas de 1,50 metros de canto y una losa superior de 25 centímetros de espesor mínimo. Las dos pilas son fustes circulares de 1 metro de diámetro y longitudes de entre 2 y 6 metros, con cimentación profunda la pila 1 y directa la pila 2. La cimentación de los estribos también es dispar: directa en el estribo 1 y profunda mediante micropilotes de 0,2 metros de diámetro en el estribo 2.

En el trazado se han ejecutado otras cuatro estructuras para garantizar la permeabilidad territorial de la autovía: tres pasos inferiores con tipología de pórtico de hormigón armado construido *in situ*, de 53, 40 y 13 metros, con gálibo horizontal de 8 metros y gálibo vertical de 5 metros, los dos primeros para la reposición de dos caminos locales y el tercero para reponer el Camino de Santiago en su ruta interior a su paso bajo la vía de conexión del enlace de Cornellana; y un puente de un vano de 22,70 metros de luz, con tablero de vigas prefabricadas tipo artesa, que permite el paso de la vía de conexión del enlace de Cornellana bajo la autovía.

Adicionalmente, la conexión de la autovía con la carretera N-634, a la salida de Cornellana, ha exigido la construcción de una glorieta ligeramente elevada sobre la rasante de la carretera existente, actuación que ha hecho necesaria una excavación importante en la ladera. Para evitar la afección a una granja cercana se ha construido un muro anclado, compuesto por piezas prefabricadas de hormigón armado ancladas al terreno, con dimensiones de 2,75 metros de alto y 2,0 metros de ancho, distribuidas en tres niveles de anclaje. También se ha ejecutado una solución de muro escollera para unir con el muro de mampostería existente en la carretera N-634.

En el capítulo de medidas medioambientales, el proyecto ha incluido el tratamiento y la revegetación de taludes de desmonte, terraplenes, vertederos y zonas libres mediante la realización de siembras e hidrosiembras sobre una superficie de 125.689 m^2, así como plantaciones de especies preferentemente autóctonas (se han plantado un total de 28.201 árboles y arbustos). También se ha ejecutado el cerramiento de 7.600 metros de zonas de alto valor ecológico. Y como actuaciones de preservación del patrimonio, además de la reposición del Camino de Santiago, se han adoptado medidas correctoras para preservar durante la fase de obra dos yacimientos de interés arqueológico (Las Murias y Sobrerriba) localizados en las inmediaciones del trazado.

El aeropuerto de Barcelona-El Prat ampliará su capacidad a 70 millones de pasajeros/año y actuará integrado con el de Girona

Un plan para crecer



Vista de la terminal de pasajeros T1, en servicio desde 2009.

Javier R. Ventosa. Fotos Aena

¿Cómo será el aeropuerto de Barcelona-El Prat en la próxima década? ¿A cuántos pasajeros atenderá? ¿Cuántos vuelos gestionará? Las respuestas a estas preguntas figuran en el Plan Director fase 2017-2026 de la principal infraestructura aeroportuaria catalana, presentado en febrero pasado por el ministro de Fomento. El documento planifica importantes inversiones y novedosas actuaciones para afrontar con garantías el crecimiento continuado del tráfico aéreo en este aeropuerto, segundo de España y séptimo de Europa por número de pasajeros en 2017.

En 2001, Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (Aena) culminó el proceso de dotar a los 43 aeropuertos de la red de interés general de su propio Plan Director, instrumento de planificación que ha diseñado las grandes líneas de ordenación y desarrollo de cada uno de ellos para afrontar el crecimiento de la demanda durante 15 años. El correspondiente al aeropuerto barcelonés de El Prat, aprobado en noviembre de 1999, proyectó una importante ampliación de infraestructuras –la tercera de su historia– que multiplicó su capacidad operativa y transformó su fisonomía mediante actuaciones de calado, entre ellas una segunda terminal de pasajeros (T1), una nueva torre de control, la tercera pista o la ampliación de la T2. En los 10 años transcurridos hasta la finalización en 2009 de las principales actuaciones del Plan Director, la cifra de pasajeros/año gestionados en este aeropuerto creció de 17,4 a 27,4 millones.

A partir de 2014, coincidiendo con la explosión de la ciudad condal como destino turístico de moda y con la recuperación del sistema aeroportuario español, el aeropuerto catalán, rebautizado como Barcelona-El Prat, ha encadenado cuatro ejercicios consecutivos de gran crecimiento de tráfico aéreo y pasajeros, debido en buena medida a la estrategia de especialización en aerolíneas *low cost* adoptada por sus gestores. Año tras año





▶ *Esquema de actuaciones previstas en el recinto aeroportuario barcelonés en la próxima década.*

ha batido sus propias marcas hasta culminar en 2017 el mejor ejercicio de su historia, con récords de actividad en pasajeros (47,2 millones), operaciones (323.539) y toneladas de carga transportadas (156.105). Estas cifras consolidan a Barcelona-El Prat como segundo aeropuerto español (Madrid-Barajas registró 53,4 millones el pasado año) y séptimo de Europa por número de pasajeros, además de situarlo como tercero en crecimiento de las grandes terminales de la UE. Pero esta histórica marca, refrendada en los primeros meses de 2018 por cifras que apuntan a nuevo récord a final de año, se aproxima ya al techo de 55 millones de pasajeros/año previsto por el Plan de 1999.

El Plan Director de Barcelona-El Prat fase 2017-2026 supondrá la cuarta gran ampliación de instalaciones en la historia del aeropuerto

Para planificar los escenarios futuros de crecimiento que permitan al sistema aeroportuario dar una respuesta eficaz a las previsiones de alza de la demanda de transporte aéreo en España para la próxima década, y evitar así problemas de congestión, Aena trabaja desde hace años en la revisión de los Planes Directores de los aeropuertos españoles. Esta revisión se irá plasmando en propuestas de Planes Directores, cuya aprobación final corresponde al Ministerio de Fomento. En este proceso, el ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, presentó oficialmente el pasado 12 de febrero el Plan Director del aeropuerto de Barcelona-El Prat fase 2017-2026, presentación a la que en los próximos meses seguirán otras similares, entre ellas la del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

.\ Objetivo y ejes del Plan Director

En la fase que ahora se inicia, el Plan Director del aeropuerto barcelonés proyecta un nuevo ciclo de desarrollo que persigue una ambiciosa meta: alcanzar la capacidad para atender a 70 millones de pasajeros/año. Para ello propone cuatro grandes ejes de actuación: adaptar las infraestructuras a la demanda de tráfico esperado, mejorando para ello la capacidad de las mismas con el objetivo de no limitar el desarrollo del aeropuerto; mejorar la conectividad con otros aeropuertos para mantener la posición de liderazgo como destino turístico; fomentar la intermodalidad con objeto de mejorar el acceso al aeropuerto en transporte público; y, por último, consolidar en un único sistema los aeropuertos de Barcelona-El Prat y de Girona-Costa Brava. Y todo ello potenciando la sostenibilidad medioambiental del recinto aeroportuario, situado en un entorno de especial protección como es la reserva natural del delta del Llobregat.



El aeropuerto ha registrado incrementos continuos de pasajeros especialmente a partir de 2014.

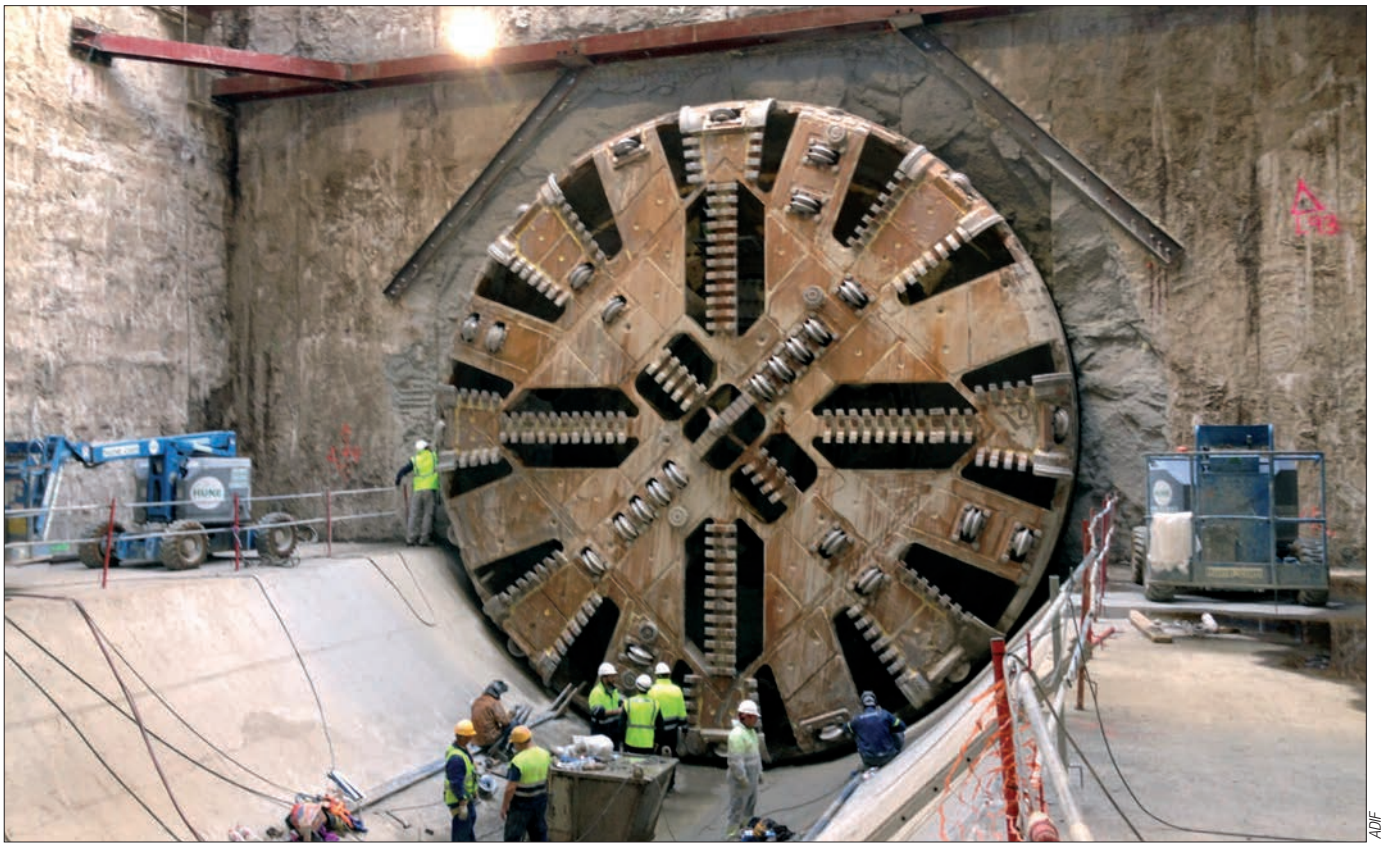
Estadísticas de Barcelona-El Prat 2004-2017				
	Pasajeros		***Operaciones***	
Año	Total (millones)	Incremento (%)	Total	Incremento (%)
2004	24,5	7,9	291.369	3,3
2005	27,1	10,6	307.811	5,6
2006	30,0	10,5	327.650	6,4
2007	32,8	9,6	352.501	7,6
2008	30,2	-8,0	321.693	-8,7
2009	27,4	-9,4	278.981	-13,3
2010	29,2	6,5	277.832	-0,4
2011	34,3	17,8	303.054	9,1
2012	35,1	2,2	290.004	-4,3
2013	35,2	0,2	276.497	-4,7
2014	37,5	6,7	283.851	2,7
2015	39,7	5,7	288.879	1,8
2016	44,1	11,2	307.863	6,6
2017	47,2	7,1	323.539	5,1

Fuente: Aena

El cuarto eje constituye la gran novedad del Plan Director, al establecer, por primera vez en la red de Aena, el principio de complementariedad entre dos aeropuertos, uno principal (Barcelona-El Prat) y otro de menor tamaño (Girona-Costa Brava), basado en la intermodalidad. Aprovechando su cercanía geográfica (les separan unos 100 kilómetros), el documento propone construir una nueva estación de alta velocidad en el aeropuerto gerundense que lo conectará con el centro urbano de Barcelona y, a través de un nuevo enlace de Rodalies (Cercanías), con el aeropuerto barcelonés. Los dos aeropuertos, por tanto, quedarán enlazados por conexiones rápidas de ferrocarril, una integración que, en palabras del ministro de Fomento, permitirá formar "un único sistema aeroportuario".

Esta integración, que en la práctica supone doblar la actual oferta de destinos a disposición del viajero interesado en visitar la ciudad condal, pretende favorecer el rendimiento y las oportunidades de ambos aeropuertos: Barcelona-El Prat podrá desarrollar de una forma más cómoda su posicionamiento estratégico, reduciendo ade-

más su nivel de congestión; y Girona-Costa Brava, al mejorar su atractivo como base para visitar la capital catalana gracias a la nueva conectividad que proporcionará el AVE, podrá ampliar su oferta y captar nuevas aerolíneas de bajo coste, para reducir así la diferencia actual entre temporada de invierno y de verano. Es un modelo similar al implantado en otros países de Europa. Un ejemplo es el área de Londres, donde Heathrow ejerce de aeropuerto principal y Gatwick, Stansted y Luton, a unos 60 kilómetros de la ciudad, son aeropuertos com-



ADIF

▶ *Cabeza de corte de la tuneldora Gala, encargada de perforar un nuevo túnel ferroviario bajo las pistas.*

Mejor accesibilidad

Aunque el Plan Director fase 2017-2026 se presentó en febrero, una de sus actuaciones se ha anticipado en el tiempo para mejorar la accesibilidad del transporte público masivo al aeropuerto barcelonés. Esta accesibilidad está encomendada hoy al metro (línea 9 Sur), con parada en las terminales T1 y T2 desde 2016, y al servicio de Rodalies (línea R2 Norte), que llega en vía única a la T2, pero no a la T1, de construcción posterior. Para ampliar la accesibilidad hasta la T1, el Ministerio de Fomento, a través de Adif, desarrolla desde 2015 una nueva conexión ferroviaria que tendrá parada en las dos terminales, conectándolas entre sí y con la red de Rodalies. Esta conexión, promovida por la SEITT e incluida entre las actuaciones del Plan Director para el periodo 2017-2021, tendrá un gran impacto en las comunicaciones ciudad-aeropuerto, ya que enlazará la T1 con la estación AVE Barcelona-Sants mediante trenes lanzadera en 19 minutos. Cerca de 9 millones de usuarios/año podrán beneficiarse de la misma.

El nuevo acceso, con una longitud de 4.495 metros, tiene su origen en el enlace con la línea convencional Barcelona-Tarragona, discurriendo en doble vía hasta la T1, con una parada intermedia en la T2. La mayor parte del trazado se desarrollará en un túnel de 3.385 metros, de los que 2.830 se excavan con tuneladora y el resto serán tramos entre pantallas, además de un tramo inicial a cielo abierto. El túnel, con un diámetro de 10,6 metros y profundidad máxima de 25,8 metros, tendrá dos tramos: uno de 1.363 metros hasta la T2 y otro de 1.466 metros desde ésta hasta la T1, tras discurrir bajo una de las pistas paralelas.

Los trabajos subterráneos de esta obra están siendo ejecutados por la tuneladora Gala, máquina del tipo EPB (Escudo de Presión de Tierras) con experiencia previa en obras de Cercanías, que inició la perforación del túnel en septiembre de 2017 y que ya ha completado su mayor parte. En una fase posterior se llevarán a cabo los trabajos de montaje de vía y de superestructura en dicho túnel. También se encuentra avanzada la construcción de una nueva estación en la T2 que permita la intermodalidad con el metro.



El Plan Director prevé la construcción de una nueva plataforma de estacionamiento de aeronaves junto a la T1.

plementarios con un acceso ferroviario rápido a la capital británica que son empleados por aerolíneas de bajo coste.

Inversiones y actuaciones

Para alcanzar estos objetivos en el horizonte del año 2026, el Plan Director ha planificado un conjunto de inversiones por un importe global de 1.594 M€ (sin IVA, como las cifras posteriores), un reto que el ministro de Fomento ha calificado de "extraordinariamente ambicioso, pero perfectamente alcanzable". La mayor parte de estas inversiones corresponde a actuaciones en el aeropuerto barcelonés (1.211 M€), pero habrá otro paquete de inversiones complementarias para el aeropuerto gerundense (383 M€).

El Plan Director establece dos periodos para ejecutar estas actuaciones. Entre 2017 y 2021 se han planificado inversiones por 521 M€ en Barcelona-El Prat. La más relevante (330 M€), ya en marcha, es el nuevo acceso de Rodalies a la terminal T1, conexión ferroviaria que permitirá enlazar con el centro de Barcelona en apenas 20 minutos. A ello se sumará otro paquete de actuaciones por valor de 191 M€, que incluyen la remodelación del dique sur de la T1, mejoras funcionales en instalaciones de seguridad, inspección de equipajes y control de pasaportes, así como la adecuación del campo de vuelo con la mejora de pavimento de las pistas del aeropuerto. En este periodo se prevé una inversión menor (23 M€) en el aeropuerto de Girona-Costa Brava.

La inversión prevista entre los años 2022 y 2026 doblará la del periodo anterior, con un total de 1.050 M€. De nuevo, la mayor parte (690 M€) se destinará al aeropuerto de Barcelona-El Prat, donde se realizarán las actuaciones de mayor calado. La más destacada es un nuevo edificio satélite, similar al T4S situado frente a la T4 de Madrid-Barajas, enfocado específicamente a las rutas intercontinentales, "un tráfico que es necesario potenciar", según dijo el ministro. Esta terminal satélite, que se emplazará junto a la torre de control y frente a la T1, añadirá al aeropuerto 17 nuevos puestos para aeronaves y no tendrá puertas de facturación ni *check-in.*

Máster Plan Inmobiliario

Aena ha iniciado un nuevo modelo de negocio basado en la comercialización de los terrenos libres en los aeropuertos de su red para promover desarrollos inmobiliarios, en línea con las experiencias de los principales aeropuertos europeos. La nueva estrategia, que ofrecerá a los promotores 2.000 hectáreas de terrenos de los aeropuertos españoles aprovechando la recuperación del sector inmobiliario, se lanzó oficialmente el 7 de marzo en la ciudad condal con la presentación, a cargo del ministro de Fomento, del Máster Plan Inmobiliario del aeropuerto de Barcelona-El Prat. Su filosofía ya estaba contemplada en el Plan Director fase 2017-2026.

De acuerdo al plan maestro, el recinto aeroportuario de Barcelona-El Prat tiene una superficie de 1.553 hectáreas, de las que 543 son terrenos libres. De ellos se reservarán 215 hectáreas para preservar los valores ambientales del entorno y el resto, 328 hectáreas, serán los suelos comercializables, con una edificabilidad de 1,84 millones de metros cuadrados. Para dar una idea de su magnitud, estos terrenos son el equivalente a 1,5 veces los suelos de la operación Madrid Nuevo Norte, considerado el mayor proyecto urbanístico de Europa.

Para los terrenos comercializables, situados en una franja al norte del recinto aeroportuario, el plan maestro proyecta crear un polo de tecnología y desarrollo digital, con espacios para empresas y actividades en los campos de la industria, la tecnología, el transporte y la investigación. En suma, una puerta a la innovación que impulsará la economía a partir del desarrollo del territorio. Para ello propone cinco usos de los terrenos libres: áreas de carga y naves de comercio digital (75 hectáreas, edificabilidad de 561.821 m²), parque logístico (58 ha, 288.823 m²), ciudad aeroportuaria con hoteles y centros de negocio (49 ha, 592.728 m²), áreas agrícolas para fusionar oficinas y business farms (28 ha, 143.436 m²) y plataformas de industria 4.0 y aeronáutica (51 ha, 261.936 m²).

El proyecto requerirá una inversión público-privada de 1.264 M€ en 20 años, la mayor parte a cargo de la iniciativa privada. Para su implementación se han previsto tres fases: lanzamiento (0-5 años, inversión inicial de 386 M€ y edificabilidad de 726.260 m²), desarrollo (5-10 años, inversión acumulada de 708 M€ y edificabilidad de 1,2 millones de m²) y consolidación (10-20 años, inversión acumulada de 1.264 M€ y edificabilidad de 1,8 millones de m²). Según el cronograma oficial, la construcción se iniciará a finales de 2019 y los primeros inmuebles estarán listos en 2020.



El nuevo edificio estará enlazado con la terminal T1 mediante la segunda gran actuación prevista para este periodo, una conexión subterránea bajo pistas por donde, siguiendo el modelo T4-T4S de Madrid-Barajas, se desplazarán de forma automática los pasajeros (se dispondrá para ello un sistema del tipo *Automatic People Mover*) y los equipajes (con un sistema automatizado parecido al SATE madrileño). Otras actuaciones adicionales contempladas en la segunda fase son una nueva plataforma de estacionamiento de aeronaves junto al edificio satélite y un nuevo edificio de aparcamiento junto a la T1.

Por su parte, el aeropuerto de Girona Costa-Brava recibirá en este periodo inversiones por importe de 360 M€, que se destinarán a ampliar tanto el área terminal de pasajeros (60.000 m² más) como la plataforma de estacionamiento de aeronaves. La principal actuación, como se apuntó, será una nueva estación de alta velocidad, proyectada a unos 500 metros del edificio terminal, que co-



El aeropuerto se ha convertido en base de actuación de diversas aerolíneas de bajo coste, lo que ha contribuido a su éxito actual.

nectará mediante lanzaderas el aeropuerto gerundense y la céntrica terminal AVE de Barcelona-Sants en apenas 40 minutos, con posibilidad de llegar a Barcelona-El Prat en otros 20 minutos mediante las nuevas lanzaderas de Rodalies. Esta estación, cuyo diseño desarrollarán conjuntamente Aena y Adif, deberá ser una realidad antes de 2026.

La asociación del aeropuerto Girona-Costa Brava con el potencial turístico de la ciudad de Barcelona permitirá impulsar la actividad del segundo aeropuerto catalán por número de pasajeros, que actualmente está en proceso de recuperación (1,9 millones de pasajeros en 2017) tras los años dorados de la pasada década (cuando superó los 5,5 millones). También permitirá fomentar el turismo en otras comarcas de Girona e incluso extender su área de influencia al otro lado de los Pirineos. Los gestores del aeropuerto radicado en el término municipal de Vilobí d'Onyar ya trabajan en nuevas estrategias para aprovechar esta oportunidad. ▮



Renfe desarrolla el primer tren de pasajeros del mundo propulsado por gas natural licuado (GNL)

Energía eficiente

Jaime Arruz. Fotos: Renfe Feve

La sostenibilidad y el respeto por el medio ambiente es ya parte de las acciones de organismos públicos y privados, y por fin la sociedad es consciente de la necesidad de cuidar y proteger el planeta. El transporte ferroviario no es ajeno a esta realidad y son numerosos los proyectos que ya apuestan por nuevas tecnologías más limpias y eficientes. Uno de los más relevantes lo encabeza Renfe y tiene el gas natural como eje vertebrador.

España vuelve a ser pionera en el sector ferroviario. A comienzos de este año se ha puesto en funcionamiento, todavía en fase de pruebas, el primer tren en Europa propulsado por gas natural licuado (GNL) y que es además el primero en el sector ferroviario de viajeros del mundo. El proyecto, que arranca en la red de Cercanías de Vía Estrecha de Asturias, permitirá verificar la viabilidad del GNL para su posible entrada en servicio en un futuro no muy lejano.

Esta iniciativa, en la que junto a Renfe participan Gas Natural Fenosa, Enagás, Bureau Veritas, el Institut Cerdà y la Asociación para la Reconstrucción de Material Ferroviario (ARMF), servirá para comprobar la viabilidad y ventajas de un tren propulsado por GNL, ventajoso tan-



El tren de pruebas mantiene sus dos cabezas tractoras, una diésel y otra de gas licuado.

to desde el punto de vista ambiental por su menor impacto frente a las mecánicas diésel tradicionales, como a nivel económico. El objetivo final del proyecto es testar un nuevo tipo de tracción ferroviaria que pueda reemplazar a los motores diésel, todavía hoy muy extendidos en la red ferroviaria española.

La apuesta por nuevas tecnologías más limpias en el sector ferroviario se enmarca en el plan de descarbonización y eficiencia energética de Renfe y el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif), además de estar en línea con los objetivos de la futura Ley de Cambio Climático y Transición Energética que actualmente prepara el Gobierno central, legislación que permitirá diseñar el plan para alcanzar los compromisos internacionales adquiridos en materia de cambio climático y energía limpia, sostenible y eficiente.

En la actualidad, el transporte por ferrocarril consume prácticamente la mitad de la electricidad utilizada en el sector del transporte en España (72%). Además de continuar con la electrificación del sector ferroviario, se hace necesaria una transición hacia otras fuentes de energía que reduzca la dependencia del gasóleo, que actualmente representa aproximadamente el 26% en la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG) –datos de 2016–. En este sentido, el gas natural es una buena opción como alternativa segura y eficiente en el corto plazo.

.\ Proyecto en pruebas

La primera prueba del nuevo tren GNL de Renfe se llevó a cabo el pasado mes de enero en la cuenca minera del río Caudal, en la línea de vía estrecha de Cercanías de Asturias que opera Renfe Feve en los concejos de Mieres y Aller. Al acto acudieron el ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, y el de Energía Turismo y Agenda Digital, Álvaro Nadal, que estuvieron acompañados de otras autoridades locales y autonómicas.

Se trata de un tren autopropulsado diésel de la serie UTDH 2600 de los extintos Ferrocarriles Españoles de Vía Estrecha (FEVE) –hoy día Renfe Feve–, al que se le ha sustituido uno de sus dos motores de gasóleo por otro que funciona con GNL y en el que se han instalado otra serie de elementos necesarios para su funcionamiento con gas natural, entre ellos los depósitos del propio combustible, procedente de la planta Reganosa, empresa gallega especializada en transporte y regasificación de gas natural, situada en Mugardos, A Coruña.

Los test con el tren adaptado a GNL se realizan en un tramo de unos 20 kilómetros de longitud, entre las estaciones de Trubia y Baiña, con extensión a Figaredo. Estas primeras pruebas permitirán comparar resultados, ya que el tren mantiene las dos cabezas tractoras, una de diésel y la otra de gas natural, de forma que se podrán extraer conclusiones del rendimiento y funcionamiento de la línea con ambas tecnologías. Así, se obtendrán datos en torno a los requisitos técnicos de espacio, peso, refrigeración y autonomía para la tracción de gas natural. Al mismo tiempo, se podrán comparar resultados económicos y relativos a emisiones entre las dos fuentes energéticas que pueden propulsar este tren de pruebas.

Ventajas del gas natural

El uso del gas natural como combustible en el sector ferroviario puede aportar diversos beneficios, motivo por los que Renfe apuesta por esta nueva fuente de energía. Así, puede contribuir a reducir la contaminación al minimizar las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SO_x), pequeñas partículas (PM) y monóxido de carbono (CO), reduciendo además los gases de efecto invernadero y la contaminación acústica.

En concreto, y según los últimos estudios en el sector ferroviario, en comparación con mecánicas diésel el gas natural es capaz de lograr una reducción de hasta un 99% de dióxido de azufre (SO_2), un 90% en partículas, entre el 70 y el 90% en óxido de carbono (CO) y entre un 20 y un 30% en dióxido de carbono (CO_2).

Además, según los análisis del Ministerio de Fomento, esta fuente de energía alternativa permitiría reducir los costes operativos, ya que cuenta con un escenario de precios mejor comparado con el de los combustibles derivados del petróleo. Al mismo tiempo, el gas natural permitiría reducir la dependencia energética del gasóleo e, incluso, podría ser una alternativa interesante a la electrificación en aquellos tramos actualmente no electrificados.

Otras tecnologías alternativas

Actualmente, Renfe también está trabajando en otros proyectos como el hidrógeno o baterías eléctricas, tecnologías igualmente alternativas al diésel. El primer paso en la transición a estas nuevas tecnologías de propulsión más limpias son los trenes híbridos (diésel-eléctrico) que ya llevan en funcionamiento unos años.

El primer tren híbrido de Renfe combina tracción diésel y eléctrica, de forma que es posible extender las ventajas de la alta velocidad a tramos sin electrificar. Además, cuenta con un sistema de rodadura desplazable, lo que le permite circular por vías del ancho UIC de las líneas AVE o de ancho convencional.

Dentro del Plan de Material de Renfe, se está llevando a cabo un proyecto con trenes híbridos de Cercanías y de Media Distancia. Diferentes trenes de Cercanías CIVIA y trenes autopropulsados de la serie 449 de Media Distancia sirven para testar diversas soluciones híbridas, alternativas a la tracción eléctrica y/o diésel, mediante el uso de GNL y, principalmente, el hidrógeno que alimenta una pila de combustible.

Combinando tecnologías como eléctrica y GNL o eléctrica e hidrógeno, incluso eléctrica y baterías cargadas con freno regenerativo, los trenes podrían circular por líneas parcialmente electrificadas, aprovechando este tipo de tracción ya presente en la red actual, y circulando con GNL, hidrógeno o baterías por los tramos no electrificados. Se lograría así un incremento de la eficiencia y una reducción de las emisiones.

Las pruebas para demostrar la viabilidad del hidrógeno en el sector ferroviario comenzaron en 2010 con el proyecto de desarrollo de un tranvía eléctrico con tracción a baterías y pila de combustible en Ribadesella (Asturias). Liderado por Feve, actualmente integrada en Renfe, su objetivo era comprobar la viabilidad de la pila de combustible de hidrógeno en tracción ferroviaria y su encaje tecnológico en un tranviario. Además, permitía valorar la introducción progresiva de fuentes de energía alternativas para lograr una descarbonización progresiva del sector ferroviario con el despliegue de una infraestructura y trenes de hidrógeno. Para ello se constituyó un



Estación de Trubia, perteneciente al tramo asturiano donde se llevan a cabo las primeras pruebas.



Los test se realizan con un tren de la serie UTDH 2600 de Renfe Feve.

consorcio formado por Renfe, Enagás, Bureau Veritas, Alstom y Audigna. El proyecto contó con ayudas públicas del Principado de Asturias y de CEDETI. En la actualidad, el tranvía de hidrógeno que se testó en Ribadesella está a disposición como laboratorio de ensayos.

A partir de aquella experiencia pionera, Renfe, como heredera del proyecto, ha continuado investigando con el hidrógeno como alternativa energética para la tracción ferroviaria. Hoy día, en colaboración con el Centro Nacional del Hidrógeno (CNH), se está trabajando en el análisis y diagnóstico de los equipos existentes de los primeros proyetos y la posibilidad de modernizarlos para incrementar su autonomía. Así, se retomarían las pruebas y ensayos reales y se buscaría financiación conjunta, de programas europeos, para realizar un potencial despliegue del hidrógeno como energía alternativa en el sector ferroviario.

.\ Rail Smart Grid

Otro proyecto relevante en relación con la sostenibilidad y la reducción de emisiones es el que ha puesto en marcha el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif), que, bajo la denominación "Rail Smart Grid", supone la instalación de un innovador sistema inteligente de gestión energética en las líneas de alta velocidad y convencionales.

Con una inversión de 5 millones de euros, este nuevo sistema permitirá obtener una valiosa información para el ahorro y aprovechamiento de energía gracias a la integración de desarrollos en ingeniería eléctrica, almacenamiento energético y las tecnologías de la información y comunicación (TIC). Una vez adjudicado el proyecto tendrán un plazo de ejecución de entre 18 y 24 meses para los trabajos de instalación y adecuación de esta red de gestión inteligente de energía.

El "Rail Smart Grid" facilita la obtención de datos para un uso más eficiente y racional de la energía. Con ello, los datos sobre consumo y uso unificados, dinámicos y en línea se integran en un solo sistema de gestión para las áreas de coordinación, control, instrumentación, medida, calidad y administración de energía del sistema ferroviario.

En el caso de los combustibles fósiles, los datos obtenidos y analizados permitirán aumentar la eficiencia, reduciendo así las emisiones de gases de efecto invernadero. Por su parte, en el caso de las energías renovables permitirá una gestión optimizada de la demanda energética y la integración de los trenes eléctricos.

La implantación del "Rail Smart Grid'" en la red gestionada por Adif mejorará la explotación ferroviaria y, además, permitirá configurar los distintos tipos de consumos del sistema ferroviario y sus principales peculiaridades, al tiempo que facilitará la identificación de las posibles fuentes de generación de energía dentro del propio sistema ferroviario.

Además, el nuevo sistema de gestión mejora notablemente la eficacia energética permitiendo detectar la demanda real de energía y que los trenes puedan gestionar sus consumos, facilitando también el análisis del estado de la red para detectar posibles sobrecargas. Por otro lado, posibilitará reconfigurar la red eléctrica, reduciendo la reserva crítica de sus elementos para los casos de contingencias, pérdidas por calentamiento y caídas de tensión. ▮



Durante 2017 Salvamento Marítimo coordinó el rescate, asistencia o búsqueda de 36.079 personas que se encontraron en situación de peligro en el mar

Vigilando la mar

Begoña Olabarrieta. Fotos: Salvamento Marítimo

Coincidiendo con el 25 aniversario de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima, el ministro de Fomento, Iñigo de la Serna, ha entregado los primeros premios de Salvamento Marítimo destinados a personas e instituciones dedicadas a proteger la vida en el mar y a la lucha contra la contaminación marina. Además, este organismo ha recibido una Mención de Honor de la OMI por el rescate del pesquero *Gure Uxua*.

La Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima, entidad pública dependiente del Ministerio de Fomento, cuenta ya con 73 embarcaciones: 4 buques polivalentes de salvamento y lucha contra la contaminación marina, 10 buques remolcadores de salvamento, 4 embarcaciones tipo “Guardamar” y 55 embarcaciones de intervención rápida denominadas “Salvamares”. Además, dispone de medios aéreos compuestos por 11 helicópteros y 3 aviones, así como de 20 centros de coordinación, incluyendo dos bases subacuáticas, estratégicamente situados a lo largo de las costas españolas.

Con estos medios, los 1.500 profesionales de la organización se ocupan durante las 24 horas del día y los 365 días del año de la vigilancia e incidencias ocurridas en aguas españolas, así como en algunas otras zonas del exterior designadas, atendiendo las emergencias que se producen a lo largo de 7.880 kilómetros de costa, un millón y medio de kilómetros cuadrados de área de responsabilidad SAR (Búsqueda y Rescate por sus siglas en inglés) asignada a España por la Organización Marítima Internacional (OMI). En esta área, la OMI responsabiliza a cada país de la seguridad marítima y salvamento de la vida humana en el mar, así como de la protección del medioambiente marino. En el caso de España, el área asignada abarca una superficie marina de



Lloyd Horgan

un millón y medio de kilómetros cuadrados, que equivale a tres veces el territorio nacional. En un área tan extensa, la vigilancia aérea ha demostrado ser la herramienta más eficaz para la prevención y detección de la contaminación, tanto de la accidental como de la intencionada. Prueba de este importante esfuerzo es que Salvamento Marítimo ha cubierto durante 2017, con sus aviones y satélites, una superficie equivalente a 251 veces el territorio nacional, concretamente más de 127 millones de km^2 de mar.

La misión de Salvamento Marítimo

Ha sido en ese extenso y muchas veces hostil entorno, en ocasiones a cientos de kilómetros mar adentro, donde se ha llevado a cabo durante el año pasado el rescate, asistencia o búsqueda de esas 36.079 personas en situación de peligro. Cada rescate es único, por lo que estas intervenciones de emergencia pueden durar desde unas horas, como ocurrió en el rescate de los 12 tripulantes del pesquero hundido *Gure Uxua* en febrero, o semanas, como fue el caso, en agosto, de los 24 tripulantes rescatados del buque *Cheshire* tras una emisión de gases tóxicos por autocombustión de su carga.

Balance anual 2017

- ✔ *6.165 actuaciones.*
- ✔ *Rescate, asistencia o búsqueda de 36.079 personas (una media de 99 al día), el doble del año anterior, debido al aumento en materia de inmigración irregular.*
- ✔ *Fallecidos/desaparecidos: 315 personas.*
- ✔ *Inmigración irregular: 49%.*
- ✔ *Actividades no relacionadas con embarcaciones (caídas al agua desde la costa, surf, windsurf o submarinismo): 41%.*
- ✔ *Diferentes tipos de embarcaciones (buques mercantes, pesqueros y embarcaciones de recreo): 10%.*
- ✔ *N.º de implicados en incidentes marítimos:*
  - ✓ *2.470 embarcaciones de recreo.*
  - ✓ *490 pesqueros.*
  - ✓ *381 buques mercantes.*
- ✔ *Intervenciones por Inmigración irregular:*
  - ✓ *Búsqueda de 1.211 pateras.*
  - ✓ *18.937 personas rescatadas (182% más que en 2016).*
  - ✓ *153 fallecidos.*
- ✔ *145.189 buques controlados en los Dispositivos de Separación de Tráfico de Finisterre, Tarifa, Cabo de Gata, Canarias Oriental y Occidental.*



Lloyd Horgan



Formando en seguridad marítima

La mejor emergencia es aquella que no se produce; pero si se produce, mejor estar preparados. Por eso, desde Salvamento Marítimo siempre se insiste en dos pilares fundamentales a la hora de evitar o resolver las emergencias: prevención y formación. Eso es lo que se trabaja desde el Centro de Seguridad Marítima Integral Jovellanos, cuya función principal es la formación integral en seguridad marítima, portuaria e industrial y la prevención de riesgos laborales. Por sus aulas han pasado 100.000 alumnos en los 8.415 cursos impartidos en las instalaciones del centro en Gijón, en otros lugares con unidades móviles cuando era necesario el desplazamiento, y también a través del campus virtual.



David Méndez

Según el tipo de incidencia, la intervención requerirá de la participación de un solo Centro de Coordinación o del despliegue conjunto de otros medios como aviones, helicópteros o remolcadores, además del personal y equipos especializados en cada rescate.

La tipología de las asistencias es muy variada: buques a la deriva, varadas, inmigración irregular, caída de personas al agua desde el barco o desde tierra, accidentes durante la realización de actividades subacuáticas, etc. En total, una media de 5.000 emergencias al año que afectan a más de 3.000 buques y 15.000 personas, siendo los meses de verano los de mayor actividad, fundamentalmente por la mayor incidencia de la navegación de recreo y de la inmigración irregular; aspecto este último del trabajo de Salvamento Marítimo en el que, desde el año 2006, se ha asistido a más de 30.000 personas, la mayor parte trasladadas tras el rescate a puertos españoles.

.\ Valor y profesionalidad

En 2017, la OMI premió con una Mención de Honor a las dotaciones de los helicópteros *Helimer 211* de Salvamento Marítimo y *Pesca 2* de Gardacostas de Galicia por su valor excepcional en el rescate del ya mencionado pesquero vasco.



Lloyd Horgan

270 millones de euros para Unidades Aéreas

La Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima, dependiente del Ministerio de Fomento, necesita de un conjunto de medios (centros de coordinación de salvamento, unidades marítimas, unidades aéreas, etc.) para atender las emergencias que se produzcan a lo largo de 7.880 kilómetros de costa, con un millón y medio de kilómetros cuadrados de área de responsabilidad SAR (Search and Rescue) asignada a España. Una superficie marítima que corresponde a 3 veces el territorio nacional.

En 2017 Salvamento vigiló, con sus aviones y satélites, más de 127 millones de km² de mar, lo que equivaldría a una superficie equivalente a 251 veces el territorio nacional. Para reforzar este dispositivo, el Gobierno autorizó la celebración de un contrato que permitirá garantizar el servicio aéreo por un valor estimado de 270 millones de euros. El plazo de ejecución será de 4 años con posibilidad de prórroga de 2 años más.

Se contribuye con ello a mantener y modernizar un servicio aéreo eficaz (3 aviones y 11 bases de helicópteros) que responda rápidamente a cualquier emergencia ocurrida en su área de responsabilidad SAR.

La distinción de la OMI se concedió por la valentía, dedicación y profesionalidad demostrados en la operación de salvamento de los 12 miembros de la tripulación del citado pesquero hundido, que habían abandonado el buque y se encontraban en una balsa a la deriva en aguas peligrosas, con olas de 10 metros y vientos muy fuertes.

Tanto en este caso como en otros muchos, la coordinación de Salvamento Marítimo con otras instancias es un pilar fundamental. Durante el año 2017, la labor coordinadora ha sido constante, habiéndose realizado colaboraciones con unidades de la Guardia Civil, la Armada Española, el Ejército del Aire o Frontex, así como con buques mercantes, pesqueros y de particulares, algo que tiene una particular incidencia en las labores de búsqueda y rescate de inmigrantes irregulares que viajaban a bordo de pateras y otras embarcaciones. Solo en este ámbito, las actuaciones coordinadas por Salvamento Marítimo supusieron el rescate de 18.937 personas –un 182% más que el año 2016– que a bordo de 1.211 embarcaciones intentaban llegar a las costas españolas. ▮

Primera edición de los premios Sasemar



El pasado 14 de febrero, el ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, entregó en el Centro Nacional de Coordinación en Madrid los primeros premios de Salvamento Marítimo, durante un acto enmarcado en la celebración del 25 aniversario de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima. Unos galardones dedicados a personas e instituciones que se esfuerzan y que se implican directamente en proteger la vida en el mar y el medioambiente marino.

Rescatadores y rescatados: testimonios

"Arriesgando su vida por alguien a quien no conocen"

(Constanza Vidal, rescatada, premiada por el relato de su rescate en Mallorca).

Así lo cuenta, llena de agradecimiento, Constanza en su relato "Un día 5 de agosto de 2016 cualquiera". Detrás de las frías cifras de los rescatados hay hombres y mujeres que valoran y agradecen la labor de los equipos.

• • • • • •

"Salvar vidas es un asunto muy serio y peligroso"

(Celso Rodríguez Ruiz, primer oficial del *Don Inda* cuando se produjo el rescate del *Kea* en el Atlántico Norte. Accésit por su relato de la operación).

Para las tripulaciones de rescate de Salvamento Marítimo, alerta 24 horas al día, 365 días al año, son momentos de peligro y tensión, como lo cuenta Celso en su relato titulado "Rescate del buque *Kea* en el Atlántico Norte".

• • • • • •

"Tras un susto como este se aprenden muchas cosas. Primero, que nunca hay que dejar las cosas sin poner, y que hay que revisar bien todo antes de cualquier mínima salida".

(Hellen Faus, armadora y rescatada. Accésit por el relato de su rescate en Tarragona).

Junto a las labores de rescate, uno de los cometidos fundamentales de Salvamento Marítimo es concienciar sobre la seguridad en el mar, de la importancia de tener a punto y revisados todos los equipos antes de salir. Y así nos lo cuenta Hellen en "Mi primera Tangana".

Relatos completos en www.salvamentomaritimo.es

Premios

Premio a la mejor labor de divulgación en materia de seguridad y medio ambiente marino:

- Premio al programa *Aquí la Tierra* de TVE por los reportajes: "El mar puede ser un gran enemigo", "Cómo se hacen las predicciones costeras" y "Sorprendente ropa reciclada, fabricada con redes recuperadas del mar".
- Accésit a la revista *Ingeniería Naval* por el trabajo realizado para concienciar sobre la trascendencia del vertido de plásticos en los océanos.
- Accésit al Centro Tecnológico del Mar por la labor de divulgación realizada en los proyectos Arcolpol y Mariner, para mejorar la preparación y respuesta a vertidos de hidrocarburos y sustancias peligrosas.

Premio al desempeño excepcional de los profesionales de Salvamento Marítimo:

- Premio para la tripulación de la Salvamar *Arcturus* por su gran compromiso y dedicación en el salvamento de vidas.
- Accésit a las tripulaciones de los helicópteros *Helimer 202* y *Helimer 207* por la evacuación de 23 personas durante la emergencia del buque *Cheshire*.
- Accésit a Tomás García Durán por su labor como controlador en el Centro de Coordinación de Almería desde 1994.

Premio al mejor relato de un rescate en el mar:

- Premio para Constanza Vidal por el relato "Un día 5 de agosto de 2016 cualquiera".
- Accésit para Celso Rodríguez por el relato "Rescate del *Kea* en el Atlántico Norte".
- Accésit para Hellen Fauss por el relato "Mi primera tangana".



Cetreros y rapaces al servicio de la seguridad de los aeropuertos

A ojo de halcón

Marián Campra G.ª de Viguera. Fotos: Aena

Cada día y sin descanso, un equipo formado por experimentados cetreros y sus aves rapaces garantizan la seguridad en los aeropuertos españoles vigilando las inmediaciones para evitar uno de los mayores peligros que amenazan las aeronaves durante las maniobras de despegue y aterrizaje: la presencia de aves incontroladas. España es líder mundial desde hace casi medio siglo en la práctica de la cetrería en los aeropuertos.

El cetrero y su ave rapaz, unos héroes tan poco conocidos como valiosos para la seguridad de nuestros aeropuertos, son los centinelas del campo de vuelo y sus alrededores. Las aves pueden causar grandes daños a los motores y al acristalamiento de los aviones, pero constituyen un peligro que se puede evitar. A lo largo del tiempo, se han ido probado distintos métodos disuasorios para evitar que aves incontroladas invadieran el espacio aéreo en los aeropuertos. Así, se han utilizado ultrasonidos y otros ruidos disuasorios accionados desde la torre de control, como grabaciones del graznido de un ave de presa. También se ha hecho



Cetrero y sus aves trabajando en los aeropuertos de Madrid (en la página opuesta), Barcelona (arriba) y Almería.

uso del lanzamiento de bengalas, petardos, disparos de pistolas detonadoras e incluso la tecnología más avanzada, como el uso de drones. Pero las aves silvestres se van acostumbrando poco a poco a todos estos recursos artificiales, de forma que el peligro de colisiones vuelve muy pronto a estar presente. De ahí que la cetrería, el trabajo diario de los cetreros y sus rapaces, con la ayuda de sus perros de muestra, haya acabado imponiéndose como el sistema más eficaz.

Un sistema disuasorio

El objetivo no es que el ave rapaz mate al ave invasora. Se trata más bien de una advertencia, un sistema disuasorio, pues un halcón peregrino, simplemente dejándose ver durante 15 minutos batiendo sus alas desde una altura vertiginosa, suele surtir el efecto deseado y dejar decenas de hectáreas libres de otros animales.



Entre los casos más conocidos de intromisión de aves en el espacio de vuelo de un avión, está el ocurrido en enero de 2009 en Nueva York. Un A-320 de US Airways acababa de despegar del aeropuerto cuando se sintió un tremendo impacto producido por el choque de una bandada de aves. El comandante de la aeronave, Chesley Sullenberger, decidió amerizar de emergencia en las gélidas aguas del río Hudson. Viajaban 155 personas a bordo, entre pasajeros y tripulación, que salieron ilesos gracias a la pericia y serenidad del comandante, pero que se llevaron un gran susto.

En España, AENA desarrolla en todos los aeropuertos un conjunto de actividades de gestión de la fauna cuya misión es compatibilizar la seguridad operacional con la conservación de la biodiversidad del entorno. Dos son los objetivos concretos de estas actuaciones: por un lado, evitar el establecimiento de aves en el aeropuerto, desviando su trayectoria de las zonas en que su presencia pueda significar algún riesgo para el tráfico aéreo; por otro lado, el control y prevención sobre otros grupos de animales que puedan representar algún riesgo.

En la actualidad, 33 aeropuertos españoles cuentan con unidades especializadas, los denominados “Servicios de Gestión de Fauna”, que disponen de personal adiestrado y procedimientos eficientes. Existen equipos de halconeros encargados de adiestrar aves de presa para evitar que las poblaciones silvestres sobrevuelen los recintos aeroportuarios, especialmente en las zonas costeras, donde se da una mayor concentración de flujos de poblaciones y migraciones de aves.

Félix Rodríguez de la Fuente, pionero

La primera experiencia con servicios de control de fauna en España tuvo lugar en el año 1968 en la base aérea de Torrejón de Ardoz de la mano de Félix Rodríguez de la Fuente. Conocida como "Operación Baharí" –"halcón" en árabe– tuvo tanto éxito que dos años después se implantó también en el aeropuerto de Madrid-Barajas, extendiéndose rápidamente a otros aeropuertos españoles. En aquellos años la base militar tenía un problema de interferencias aéreas a causa de bandadas de sisones que cruzaban por la zona y amenazaban el vuelo de los cazas de combate. Se probaron sin éxito diferentes sistemas para ahuyentar a las aves, hasta que finalmente los militares decidieron pedir ayuda a este gran naturalista. Félix Rodríguez de la Fuente diseñó y dirigió el proyecto de entrenar halcones para disuadir a las aves. Sus seis halcones –de sonoros nombres medievales: Minaya, Perla, Durandal, Doña Aldonza, Doña Elvira y Don Mendo– serían los pioneros en ahuyentar a las aves en un aeropuerto español.

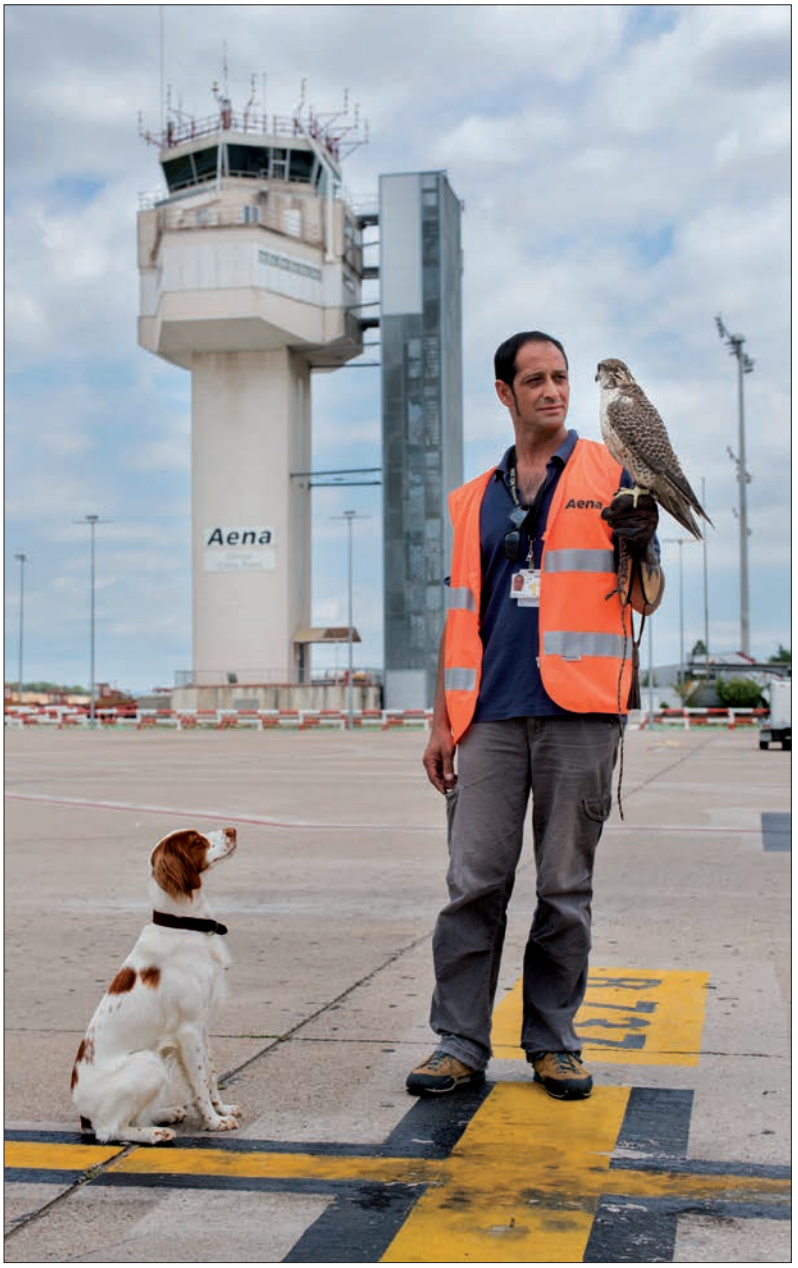
Cetrería y seguridad aeroportuaria

El halcón peregrino, tomando impulso desde el puño del cetrero, remonta enseguida el vuelo hasta gran altura, vigilando desde allí una extensa superficie. Basta con dejarse ver. El éxito de los servicios de gestión de fauna, que trabajan todos los días del año en los aeropuertos españoles, se basa en la repetición de estas intervenciones, que de forma natural y duradera desplazan a las otras aves hacia otros lugares menos peligrosos.

El halconero recorre el área asignada de forma continua y, especialmente, durante las horas de mayor actividad de las aves. No actúa en las pistas, sino en los alrededores, y solo penetra en las franjas de seguridad cuando se le solicita y autoriza desde la torre de control o el centro de operaciones del aeropuerto, que colaboran con el halconero transmitiéndole cualquier incidencia.

El trabajo diario comienza con el halcón en el puño del cetrero, con los ojos del ave tapados con una caperuza para evitar que se asuste, ya que su cerebro es óptico y no reacciona ante los sonidos, mientras que si se le dejara ver no sería fácil de controlar. Además, debe estar suficientemente motivado por la recompensa de su trabajo, la comida, razón por la cual se vigila diariamente su peso, que no puede variar ni un gramo con el fin de que la sensación de hambre no se pierda.

El ejercicio diario de las rapaces se realiza a diferentes horas y lugares con el fin de que las aves invasoras no sean capaces de predecir la aparición del halcón, y se pueden programar operaciones con carácter preventivo durante las que el equipo de rapaces efectúa vuelos en los que marcan su territorio y visualizan a sus posibles



▶ *Un cetrero con su halcón y su perro de muestra en el aeropuerto de Girona.*

Aves de cetrería más utilizadas en aeropuertos

Las especies cetreras más utilizadas en los aeropuertos pertenecen a los géneros Falco *(halcones) y* Buteo *(gavilanes o ratoneros), principalmente el halcón gerifalte* (Falco rusticolus)*, el peregrino* (Falco peregrinus)*, el sacre* (Falco cherrug)*, el ferrugino* (Buteo regalis)*, el cernícalo americano* (Falco sparverius) *y el buteo jamaicano* (Buteo jamaicensis)*. A distancia siguen a estos algunas especies de águila, como la Harris, y en menor proporción otras rapaces como el azor, el búho y la lechuza.*

El uso de cada uno de ellos varía dependiendo de las características principales que se necesiten según la intervención: fuerza, habilidad o velocidad.



Cetrera en el aeropuerto de Menorca.

presas. Igualmente, se puede actuar de forma inmediata y urgente, sin programación previa, ante el aviso de un riesgo inminente como consecuencia de una llamada procedente de la torre de control o del comandante de alguna aeronave que advierta la presencia de aves.

El Servicio de Control de Fauna en cada aeropuerto suele contar con una oficina, una zona de preparación, un almacén para su equipo y recintos para el cuidado y descanso de las aves, además de cámaras de pernocta o aislamiento en situaciones especiales como enfermedad o cambio de plumaje.

España se ha convertido en uno de los países líderes en el empleo de cetrería, mientras que en otros lugares del mundo esta práctica está relativamente poco difundida y no abundan los halconeros especializados en el trabajo en aeropuertos, por lo que se usan otros sistemas, ya citados, basados en procedimientos acústicos u ópticos. La experiencia está siendo valorada de forma muy positiva por controladores aéreos y pilotos, conocedores directos del problema que suponen las aves en el entorno de los aeropuertos, así como por instituciones científicas y grupos ecologistas, ambos especialmente sensibles ante cualquier actuación que pueda afectar a las comunidades de fauna silvestre.

Patrimonio de la Unesco

La cetrería cuenta con el reconocimiento de Patrimonio Cultural Inmaterial de la UNESCO desde el año 2010. Biológicamente se trata de una sinergia entre hombre y animal, una relación donde ambas especies salen beneficiadas. Consiste en la cría en cautividad y su entrenamiento de aves rapaces como el halcón, empleado en España, o el águila, a las que se adiestra para que, una vez realizado su vuelo –sea de caza, o, como en este caso, de advertencia y disuasión de aves invasoras– vuelvan al brazo del cetrero para recibir un trozo de comida como recompensa.

Si en un principio la cetrería era un método cinegético más, en la actualidad tiene otro sentido, dándosele otros usos, como la conservación de la naturaleza manteniendo el control de otras poblaciones invasoras, la defensa del patrimonio cultural o el deporte. Practicado en muchas partes del mundo, el arte de la cetrería presenta siempre métodos análogos. Los cetreros se sienten orgullosos de su pasado y consideran que la cetrería representa uno de los últimos vínculos del hombre con el medio ambiente natural y su cultura tradicional. En muchos lugares su enseñanza y práctica se transmite de generación en generación, hasta convertirse en parte del patrimonio familiar y social, pero también existen sistemas de aprendizaje más formales, a través de cursos de formación impartidos en clubs y escuelas, exigiéndose en ocasiones, incluso, pasar un examen para poder practicar la cetrería. Además, la celebración de encuentros y festivales facilita a las comunidades de cetreros el intercambio de conocimientos, así como fomentar la sensibilidad de la población hacia una práctica milenaria. ▮

Firma en FITUR de acuerdos entre Renfe y ayuntamientos

Turismo a todo tren



Archivo Fomento

▶ *Palacio de la Magdalena de Santander.*

Pepa Martín Mora. Fotos: Vera Nosti

Fitur ha sido el marco para unir tren y turismo. Con la firma durante la feria de los acuerdos entre distintas ciudades españolas y Renfe, se persigue la promoción turística viajando con el operador ferroviario.

Un escenario tan simbólico como Fitur ha sido el elegido para acoger, bajo la presidencia del ministro de Fomento, Iñigo de la Serna, la firma de renovación de distintos acuerdos de colaboración suscritos entre Renfe y los ayuntamientos de Ávila, Murcia, Orense, Palencia, Salamanca, Santander, Santiago de Compostela y Valladolid, para promocionar la visita en tren de estas ciudades como destino turístico durante 2018.

Escapadas de fin de semana, vacaciones de verano, estancias por viajes de trabajo o negocios y otros desplazamientos cortos o largos utilizando el tren a un precio muy competitivo gracias a estos acuerdos, que incorporan distintos planes en el lugar de destino a las ventajas del transporte en tren. Actividades culturales, espectáculos, eventos o visitas a entornos naturales, incluso turismo de salud y bienestar, se han renovado para poder disfrutarlos durante todo el año 2018, dada la buena acogida que han tenido en años anteriores.



La muralla de Ávila, cuya visita con tarifa reducida se incluye en el programa del tren "Teresa de Ávila".

Los acuerdos son variados, y al margen de las recíprocas acciones de promoción, los viajeros se beneficiarán de descuentos y ofertas en los billetes a cada uno de estos maravillosos destinos, como tarifas especiales en horarios determinados o descuentos al viajar en grupo. Además, se fomenta el uso del ferrocarril como medio de transporte en todas las actividades que se lleven a cabo para promocionar estos destinos y, en particular, el turismo cultural y el turismo MICE (*meetings*, incentivos, convenciones, eventos y congresos).

Por el hecho de haber llegado en tren a estas ciudades podremos disfrutar de reducciones en las tarifas de planes propuestos por Renfe, que seguro resultarán muy atractivos para el viajero.

Algunos de estos acuerdos van más allá y en ellos la operadora y los ayuntamientos de destino se comprometen a realizar acciones de promoción mutuas, uniendo historia y tradición con ofertas muy concretas que ayuden a conocer el atractivo de la ciudad.



Fitur

Ávila

El tren "Teresa de Ávila" es una oferta peculiar que, por cuarto año consecutivo, comercializa Renfe. Una forma de viajar a la capital de provincia ubicada a mayor altitud de toda España –1.131 metros sobre el nivel del mar– con descuentos en los billetes de tren. Se prorroga así el acuerdo entre la operadora y el Ayuntamiento y se extienden las acciones conjuntas de las celebraciones del Año Jubilar Teresiano.

El viaje en este tren está amenizado por actores que en el trayecto desde Madrid informan a los viajeros sobre aspectos turísticos de la ciudad, como los eventos "Ávila de tapas", "Ilumina Ávila", las "Jornadas Medievales" y el "Festival Internacional de Circo". El billete incluye la entrada al palacio de Superunda para contemplar la Colección Caprotti, la visita a los hornos de los siglos XV y XVI y la entrada al centro de interpretación Ávila Mística, así como la visita con tarifa reducida –gratis para menores de 12 años– a la muralla de Ávila.

Renfe pondrá en marcha este verano el Tren Teresa de Ávila a partir del servicio regular de Media Distancia, con salida a las 9:05 h. de Madrid-Chamartín y llegada a Ávila a las 10:37 h.; al regreso se saldrá de Ávila a las 20:03 h. y se llegará a Madrid-Chamartín a las 21:48 h., con la aplicación de un 20% de descuento para billetes de ida y vuelta. Se puede, además, si se desea, posponer la vuelta de fin de semana, pernoctando en la ciudad y volviendo el domingo en el mismo horario y con los mismos beneficios.

Para promocionar el tren Teresa de Ávila y facilitar información sobre rutas, fechas, visitas y enlaces de interés se insertará un *banner* en la página web de Renfe.



Archivo Fomento

▶ *La ciudad de Ourense, objetivo del programa "Ourense, la provincia termal".*

Asimismo, se facilitará información a través de la megafonía de los servicios de Cercanías de Madrid.

.\ Ourense

La salud y el bienestar también son objeto de la promoción de Renfe, que apuesta en el acuerdo suscrito con el ayuntamiento de la ciudad por el fomento de la actividad "Ourense, la provincia termal".

Con ello se podrá disfrutar de los manantiales que afloran en las orillas del río Miño, con sus tres millones de litros de aguas mineromedicinales y sus reconocidas propiedades terapéuticas que brotan del interior de la tierra a diario, y que constituyen el segundo destino termal europeo, solo por detrás de Budapest, formando parte de la Asociación Europea de Ciudades Termales Históricas.

Renfe ofrece llegar hasta este enclave con una tarifa especial llamada "Ourense Termal", que consiste en descuentos del 50% en los billetes de los trenes de Larga Distancia, incluyendo el traslado de los visitantes desde la estación de tren de la ciudad al balneario correspondiente. Por otro lado, el consistorio promociona el ferrocarril como medio de transporte en la actividad "Termalismo Saludable y Cultura Termal. Ourense, La Provincia Termal".

Son más de 70 las ofertas termales en toda la provincia que permiten disfrutar de estas aguas de reconocidas propiedades terapéuticas. Ya desde la época de los romanos se concebían como un método de sanación natural. La experiencia puede ir desde las conocidas *As Burgas*, ubicadas en pleno casco histórico de la ciudad, con sus fuentes de aguas termales que brotan a una temperatura de entre 64º y 68ºC con un caudal de 300 litros por minuto, hasta visitar otros balnearios y termas en los que darse un buen baño, bien por el simple placer de disfrutar de un momento de descanso, bien para curar alguna dolencia.

.\ Salamanca

Este año la Universidad de Salamanca cumple ocho siglos de historia, un camino que comenzó en 1218 con la constitución del *Studium Generale*, referente del acuerdo firmado entre el ayuntamiento salmantino y Renfe para promocionar la ciudad como destino turístico, ofreciendo descuentos y condiciones especiales a los viajeros.

Con motivo de la celebración de esta efeméride, el consistorio y la operadora ponen en marcha una serie de acciones promocionales en diferentes soportes y espacios relacionados con el transporte ferroviario. Los eventos que se organicen contemplarán promocionar los servicios de Renfe Viajeros como medio de transporte –en particular los que realizan los trenes de AVE-Larga Distancia–. Además la compañía ferroviaria ofrece a los



El AVE a Salamanca nos acercará a las celebraciones por los 800 años de su universidad. Debajo, ferri en la ciudad de Santander, un servicio que cumple 40 años y que cuenta desde abril con una nueva línea.

asistentes y expositores del turismo de congresos en Salamanca –convenciones y otros eventos–, previa presentación en sus puntos de venta o en la web de Renfe de la "Autorización de Descuento", un billete de ida o ida y vuelta con un descuento del 35% sobre la Tarifa General /Base.

Además, facilitará los viajes en grupo en fechas y horarios concretos, ofreciendo reducciones que pueden llegar hasta el 50%, con las condiciones habituales de tratamiento de grupo pero considerando como tal a partir de 10 personas y no 25 como es habitual.

Santander

El edificio más emblemático de Santander, el palacio de la Magdalena, situado en la península del mismo nombre, frente a la isla de Mouro, lo podremos conocer a través de una visita guiada si viajamos a la capital cántabra utilizando los servicios de Renfe. Este es, entre otros, uno de los compromisos adquiridos por el ayuntamiento de la ciudad a través del acuerdo suscrito con el operador ferroviario, que tendrá vigencia durante todo este año.

Catalogado como Bien de Interés Cultural y Monumento Histórico Artístico, actualmente es la sede de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo. Fue construido entre los años 1909 y 1911 por suscripción popular para albergar a la familia real española y se ha convertido en uno de los mayores atractivos turísticos de la ciudad, por lo que sobran los motivos para aprovechar esta oportunidad de viaje.

Además de facilitar la visita a este enclave, en virtud de este acuerdo el consistorio cántabro promociona y divulga los servicios de Renfe como medio de transporte oficial terrestre en la web del Ayuntamiento, donde ha insertado un enlace directo a su página y al blog de la operadora, así como en sus folletos de información turística.

Por su parte, la empresa ferroviaria ofrece descuentos y condiciones especiales a los viajeros o grupos que





Estación de Santiago de Compostela.

se desplacen a la ciudad en tren, con su imagen difundida en los cabezales de los convoyes y a través de un vídeo que se exhibe en las unidades de la Gerencia de Servicios Comerciales Norte de Renfe. También pondrá a disposición del Ayuntamiento 15 billetes de Larga Distancia con un 50% de descuento para viajes de familiarización, además de ofrecer a los asistentes y expositores de actividades relacionadas con la promoción del turismo de congresos u otros eventos un 35% de descuento sobre la tarifa general de sus billetes en todos sus trenes, ya sean AVE/Larga Distancia, Media Distancia Convencional o Cercanías.

Santiago de Compostela

Otra ciudad gallega que ha renovado su acuerdo con Renfe es Santiago de Compostela, al que se ha sumado, junto con el Ayuntamiento, la Asociación Provincial de Empresarios de Restauración y Hospedaje para la promoción de la ciudad, la hostelería de la comarca y el trabajo del sector.

Así, Renfe Viajeros ofrece a los asistentes y expositores de todas las actividades llevadas a cabo para la promoción del turismo de congresos, convenciones y otros eventos en general que se celebren en la ciudad, previa presentación en sus puntos de venta o en la página web de la operadora de la "Autorización de Descuento", un billete de ida o ida y vuelta en los trenes con un 35% de descuento sobre la Tarifa General/Base.

Valladolid

El Tren "José Zorrilla" entre Madrid y Valladolid, puesto en marcha por primera vez el pasado año con motivo del bicentenario del nacimiento del poeta y dramaturgo, además del "Tren de la Tapa", con motivo del Concurso Nacional e Internacional de Pinchos y Tapas, el Festival Internacional de Cine de Valladolid (la Seminci) o el Festival de Teatro y Artes de Calle (TAC), son al-

Turismo por mar

También ha sido en Fitur donde el ministro de Fomento ha aprovechado para presentar una nueva línea de la compañía inglesa Brittany Ferries que se pondrá en marcha en el mes de abril entre los puertos de Santander y la localidad irlandesa de Cork, con una travesía de 28 horas en dos servicios semanales.

El buque que realizará el trayecto será el Connemara*, con una disponibilidad en camarote para 500 pasajeros y 2.250 metros lineales de espacio en garajes.*

El ministro ha señalado que, entre los beneficios de esta nueva conexión marítima, está el incremento de la aportación del puerto de Santander al PIB de Cantabria, que en la actualidad es del 10%, en un 0,25%, además de la creación de nuevos puestos de trabajo para la reparación y mantenimiento necesarios del buque.

El lanzamiento de la línea coincide con el 40 aniversario del primer ferri entre Santander y Plymouth, que desde 1978 opera entre Reino Unido y España. Cuatro décadas en las que se han sumado otras líneas regulares entre los dos países, conectando las ciudades de Santander y Bilbao con Portsmouth, Poole y Plymouth.

A partir de ahora, serán 11 las salidas semanales desde los puertos españoles, con una capacidad anual de 330.000 pasajeros, 150.000 turismos y 40.000 camiones, unos datos que pueden traducirse aproximadamente en unas 50.000 pernoctaciones turísticas al año en España, de las cuales cerca de 25.000 corresponderían a Cantabria.



Estación de Valladolid, destino del tren "José Zorrilla".

gunas de las iniciativas turísticas que Renfe promocionará a través del acuerdo firmado con el Ayuntamiento de la capital castellanoleonesa, y que ha estado también presidido por el ministro De la Serna.

La prórroga del servicio ferroviario dedicado a Zorrilla establece que circulará todos los sábados, desde el 3 de febrero hasta el 24 de noviembre, en un tren Avant con salida a las 12.00 h. desde Madrid y llegada a las 13.05 h. a Valladolid, para los que el ayuntamiento facilitará información de los puntos de interés de la ciudad.

Los clientes de Renfe Media Distancia Alta Velocidad que viajen a Valladolid tendrán acceso gratuito a las exposiciones municipales y a la Tarjeta Valladolid Card, siendo gratuita la visita a los museos de la ciudad y el bus turístico, en los horarios programados, con la presentación del billete de tren. Renfe Viajeros también aplicará descuentos a los grupos que se trasladen a la ciudad castellanoleonesa patrocinados por el Ayuntamiento y facilitará información sobre rutas, fechas, visitas y enlaces de interés en su página web. Se informará a todos los interesados y se facilitarán folletos comerciales, en los puntos y estaciones autorizadas por Renfe Viajeros, sobre las promociones y las especiales condiciones comerciales ofertadas por Renfe Viajeros con el fin de fomentar la utilización de sus servicios. Por otro lado, el acuerdo contempla la posibilidad, previo estudio de viabilidad, de contratar trenes especiales o chárter con diferentes orígenes y destino Valladolid.



Otros acuerdos

Murcia y Palencia son, por último, las ciudades que también han suscrito acuerdos con Renfe bajo la presidencia del ministro de Fomento.

En el marco de esta propuesta de turismo que nos permite disfrutar de los beneficios de utilizar el transporte ferroviario para viajar y conocer un buen número de ciudades, hay otras que también han firmado en Fitur convenios con la operadora, como es el caso de la Red de Ciudades AVE.

Grandes capitales como Madrid, Barcelona, Valencia o Sevilla; ciudades con encanto como Alicante, Ciudad Real, Córdoba, Cuenca, León, Lleida, Málaga, Ourense, Segovia, Tarragona, Toledo, Valladolid y Zaragoza, o lugares que siempre sorprenden como Albacete, Antequera, Calatayud, Palencia, Puertollano, Villanueva de Córdoba, Villena, Zamora, todos ellas miembros de la Red, además de Elche, Granada, Murcia y Talavera de la Reina como ciudades adheridas, son los destinos turísticos que se promocionan bajo una estrategia común con la operadora ferroviaria, así como también los productos Renfe Spain Pass, dirigido a los turistas procedentes de otros países, y Avexperience.



Carmen Fontán

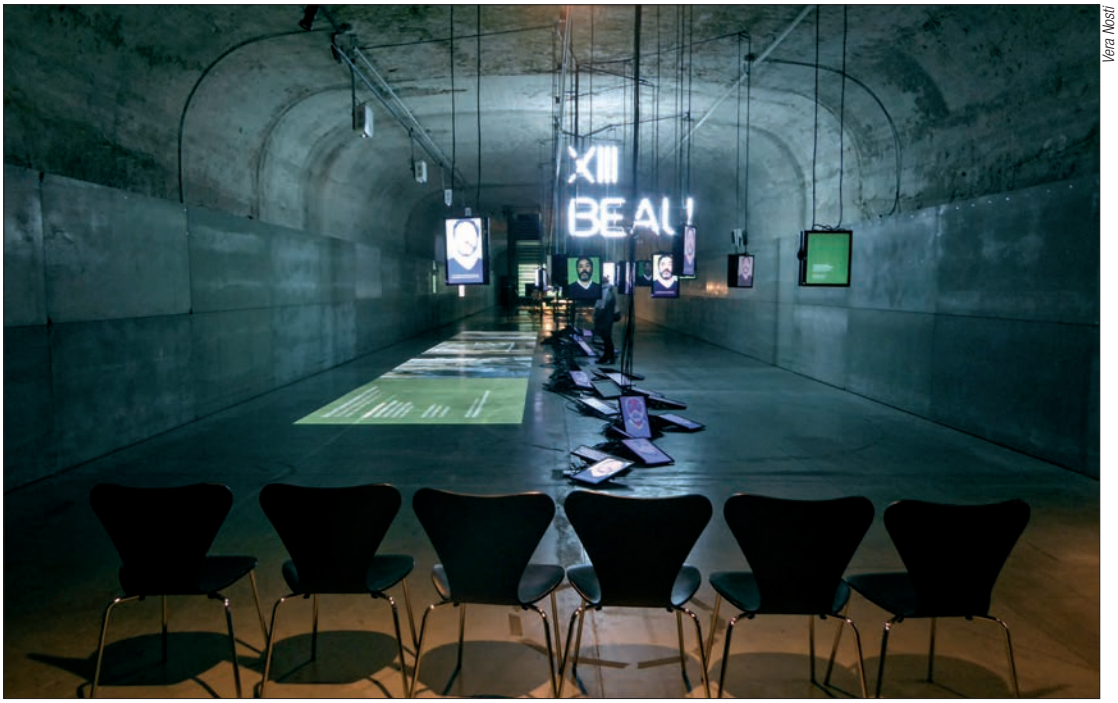
XIII Bienal Española de Arquitectura y Urbanismo

Soluciones arquitectónicas

Pepa Martín Mora

“Alternativas / Alternatives” es el título de la muestra que recoge los trabajos escogidos por la XIII Bienal Española de Arquitectura y Urbanismo (BEAU) y que hasta el mes de abril se podrá visitar en la Arquería de los Nuevos Ministerios en Madrid, coincidiendo además con la convocatoria de la XIV edición.

La itinerancia de la exposición que recoge los 89 trabajos seleccionados en la última edición de la Bienal Española de Arquitectura y Urbanismo (BEAU) concluye en la capital de España con una muestra en la Sala Zuazo de la Arquería de los Nuevos Ministerios, junto a la sede de Fomento, comisariada por Begoña Díaz-Urgorri, Juan Domingo Santos y Carmen Moreno Álvarez, arquitectos de reconocido prestigio.



Vera Nosti

La exposición se desarrolla en distintos soportes: proyecciones, pantallas interactivas y maquetas.

Bajo el título "Alternativas / Alternatives", y tras su paso por el palacio de Carlos V de Granada, la Cooper Union de Nueva York, la antigua residencia del embajador en Washington, el Construmat de Barcelona y el Centro Niemeyer de Avilés, la exposición de Madrid coincide con el lanzamiento de las bases para participar en la XIV edición de la BEAU –que, comisariada por los arquitectos José Morales y Sara de Giles y bajo el lema "Más habitar en la arquitectura, más humanizar la ciudad", pondrá el acento en la idea de habitar como fundamento de la arquitectura y de la humanización de la ciudad–, así como con el programa paralelo de actividades "La fiesta de la Arquitectura: año de bienales", ya que a la par que la BEAU se convocan la Bienal Iberoamericana de Arquitectura y Urbanismo (BIAU) y la Bienal de Venecia de Arquitectura.

Esta muestra de la Arquería en la que se recogen los trabajos de la XIII edición pone el foco en el talento de los arquitectos españoles para aportar ingeniosas e innovadoras soluciones con recursos limitados. Destacan entre los proyectos expuestos los 22 premiados en la sección obras y actuaciones en Patrimonio, urbanismo e innovación" junto a los 20 trabajos que resultaron finalistas, además de las 59 propuestas que fueron seleccionadas en los apartados de obras y actuaciones arquitectónicas, investigación y divulgación, y proyectos fin de carrera de estudiantes de arquitectura, reconociendo así el talento de los jóvenes que se incorporan al mercado laboral.

Precisamente, en esta edición ha destacado de forma especial la presencia de una generación de profesionales que inician su trayectoria con interesantes propuestas de trabajo y "para los que – según coinciden en resaltar los codirectores Juan Domingo Santos y Carmen Moreno Álvarez– la crisis no es un problema, sino un aliciente y estímulo para ofrecer respuestas cualificadas que mejoran nuestros lugares de vida".

Por su parte, la también responsable de la XIII BEAU, Begoña Díaz-Urgorri, afirma que el arquitecto español está muy valorado internacionalmente y muy reconocido por su capacidad de innovar y su talento para aportar la mejor solución posible, incluso con recursos a veces limitados. "Es un arquitecto de ingenio –señala– y por ello en esta edición hemos querido poner en valor lo existente, la ciudad que se construye sobre la ciudad".

La Bienal es un motor de reflexión y un incentivo de nuevas ideas para la arquitectura y el urbanismo

El material expuesto incluye diferentes soportes de documentación, como proyecciones audiovisuales, pantallas interactivas, maquetas que activan la proyección de imágenes o una biblioteca móvil con libros y trabajos de investigación específicos de la I Muestra de Investigación de la BEAU, entre otros, convirtiendo este evento en una ocasión para aproximar nuestra arquitectura a los ciudadanos en general y no solo a los profesionales del sector.

Pedro Pegenaute



Viviendas para realojos en el casco histórico de Pamplona, obra de Pereda Pérez Arquitectos.

En conjunto, la muestra presenta un panorama general de la producción arquitectónica y urbanística española diseñada en los últimos años, en la que priman las intervenciones domésticas y de pequeña escala frente a las grandes obras –la casa Luz, la casa Chao o la casa Andamio–, las inversiones públicas en equipamientos –163 viviendas de Protección Oficial en Vallecas, las viviendas para realojo en el casco histórico de Pamplona o el Canarias Arena–, el planeamiento urbanístico, ejemplificado en el proyecto Madrid-Río, o las intervenciones en el Patrimonio Histórico, como la recuperación del Caminito del Rey o la rehabilitación de cuatro edificios para sedes del Registro de la Propiedad en Vigo.

En general, se trata de actuaciones que aportan ingeniosas e innovadoras soluciones con recursos limitados, que mejoran los entornos urbanos y paisajísticos con propuestas acordes a las problemáticas y a los recursos disponibles y con capacidad para convertirse en referentes de un contexto y testimonios de su tiempo.

Se cumple así el objetivo de esta XIII edición en su apuesta por ser un motor de reflexión e incentivo de nuevas ideas para la arquitectura y el urbanismo español, ofreciendo modelos que sirvan de referencia para una mejor gestión de nuestros recursos patrimoniales y paisajísticos y unas ciudades que ofrezcan una mayor calidad de vida a sus habitantes

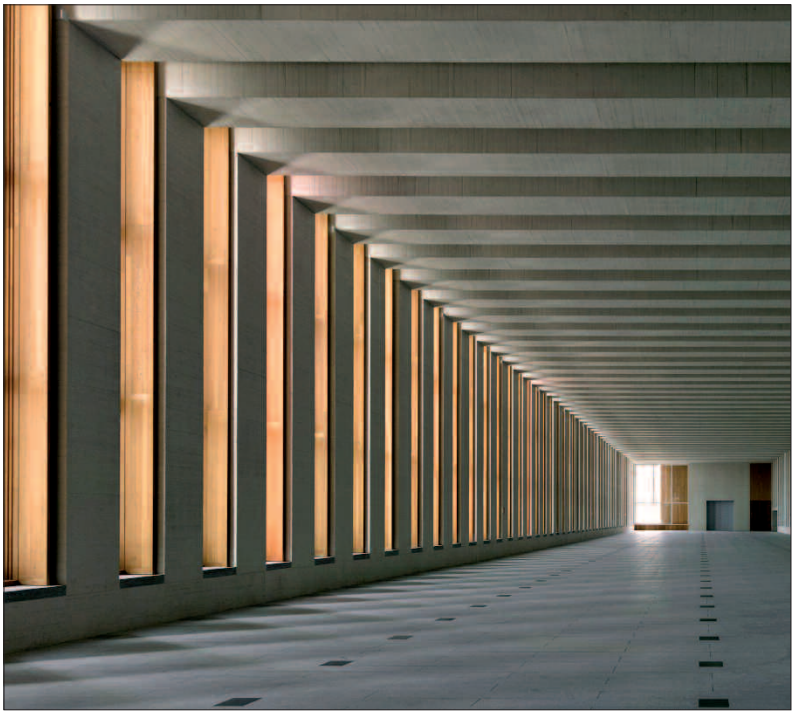
.\ Identidad cultural e innovación

Con esta XIII edición la BEAU cumple 26 años ofreciendo una mirada a las tendencias de la arquitectura y el urbanismo español con el objetivo de reconocer un conjunto de obras de alta calidad como representación del mejor y más diverso panorama del sector en los años que comprende cada convocatoria. Desde 1991 se pre-

Las 22 obras y actuaciones arquitectónicas premiadas

Huertas En Caramoniña	Elizabeth Abalo Y Gonzalo Alonso
Casa Andamio	Ramon Bosch Pagès I Elisabet Capdeferro Pla
Casa Luz	Arquitectura-G
Casa Chao	Creusecarrasco (Juan Creus / Covadonga Carrasco)
Consolidaciones Instaladas. Antiguo convento de Santa María de los Reyes de Sevilla	José Morales, Sara de Giles
Nuevo acceso al centro histórico de Gironella	Carles Enrich Giménez
Frontón Gure Jokoa de Orkoien	OFS Diego Fernández Vidaurre, Alfonso Orueta Jannone, Jaime Suescun Sánchez
Escuela de vela de Sotogrande	Héctor Fernández Elorza y Carlos García Fernández
Escuela Técnica Superior de Arquitectura en el antiguo hospital militar de Granada	Víctor López Cotelo
Recuperación del Caminito del Rey	Luis Machuca Santa-Cruz
Museo Serlachius “Gösta Pavilion”	Mara Partida, Héctor Mendoza, Boris Bezan
La Casa de los Vientos	José Luis Muñoz Muñoz
Reconstrucción y ampliación de La Masía “Can Calau” en Sant Joan Les Fonts.	Montserrat Nogués I Teixidor
163 Viviendas de Protección Oficial en Vallecas	Rafael Olalquiaga, Pablo Olalquiaga, Alfonso Olalquiaga
Viviendas para realojos en el casco histórico de Pamplona	Pereda Pérez Arquitectos
Gran Canaria Arena	Eduardo Pérez Gómez y Miguel Ángel Sánchez García
Rehabilitación de cuatro edificios para sede de los registros de la propiedad en Vigo	Jesús Irisarri Castro y Guadalupe Piñera Manso
Proyecto Madrid-Río	Burgos&Garrido (F. Burgos/G. Garrido); Porras La Casta (F. Porras-Isla/A. La Casta); Rubio&Álvarez-Sala (C. Rubio/E. Álvarez-Sala)
Casa 1014	Harquitectes
Industria de montajes eléctricos	José María Sánchez García
Auzo Factory Irazábal Matiko	Asier Santas Torres y Luis Suárez Mansilla
Museo de las Colecciones Reales	Luis Moreno Mansilla y Emilio Tuñón Álvarez

Luis Asín





Jesús Granada

▶ *Museo de las Colecciones Reales, de Luis Moreno Mansilla y Emilio Tuñón Álvarez. Dcha. Antiguo convento de Santa María de los Reyes de Sevilla, de José Morales Sánchez y Sara de Giles Dubois.*

mian no solo los proyectos arquitectónicos de rehabilitación, reforma y promoción en las distintas categorías, sino también la labor de investigación y desarrollo que se hace en España en técnicas, productos y nueva tecnología de aplicación en este campo.

Más habitar, más humanizar

La convocatoria de la XIV BEAU ya se ha puesto en marcha con la publicación de las bases para participar en la nueva convocatoria de esta iniciativa del Ministerio de Fomento. Bajo el lema "Más habitar en la arquitectura, más humanizar la ciudad", como forma de mejorar las relaciones para el desarrollo de la vida cotidiana, esta edición contará con la colaboración del Ayuntamiento de Santander, la Fundación Botín y el Colegio Oficial de Arquitectos de Cantabria, además de, como ya es habitual, con la del Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España (CSCAE) y la Fundación Arquia.

Las instituciones convocantes quieren retornar a la ciudad de Santander y centralizar en ella la celebración de las actividades de verano de la BEAU, como la entrega de premios, la exposición de los trabajos seleccionados y la presentación del catálogo. Paralelamente, se celebrarán varios talleres de arquitectura, conferencias y debates, al margen de la exposición itinerante que durante dos años acercará al ciudadano a la celebración de este evento.

Esta nueva edición, que recogerá los trabajos realizados por los arquitectos españoles durante 2016 y 2017, quiere poner el acento en las ideas de habitar y humanizar como fundamentos de la arquitectura y de la ciudad: habitar en el sentido de valorar los entornos, la vida en sociedad, los espacios, la intimidad de los lugares..., y humanizar la arquitectura y la ciudad entendidas como la adecuada relación entre las personas, los lugares y la habitación.

Al mismo tiempo, se quieren valorar las intervenciones urbanas, enfocadas a estrategias más sostenibles hacia un crecimiento interior de nuestras ciudades, no tan expansivas y tan depredadoras de la naturaleza como en la época del gran auge económico. Estrategias igualmente alternativas desde el punto de vista de la conservación y el patrimonio, que ponen en valor el tiempo y la memoria, haciéndolos compatibles con las prácticas de uso y celebración cotidianas.

Desde su primera edición, la Bienal Española de Arquitectura y Urbanismo ha ido integrando un conjunto de actividades específicamente relacionadas con la Arquitectura organizadas por las diversas instituciones colaboradoras. Se concibe, por tanto, no solo como un evento, sino como un proceso abierto durante los dos años que abarca su plazo, al margen de tener como su eje central la exposición que recoge en cada una de sus ediciones aquellas obras que por sus cualidades han sido merecedoras de ser finalistas y premiadas en cada una de las categorías. Así pues, la BEAU, aunque se desarrolle cada dos años, se concibe como un proceso continuo de actividades: exposición itinerante, debates y pequeños ciclos de conferencias que se desarrollan en diversos emplazamientos durante el periodo comprendido entre la clausura de una edición y la celebración de la siguiente.

Promovida por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo del Ministerio de Fomento, en la organización de la BEAU colabora el Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España (CSCAE) y recibe el apoyo de la Fundación Arquia –actualmente bajo la responsabilidad del arquitecto Francisco Mangado, coordinador general de Bienales de España–, formando parte del Programa de Difusión y Promoción de la Arquitectura de la mencionada Dirección General de Arquitectura del Ministerio de Fomento, un programa cuyo objetivo es proyectar la arquitectura española como referente internacional que combina la identidad cultural, histórica y artística de su patrimonio con la innovación y la modernidad. ▮



La sequía ha dejado al descubierto algunos puentes históricos de gran interés

Puentes bajo el agua (I)

Texto y fotos: Luis Solera Selva

Si existe una monumentalidad que sobrecoge al visitante es la de una estructura enterrada, oculta o desconocida que, en un momento dado, emerge de las profundidades y se exhibe, achacosa o minusválida ante los atónitos ojos del curioso que ha peregrinado hasta aquel lugar para comprobar una realidad.

Por fin las precipitaciones han hecho aparición en nuestro país, aliviando la situación de nuestros embalses, pero durante el último año, debido a la sequía, han sido noticia frecuente, sea en prensa o en televisión, los descubrimientos de obras pontoneras que durante decenios han dormido bajo las aguas de algunos embalses peninsulares. La sed de novedades, la posibilidad de capturar una instantánea curiosa, la avalancha de *selfies* con piedras polvorientas como fondo en las redes, crea un movimiento social en torno a



Puente de Pedrosa del Rey sobre el río Esla (pantano de Riaño, León).

estas ruinas que, tal vez, merezca alguna atención por parte de los estudiosos de estas obras civiles.

Bien es cierto que los episodios de sequías en nuestro territorio son frecuentes, y si nos circunscribimos a los últimos decenios, no debemos olvidar la del trienio 1980-1983 o la severa y prolongada sequía que empezó en 1991 y llegó hasta finales de 1994 y principios de 1995. Esta carestía de agua embalsada, si hacemos un repaso de las hemerotecas, era noticia frecuente, especialmente en la prensa provincial, cuyos lectores, muchos de ellos del mundo agrario, consideraban el asunto de carácter primordial para sus intereses económicos. Pasear por las orillas de ciertos pantanos en aquellas fechas y poder contemplar la ruina descubierta por los bajos niveles de caudal era noticia local o comarcal y los curiosos que descubrían aquellas joyas arqueológicas se limitaban a hacer alguna foto que, en todo caso, transmitían a la prensa provincial para que escribiera algún artículo que se difundía siempre en papel. Por ese motivo, resulta ahora difícil encontrar instantáneas de puentes emergidos de las aguas en épocas referidas al siglo XX, que se corresponde casi en su totalidad con la construcción de las presas y embalses peninsulares.

Las circunstancias mediáticas y sociales han cambiado y lo que hace unos decenios era una noticia local y efímera se convierte en global, mediática y duradera en el tiempo, especialmente por las cabeceras de periódicos en internet, pero también porque esas gentes curiosas –excursionistas, aventureros o caminantes que acceden por vías difíciles y polvorientas a nuestros puentes emergidos a causa de la sequía– rápidamente suben sus instantáneas a la red, en sus múltiples canales o muros, y nos enteramos de la existencia del puente hasta ahora oculto bajo las aguas de un embalse que muchas veces hemos frecuentado, ignorando los tesoros que albergaba.

Como es momento propicio para exhibir algunas obras pontoneras, habitualmente sumergidas, presentaremos las que pudieran tener más categoría, aquellas cuyas fábricas todavía se encuentran en un estado aceptable o, sencillamente, se han convertido en noticia estos últimos meses. En esta primera entrega, nos centraremos en las comunidades de Castilla y León y de Madrid, dedicando la segunda parte al resto de comunidades.

Puente de Pedrosa del Rey

Aunque el proyecto de la presa de Riaño es de principios del siglo XX, no se terminó hasta el año 1987, fecha en la que se empezó a embalsar y cubrió esta vetusta obra civil. El puente al que nos referimos se encuentra sobre el río Esla, cerca de las localidades de Riaño y Boca de Huérgano. Su origen se pierde en el tiempo, aunque es muy probable que ya se utilizara como una conexión en el viejo camino santiagués desde



▶ *Tajeas en la calzada junto al puente de Pedrosa del Rey (León).*

La Liébana, en lo que se conoce como Ruta Valdinierse. Su impronta es bajomedieval, de principios del siglo XIV, y ya se le cita en época de los Reyes Católicos. Tras largo tiempo en ruinas, su reconstrucción más patente se produce con la llegada de Felipe V al poder, procediéndose a la rehabilitación de vanos, muros de acompañamiento y rectificación del tablero para suavizar sus pendientes.

Es un puente relativamente corto para los caudales del río Esla en momentos de grandes avenidas. Tiene una longitud de 30 metros con tablero alomado y dispone de tres vanos desiguales; el central, ligeramente apuntado, es el de mayores luces, y se escolta por dos menores con arcos de medio punto. En la fábrica se aprecian lienzos de sillar de cantería excelente y otras zonas con mampostería variada ejecutada de forma más grosera. El trabajo de bóvedas es muy bueno, aunque ya se aprecia la degradación en las conexiones interiores de boquillas, muy fracturadas.

Refuerzan la obra junto a pilas un potente tajamar en cuña con sombrerete a base de hiladas de piedra escalonadas, de raíz renacentista, y otro más discreto en forma ahusada, también con tejadillo, que puede ser de factura barroca o clasicista. Aguas abajo dispone de dos espolones cuadrangulares, a modo de contrafuertes, también con sombreretes escalonados, un recurso frecuente en las obras pontoneras de los siglos XVI y XVII.

Para salvar la vía de posibles inundaciones en tiempos de crecida, se alargó la obra en cabecera derecha (desde aguas arriba) con un talud o aterramiento de aproximadamente 34 metros de longitud a base de muretes de mampostería y tres vanos con arcos de medio punto cuyas bóvedas, muy bien ejecutadas, presentan dovelas con marcas de cantero, diferentes a las que menudean en el propio puente. La más cercana a la obra principal es una alcantarilla de aproximadamente 5 metros de luz que aún se conserva espléndidamente. Unos metros más alejada todavía subsiste un juego de dos tajeas magníficas que se corresponden con la rectificación clasicista del puente y su calzada original.

Unos pocos cientos de metros hacia el sur, en el propio camino de Pedrosa del Rey, existe otro pontón de características parecidas, con un arco de 7 metros de luz y ancho de tablero de 3,20 metros, que salva el arroyo Rimielfo poco antes de su desembocadura en el río Esla.

.\ Puente de Villanueva del Río

Se encuentra en el valle campurriano que conforma el río Pisuerga, en las faldas de la montaña palentina y cerca de la localidad de Aguilar de Campoo. Aunque de factura semejante a la anterior, es una obra de mayor porte. Tiene una longitud de 85,50 metros, tablero alomado y cinco vanos de diversa forma. Originariamente y siguiendo un patrón común, era de tres vanos con un arco central mayor y tablero con pendientes pronunciadas hacia ambas cabeceras. Se puede



Puente de Villanueva del Río sobre el Pisuerga (embalse de Aguilar, Palencia).
Debajo, detalle del arco central.

datar a finales del siglo XIV, aunque en tiempos clasicistas se procedió a su alargamiento con la incorporación de dos vanos más y largos muros de acompañamiento. El arco central, ligeramente apuntado y con una luz de 17,50 metros, es soberbio. La fábrica es de piedra arenisca con disparidad en lienzos, abundando la mampostería irregular con mucho mortero de cal y zonas –especialmente en los arranques de muros– con sillería de buena labra y escuadría. Como suele ocurrir, los trabajos más laboriosos y eficientes se muestran en las bóvedas, con cierta diferencia entre los tres arcos originales y los dos añadidos en el siglo XVIII. Existe regularidad en la disposición y calidad del dovelaje, así como en sus remates de boquillas, y cierto cuidado en la unión con las hiladas correspondientes, aunque no en todos los arcos, debido a las variadas rehabilitaciones. Su estado actual es lamentable, con desprendimientos de muro, tímpanos, un espolón muy dañado y la quinta bóveda con pérdida de varias roscas de dovelas, además de pronunciadas grietas en paramentos, tajamares o bóvedas.



Cabe señalar que en el antiguo camino que va desde Villanueva del Río (ahora bajo las aguas) hasta el pueblo de Renedo de Zalima –calzada construida a mediados del siglo XIX– subsiste un tramo con firme de macadam, un pequeño aterramiento de bella factura con muros de sillería de gran calidad y una tajea mixta de boquillas de arenisca magníficamente realizada y una bóveda de ladrillo, que actualmente también se encuentra en ruina.

Puente de la Cuerda del Pozo

Este puente soriano se encuentra bajo las aguas del embalse del mismo nombre, también conocido como embalse de La Muedra, que entró en servicio en 1941. Situado en el término municipal de Vinuesa, cerca de la capital y en el piedemonte de los Picos de Urbión, es la única presa que regula la cabecera del río Duero. Durante los meses de sequía se le ha prestado atención en la prensa y especialmente en algunos canales de televisión.



Puente de la Cuerda del Pozo sobre el río Duero, en el embalse del mismo nombre (Vinuesa, Soria).

Se trata de una obra de origen bajomedieval, con varias rehabilitaciones en tiempos barrocos y clasicistas que nos dejan una impronta mixta. Dispone de siete vanos, cuatro de ellos con arcos ojivales y otros tres de medio punto. Muy deteriorado, está perdiendo lienzos de paramentos, muros de acompañamiento y, especialmente, en tímpanos, prácticamente desaparecidos, afectando a sus correspondientes tajamares y dejando al descubierto el extradós de la obra, lo que acentuará su ruina. Lo que podemos observar de fábrica es interesante, con predominio del sillar con buena escuadría y regularidad, así como el trabajo en bóvedas y boquillas, donde el cantero se ha esmerado en la forma y disposición de todo su dovelaje.

Puente del Arco sobre el río Alberche

La presa de El Burguillo, una de las más antiguas de España, construida en 1913, provocó que las aguas de su embalse se tragaran este puente situado junto a la aldea de Buro de la Puente y cercano a una de las ventas más conocidas de ese itinerario real, llamada Venta del Burguillo. De esta obra civil existen testimonios escritos y ya se la cita en tiempos de los Reyes Católicos. De raíz medieval, sus rehabilitaciones más profundas de producen en la primera mitad del siglo XVII con la intervención del maestro cantero burgalés Pedro Cubillo y el trasmerano Pedro de la Puente Montecillo. También en el año 1703 sufrió daños, al arruinarse su arco principal.

Se trata de un puente con tablero alomado, muy angosto y con altos pretiles. Dispone de cuatro vanos, tres de ellos con arcos de medio punto y otro apuntado. El arco mayor es espectacular, y cuesta creer que aún se mantenga con esa firmeza aunque se refuerce con potentes tajamares de sección en cuña. Pese a las aguas bajas del pantano, es muy difícil de observar, ya que se encuentra muy cerca de la presa y no hay testimonios fotográficos recientes.

Recordemos que en este embalse todavía subsiste y da servicio a la nacional N-403 en su p.k. 100 el viejo puente de hormigón armado con cuatro magníficos arcos parabólicos que proyectó hace casi un siglo José Eugenio Ribera.

Puente de la Virgen de la Nueva

En la Comunidad de Madrid, entre otros muchos, se podrían destacar dos obras que en estos tiempos de sequía también han sido objeto de interés por los medios de comunicación. Se trata de los puentes de la Virgen de la Nueva y el pontón del Tercio.

El primero servía para cruzar el río Alberche, que, en este lugar, discurre por un precioso paraje en las faldas de la sierra de Gredos. Daba servicio a un viejo camino que unía San Martín de Valdeiglesias con Robledo de Chavela. En el año 1955 se termina la construcción de la presa que conforma el embalse de San Juan y

Antigua imagen del puente del Arco, sobre el río Alberche (embalse de El Burguillo, Ávila).





Pontón del Tercio sobre el arroyo del mismo nombre (embalse de Valmayor, Madrid).

nuestro puente desaparece bajo sus aguas, aunque periódicamente emerge cuando el nivel del pantano es muy bajo.

Tiene una factura muy rústica aunque firme. Es un puente largo, con 126 metros de longitud en los que se sitúan ocho vanos con arcos de medio punto aunque con luces muy variables. Son interesantes los tres arcos centrales, escoltados por potentes tajamares en cuña aguas arriba, uno de los cuales incluso llega hasta rasante, produciendo descansadero. Aguas abajo carece de espolones. Presenta tablero alomado que aún conserva sectores con altos pretiles. Su fábrica es enteramente de mampostería con piezas de variado volumen, donde lo más destacable son las bóvedas que, al menos en boquillas, presentan roscas con un ancho dovelaje y buena disposición.

Aunque es conocido como "puente romano", la impronta actual que presenta es la de una obra medieval que ha sufrido variadas rehabilitaciones en el tiempo, ya sea con la incorporación de estos tajamares o incluso en los retoques de algunas bóvedas ya en época clasicista.



Puente de la Virgen de la Nueva (pantano de San Juan, Madrid).

El pontón del Tercio

Es una obra que salvaba el arroyo del Tercio, poco antes de su desembocadura en el río Aulencia, cercano a San Lorenzo de El Escorial. Daba servicio a la que hoy es la carretera M-501, y al construirse el embalse de Valmayor en 1975 dejó de verse. En el desarrollo de los caminos reales hacia el monasterio de San Lorenzo de El Escorial, se aprueba un proyecto del maestro cantero Marcos de Vierna, Comisionado de Guerra y Comisario de Obras y Puentes en tiempos de Carlos III, para construir una nueva vía hacia el monasterio desde el puente del Retamar, que, serpenteando por los altos de Galapagar, se uniera al que proyectó el padre Pontones como entrada a los Reales Sitios, obras que se terminaron en 1765. En la actualidad y como auténtica reliquia arqueológica de la caminería histórica, nos queda este sencillo aunque firme pontón y unos cien metros de calzada clasicista en la que se puede observar su estructura de piedra, desaguaderos o tajeas, muros de contención, guardarruedas y hasta lienzos de firme. En la obra pontonera destacan sus pretiles y ornamentación a base de pináculos de granito. Y hay que destacar que, aunque Marcos de Vierna intervino, autorizó y modificó muchos proyectos de puentes en su época, existen pocas obras de las que fuera proyectista y constructor, como es este caso, o también el del precioso puente de Aranjuez, conocido como puente Largo, sobre el río Jarama, obra que terminó en 1761, unos años antes de empezar este camino real. ▮

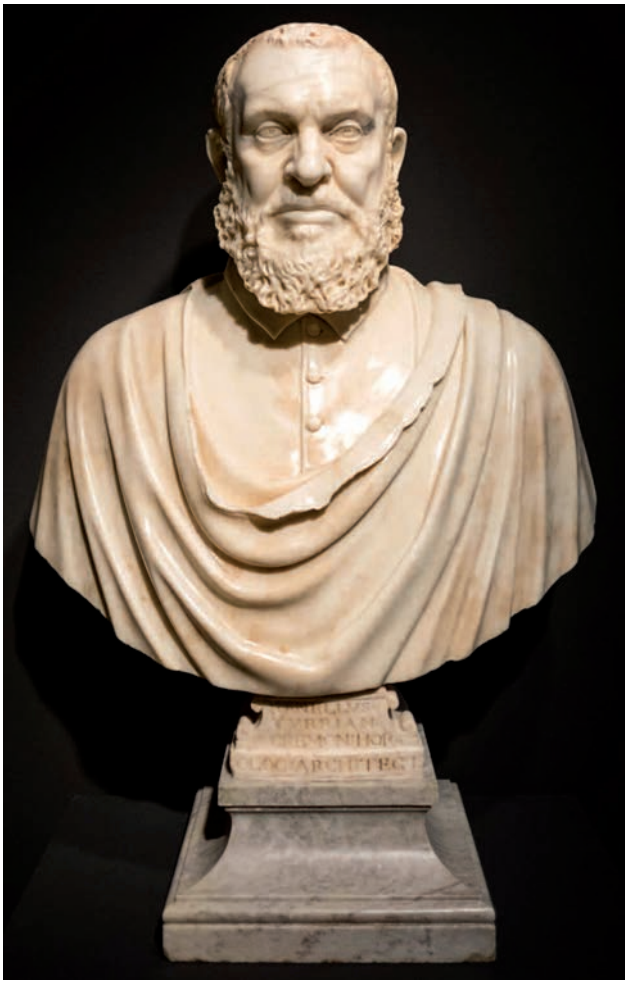
La exposición sobre Juanelo Turriano en la Biblioteca Nacional: un recorrido por la ciencia y la técnica de la Alta Edad Moderna

Juanelo o la fascinación por la máquina

Texto y fotos: Mariano Serrano Pascual

Nada queda de sus obras más que bosquejos y reproducciones no siempre fieles, e incluso su vida, velada durante mucho tiempo por la leyenda, sigue arrojando zonas de sombra. Pero el trabajo de Juanelo Turriano, más allá de la imaginación de literatos o del dicho popular, se revela como el de un auténtico genio del Renacimiento, uno de los protagonistas de la época en que se pondrían las bases técnicas de la primera gran revolución científico-tecnológica de la historia.

Cuenta el monje que narró los últimos días de Carlos V en su retiro de Yuste que "cada día, por la mañana, luego que se abría su aposento, entrava Juanelo a ver y concertar el relox que tenía de assiento en cima de un bufete, donde quiera que estava; y en saliendo, entrava el padre fray Juan Regla, su confessor, a reçar con él, y acavado de reçar, entravan los barberos y cirujano". Es decir, que antes que al propio confesor o su médico, era a Turriano, su relojero, al primero que veía quien hasta hacía poco había sido señor de la mayor parte de Europa.



Busto de Juanelo Turriano, obra de Pompeo Leoni. Museo de Santa Cruz de Toledo.



▶ *Exposición "Juanelo Turriano, genio del Renacimiento", en la BNE. Debajo, portada de* Los Veinte y un Libros de los Yngenios y Maquinas de Juanelo, *manuscrito del siglo XVII de la BNE.*


LOS VEÍNTE Y VN
Libros de los Yngenios, Y Maquinas de
Iuanelo, los quales le Mando escribir
Y Demostrar el Chatolico Reí
D. Felipe Segundo Rey
de las Hespañas
Y Nuebo
Mundo.
Dedicadas al Serenissimo Señor Don
Iuan de Austria Hijo de el Chatolico
Reí D. Felipe quarto Reí de las
Hespañas.

Tal vez sea cierta la anécdota, o tal vez no sea sino parte de esa visión que alguna historiografía nos ha dado de un emperador, sobre todo en sus últimos años, un tanto infantil, ajeno al mundo y volcado en una afición, casi una obsesión, tan aparentemente inocente como la de los relojes. En todo caso, no deja de ser un dato más de la enorme fama y predicamento de los que disfrutaba entonces, frisando los sesenta, aquel relojero, matemático, astrónomo, ingeniero e inventor lombardo. Una fama que no haría sino crecer en los años siguientes y aún más tras su muerte, hasta convertirse en el referente del genio. Pues Juanelo y sus obras –su artificio de Toledo, sus autómatas, sus relojes– se convirtieron casi en un mito; su figura se cantó en poemas, obras dramáticas y leyendas; su nombre alimentaba refranes y proverbios como ejemplo de persona sabia e ingeniosa, y se incluía en el título de libros como en famoso *Los Veinte y un Libros de los Yngenios y Maquinas de Juanelo*, no porque fueran de su autoría sino para subrayar la genialidad y grandeza de tales invenciones.

La exposición que puede verse en la Biblioteca Nacional de España hasta el 6 de mayo va más allá del mito y la leyenda de Turriano y nos sumerge, mediante una amplia muestra de fondos gráficos y bibliográficos, material documental, reproducciones y obras de arte, en el contexto de una época, marcada por la hegemonía de los Habsburgo, el humanismo renacentista y los albores de la Revolución Científica, en la que el poder y la fascinación por la técnica fueron de la mano.



▶Presentación de don Juan de Austria al emperador Carlos V en Yuste, *óleo de Eduardo Rosales, 1869, Museo del Prado. Juanelo Turriano sería el primero por la derecha.*

Un microcosmos para el césar Carlos

En el año 1547, Janello Torriani (tal era el nombre italiano de nuestro Juanelo) fue convocado a Ulm, al sur de Alemania, por el emperador Carlos. Tenía por entonces el relojero cremonés casi cincuenta años, una edad que teniendo en cuenta la esperanza de vida de la época podía considerarse el inicio de la ancianidad. Se habían conocido, Janello y Carlos, dos años antes, en la también ciudad imperial de Worms, cuando, gracias a algunos contactos y sobre todo al prestigio que ya se había ganado en Cremona y Milán, consiguiera Juanelo ser presentado al hombre más poderoso de Europa. De su visita a Ulm volvió a Italia Torriani con el encargo de uno de los más ambiciosos proyectos mecánicos de la época: construir un reloj planetario que superara en utilidad y precisión al más famoso –y uno de los más antiguos– de los relojes de este tipo fabricados hasta entonces, el *astrarium* de Padua de Giovanni de Dondis, del siglo XIV.

Janello Torriani no era ningún advenedizo de los que se movían en torno al emperador buscando unas migajas de poder, ni desde luego un simple aprendiz. Había nacido hacia 1500 en Cremona, en el Milanesado, territorio feudatario del Sacro Imperio Romano Germánico –y gobernado desde 1535 por el futuro Felipe II de España–, en el seno de una familia de comerciantes. Gracias a su mentor, el médico y físico Giorgio Fondulo, tuvo una completa educación en la que adquirió conocimientos tanto de gramática y latín como de matemáticas, física y astronomía, un bagaje teórico-práctico que le familiarizó con los grandes nombres de la mecánica y la construcción de Grecia y Roma, como Vitrubio y Arquímedes, sobrenombre, el de "segundo Arquímedes" –y también el de "nuevo Dédalo"–, que otorgarían a Turriano sus contemporáneos.

> Mucho más que instrumentos para medir el tiempo, los relojes planetarios de Juanelo eran auténticos microcosmos

Pertenecía al gremio cremonés de los herreros, que en aquella época eran los responsables de la fabricación no solo de lo que hoy entendemos por cerrajería, sino de todo artilugio, incluso lo más sofisticados, compuesto de piezas y engranajes mecánicos, desde dispositivos para armas de fuego hasta instrumentos musicales, relojes o mecanismos destinados a cualquier

Los escenarios vitales de Turriano

Como otros sabios de la época, la vida de Juanelo Turriano transcurrió al amparo de los Habsburgo, primero con el emperador Carlos V y más tarde con su hijo Felipe II. Nació en Cremona, al norte de Italia, hacia 1500, a la sazón, como todo el Milanesado y gran parte de Italia, bajo dominio efectivo del Sacro Imperio Romano Germánico. En Cremona realiza sus primeros trabajos hasta 1540, año en que se traslada a Milán, donde vivirá más de una década. Durante esos años, el emperador le convocará varias veces a su lado, a Worms, a Ulm o a Augsburgo, sedes imperiales, para encargarle trabajos o hacerle partícipe junto a otros sabios en diversas discusiones científicas. A partir de 1554 se traslada a Bruselas, y dos años después seguirá a Carlos V hasta Yuste, donde este se retira tras abdicar en su hermano Fernando la corona imperial y en su hijo Felipe la española. Tras la muerte de Carlos en 1558, Turriano marcha a Madrid al servicio de Felipe II, y en 1565 se instala en Toledo, donde residirá hasta su muerte en 1585.

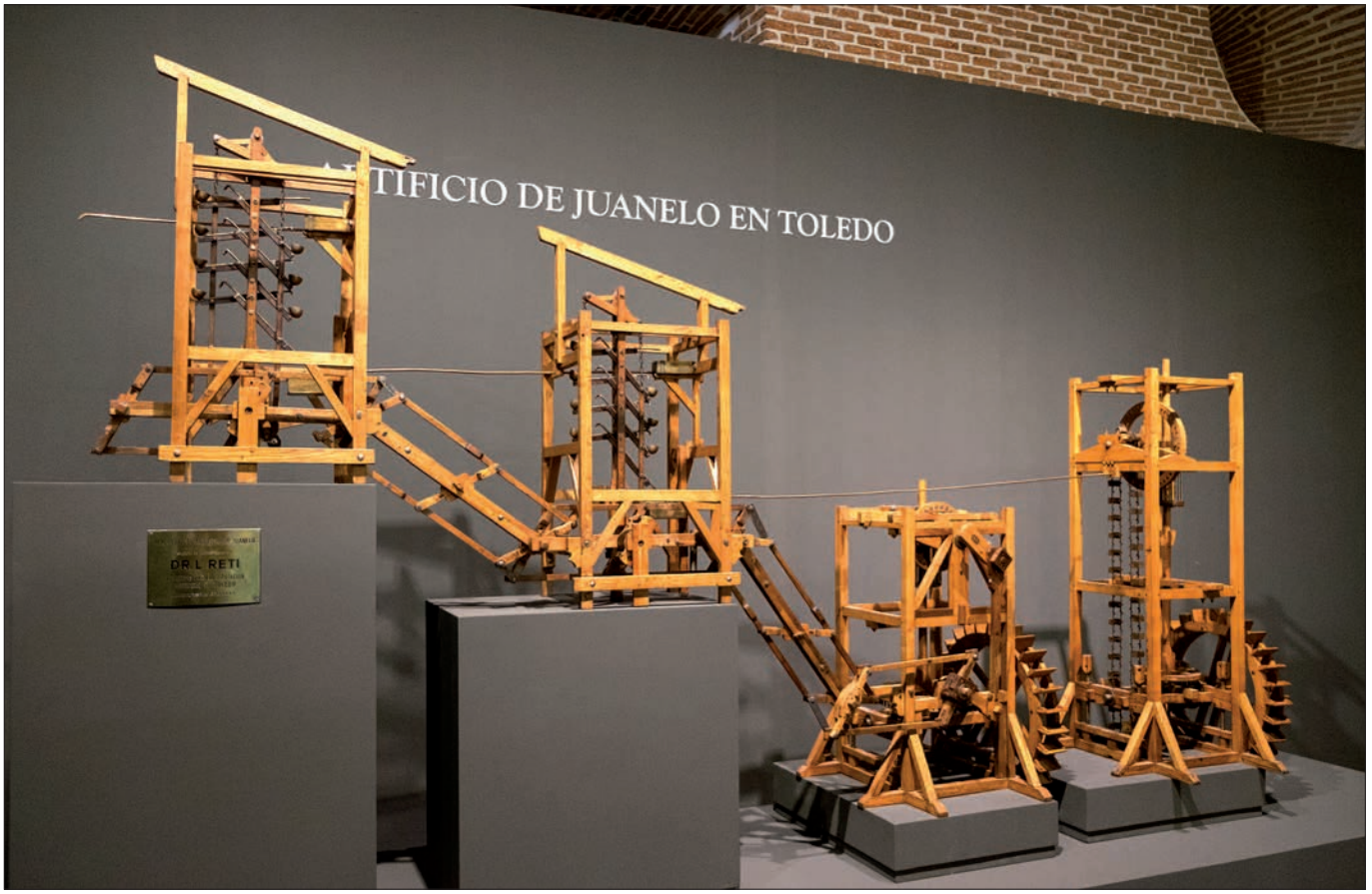


tipo de ingenio de micro o macromecánica. Con menos de treinta años, todavía en su Cremona natal, a Turriano le habían hecho varios encargos, como la restauración del reloj del Torrazzo. Pero sería en Milán, adonde se traslada en 1540 para restaurar un reloj planetario, donde se relacionaría con algunos de los más insignes artistas y artesanos de la época, al servicio de la nobleza y de las cortes europeas, como Jacopo da Trezzo (nuestro Jacometrezo) o Leone Leoni y su hijo Pompeo, que al igual que Turriano acabarían trabajando en la España de Felipe II.

El encargo que le hizo el emperador, conocido como el "reloj grande", suponía un gran reto. Un reloj planetario como aquel, además del transcurrir de las horas o el día del mes, mostraba los solsticios, las festividades religiosas, los signos del Zodiaco y el movimiento del sol, la luna y los planetas. En una época en que muchas de las actividades que se acometían, desde comenzar una batalla o el sitio de una ciudad hasta diagnosticar enfermedades e iniciar el tratamiento adecuado, dependían aún de un exacto conocimiento de las vicisitudes astronómicas, un reloj de ese tipo significaba mucho más que una muestra del exquisito gusto y del lujo de quien lo encargaba y más que un simple instrumento de medición del tiempo. Gran acierto tuvo el humanista Marco Girolamo Vida, paisano y amigo de Juanelo, cuando, "para que no sea entregado al césar una creación de tanta maestría sin un nombre", bautizó aquel ingenio con el de Microcosmos.



La exposición "Juanelo Turriano, genio del Renacimiento", hasta el 6 de mayo en la Biblioteca Nacional, recoge una amplia muestra de fondos bibliográficos, material documental, reproducciones y obras de arte de la época en que vivió Juanelo.



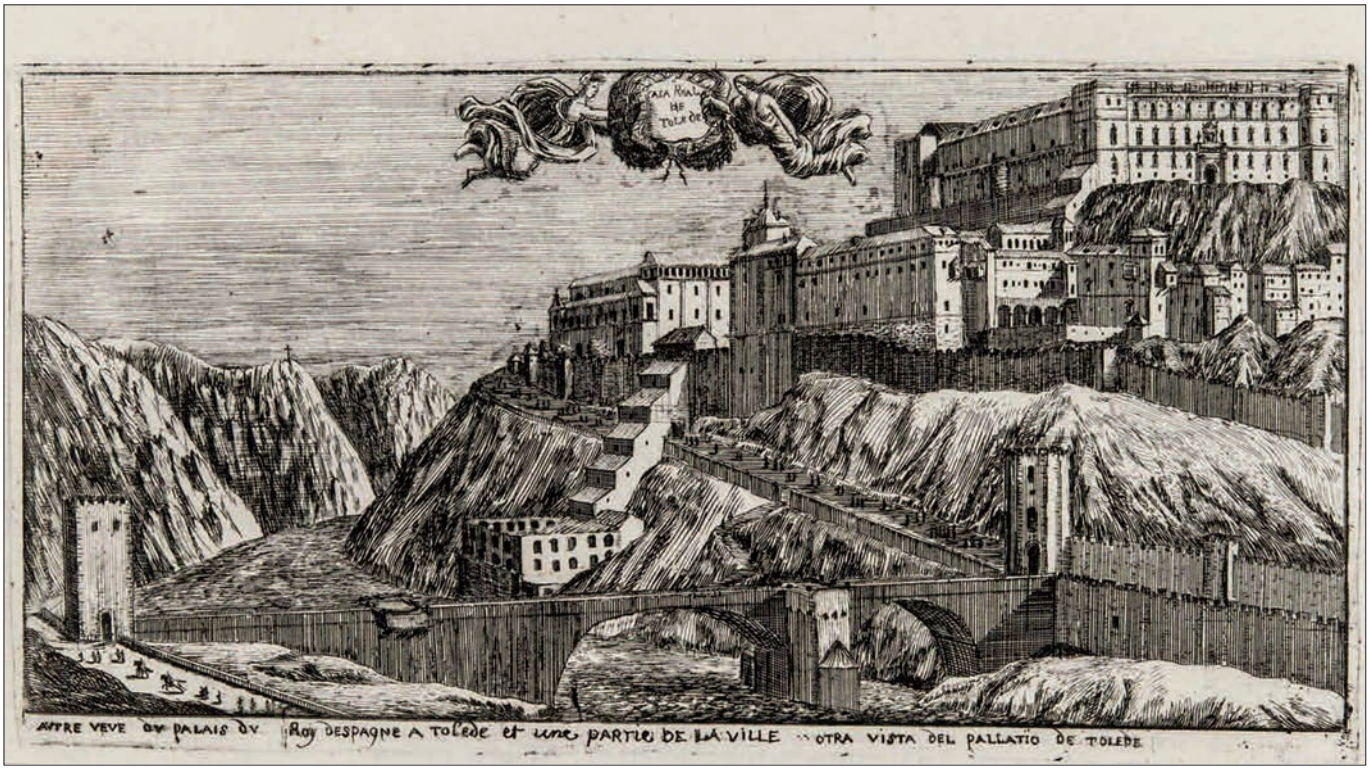
▶ *Maqueta del artificio de Toledo, obra realizada por Juan Luis Peces según las investigaciones de Ladislao Reti.*

.\ De la micromecánica a la ingeniería

Quedó tan satisfecho Carlos con el nuevo reloj que otorgó a Turriano una pensión vitalicia de cien ducados anuales y lo tomó definitivamente a su servicio con el título de *mathematicus et inter horologiarium architector*. No fue el reloj grande –que a pesar de su nombre y de estar compuesto por más de 150 piezas era portátil y tenía poco más de medio metro de diámetro– el único que fabricó Juanelo para el emperador. También ha pasado a la historia el llamado "cristalino", al estar fabricado en cristal de roca, mucho más pequeño y también más lujoso que el anterior. Pero además empezó a trabajar en otros proyectos, como en molinos y otros artilugios mecánicos, sobre todo hidráulicos, con nuevas aportaciones de su invención, y puso su ingenio también al servicio de una de las actividades recreativas que estaban más en boga en cortes y palacios: los autómatas. Emperadores, reyes y nobles rivalizaban por tener la colección más variada y completa de estos modelos mecánicos a escala que reproducían los movimientos humanos y que servían de entretenimiento para los invitados. Se sabe que Juanelo hizo alguno de los más famosos de la época, como el de una mujer de madera que bailaba al son de la música que ella misma tocaba en un tambor.

Cuando, en 1556, Carlos V abdica y decide retirarse a Yuste, Turriano es uno de los cincuenta servidores que lo acompañan. Allí permanecerá hasta la muerte del emperador, dos años después, no solo como encargado de mantener y aumentar la colección de relojes de Carlos, sino también como matemático e ingeniero. Así, entre otros trabajos, se le atribuyen, además de esferas armilares o astrolabios, las obras hidráulicas de las dependencias que sirvieron para alojar al emperador y su pequeña corte: canalizaciones, desagües y un gran estanque que aparte de elemento ornamental del jardín servía de presa para un molino harinero.

Muerto el emperador, Juanelo se instala en Madrid, reclamado por el nuevo monarca Felipe II, que como primera medida para retenerlo a su lado le nombra "matemático mayor" y le aumenta el sueldo que le había concedido su padre hasta los 400 ducados anuales. Desde entonces, Turriano va a dedicarse fundamentalmente a las obras hidráulicas, uno de los aspectos de la técnica que más impulso tomaría durante el Renacimiento. El abastecimiento de las viejas y las nuevas ciudades, la canalizaciones y los desagües, el drenaje de minas o el de pantanos con el fin de ganar terreno para la agricultura o para vías de comunicación se convirtieron en obras públicas de primera necesidad y campo abonado para innovaciones y recursos técnicos de nuevo cuño.



Vista de Toledo con el artificio en un grabado del siglo XVIII (BNE). Autómata de madera y hierro de mediados del siglo XVI perteneciente a una colección privada.

Como ingeniero hidráulico Juanelo participó en el diseño de la presa de Tibi –cuyas obras realizó otro grande de la ingeniería de la época, Juan Bautista Antonelli–, en el canal de Colmenar y en el sistema de drenaje de las minas de Guadalcanal.

Pero su obra cumbre, aquella por la que pasaría a la historia de la ingeniería, fue el artificio para elevar el agua desde el río Tajo hasta el alcázar de Toledo, ciudad a la que se trasladó Juanelo en 1563 y en la que viviría hasta su muerte en 1585. Construyó Turriano su primer artificio (luego levantaría otro junto al primero) entre 1565 y 1569, y enseguida cobró una fama inusitada. La máquina, algo nunca visto hasta entonces, consistía en una compleja estructura de madera con más de 200 piezas entre carros y cazos de latón, que cubría una distancia de 600 metros de longitud y salvaba un desnivel de 100 metros, siendo capaz de elevar hasta el alcázar cerca de 20.000 litros de agua diarios.

La fama que cobraron aquellos artificios fue impresionante. No hubo viajero que no hablara, maravillándose, de la complejidad de la máquina y del ingenio necesario para crear algo así. Incluso muchos años después de que hubiera dejado de resultar operativo –y las voces críticas surgieron muy pronto, reprochando su gran coste de mantenimiento y la facilidad con que se averiaba–, el artificio seguía siendo una de las grandes atracciones de la ciudad. Curiosamente, a pesar de las numerosas descripciones de los siglos XVII y XVIII, y teniendo en cuenta que no ha llegado hasta nosotros ninguna maqueta o plano original, resulta difícil hoy día, incluso tras los últimos trabajos arqueológicos, hacerse una idea exacta de su construcción y funcionamiento. La gran obra de Turriano, aquella que el humanista Ambrosio de Morales calificó como una de "las más insignes que puede haber en el mundo", sigue envuelta en cierto modo en ese halo legendario que siempre rodeó a todo lo relacionado con Juanelo.



Un hombre del Renacimiento

Se dice que Turriano murió casi en la indigencia, a pesar de la pensión real que recibía y del prestigio que habían ganado sus obras. Pero la fama le siguió acompañando, y sus inventos alimentaron historias fantásticas, tanto literarias como populares. La más repetida es la del "hombre de palo", aquel autómata que todos los días se dirigía desde la casa de Juanelo hasta el palacio del Arzobispado de Toledo para recibir un plato de comida que llevaba a su anciano dueño. El artificio, los autómatas y el propio Juanelo se convirtieron en



Durante el Renacimiento, el conocimiento del mundo y los avances tecnológicos, íntimamente ligados al poder, se convirtieron en instrumentos fundamentales de los grandes estados.

tema literario empleado por Lope, Quevedo o Góngora, y en la narrativa de los últimos años el auge de la novela histórica ha convertido a Juanelo en un excelente personaje de sus ficciones.

Pero más allá de la literatura o los mitos, Juanelo Turriano representa el espíritu de una época nueva en la que se conjugaron las teorías matemáticas y físicas, recuperadas de la época clásica, con su aplicación práctica mediante una técnica en continua evolución. Algo que, por otro lado, hubiera sido imposible sin el auspicio del poder, de los nuevos gobernantes de la Alta Edad Moderna, embarcados en la creación de Estados más poderosos e independientes, y de los que Carlos I y Felipe II son quizás los más representativos. La guerra moderna, la navegación con el objetivo de descubrir y dominar tierras desconocidas hasta entonces, el crecimiento económico de unas ciudades cada vez más pobladas y con mayores necesidades sanitarias y de habitabilidad, precisaban de ese *homo faber* –como lo llamó Maravall– inventor de nuevos artificios, de máquinas nunca imaginadas que producen auténtica fascinación y de métodos constructivos innovadores. Por su parte, el humanismo renacentista había puesto en el centro de sus preocupaciones filosóficas al ser humano y abogaba también por un hombre nuevo, foco indiscutible de una época distinta.

Hijos del Renacimiento, los hombres del XVI pondrían las bases de la revolución científica que se manifestaría plenamente unas décadas más tarde. Leonardo, Brunelleschi, Cardamo, Bruno…, cada uno en su campo, fueron la representación de ese hombre activo, creador, inventor. Fue la época del genio, la Edad de lo Nuevo, como también se la ha llamado, que sin duda tuvo en Juanelo Turriano uno de sus principales protagonistas. ▮

Bibliografía

Existe un interés creciente en la vida y obra de Turriano, lo que se plasma en una cada vez más numerosa bibliografía, algo en lo que ha tenido un papel trascendental la fundación que lleva su nombre, organizadora de la exposición de la BNE, que ha publicado varios de los textos más recientes, la mayoría accesibles en Internet.

- ✓ *Cervera Vera, L.:* Documentos biográficos de Juanelo Turriano. *Fundación Juanelo Turriano, 1996.*
- ✓ *Revuelta Pol, B. y Romero Muñoz, D.: "Juanelo Turriano, relojero e ingeniero cremonés", en la obra colectiva* Realismo y espiritualidad. Campi, Anguissola, Caravaggio y otros artistas cremoneses y españoles en los siglos XVI-XVIII. *Valencia, 2007.*
- ✓ *Crespo Delgado, D.: "Juanelo Turriano, ingenio y fama", en Cámara Muñoz y Revuelta Pol (eds.),* Ingenieros del Renacimiento. *Fundación Juanelo Turriano, 2014.*
- ✓ *Zanetti, C.:* Juanelo Turriano, de Cremona a la Corte. Formación y red social de un ingenio del Renacimiento. *Fundación Juanelo Turriano, 2015.*

Además, en la web de la citada fundación hay vídeos sobre la exposición, así como el catálogo de esta, si bien solo en versiones en inglés e italiano.

Nuevo Plan Estatal de Vivienda para el período 2018-2021

El ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, presentó el 8 de marzo el Plan Estatal de Vivienda 2018-2021. Con un presupuesto total de 1.443 M€, supone un incremento del 62,46% respecto del anterior Plan 2013-2016.

Sus objetivos principales serán, por un lado, contribuir al incremento del parque de viviendas en alquiler y, por otro, fomentar la rehabilitación y regeneración urbana y rural.

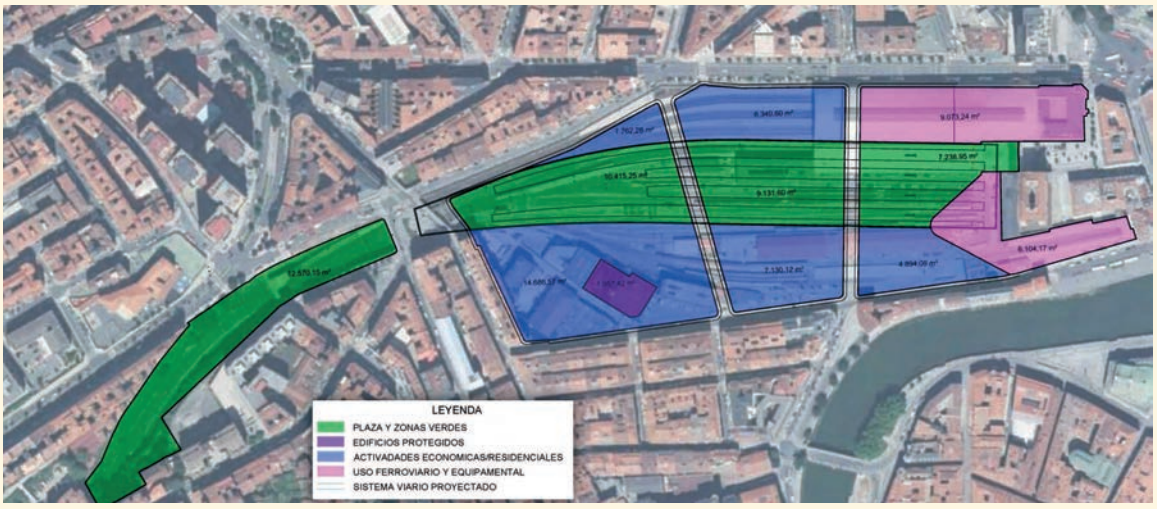
Se han establecido nueve programas, con efectos retroactivos desde el 1 de enero de este año, que se pueden sintetizar de la siguiente manera: Facilitar el acceso al parque de viviendas en régimen de alquiler, impulsando y mejorando las ayudas; fomentar la promoción de viviendas en alquiler; ayudas sociales a familias en situación crítica; especial incidencia en la eficiencia energética y accesibilidad con ayudas a la rehabilitación, regeneración y renovación urbana y rural; estrategia nacional frente al reto demográfico; mejora del bienestar de las personas mayores o con discapacidad, con ayudas a la promoción de viviendas con servicios comunes adaptados en alquiler; y, por último, Implicación de las Comunidades Autónomas mediante la cofinanciación.

Los efectos del Plan, incluyendo la cofinanciación del 30%, suponen un total de 3.047 M€ para inversión total generada en actuaciones de rehabilitación edificatoria, regeneración y renovación urbana y rural, así como promoción de vivienda en alquiler; un total de 1.157 M€ de capital total en arrendamiento; 557.109 ayudas en subvenciones en el periodo 2018-2021, y, finalmente, la creación de 60.320 nuevos puestos de trabajo.



Acceso de la alta velocidad a Bilbao

El pasado 8 de marzo se presentó en la capital vizcaína el proyecto de acceso a Bilbao de la Y vasca (línea de alta velocidad Vitoria-Bilbao-San Sebastián-frontera francesa). La solución técnica, incluida en el nuevo estudio informativo para el acceso a Bilbao-Abando, contempla la conexión de la línea con la estación de Abando mediante un trazado en túnel de 6,2 kilómetros que enlazará con el viaducto ya construido sobre el río Nervión, cerca de Arrigorriaga, y que incluirá una caverna para la conexión con la Variante Sur ferroviaria. También prevé la construcción, al costado de la actual, de una estación término intermodal, soterrada en dos niveles con ocho vías cada uno para acoger todos los servicios ferroviarios, más una entreplanta. La inversión estimada en el proyecto, cuyo plazo de ejecución es de 48 meses, asciende a 728 M€ (IVA incluido), que se desglosan en dos grandes actuaciones: la estación –cajón soterrado y vías (290 M€) y arquitectura (185 M€)–, a cofinanciar por el Ayuntamiento, el Gobierno vasco y Adif, y el túnel de acceso (253 M€), que financiará Adif. El proyecto propiciará una operación de integración urbana y la reordenación de los espacios ferroviarios en la zona de Abando, liberando 90.000 m² de suelos que permitirán al Ayuntamiento obtener fondos para costear parte de las actuaciones.



Nuevo impulso para la conexión Madrid-Asturias del AVE

El Corredor Norte-Noroeste de Alta Velocidad acaba de recibir un nuevo impulso con la aprobación de nuevas inversiones, pues el Consejo de Ministros y el Ministerio de Fomento, a través de Adif Alta Velocidad, han dado luz verde a la licitación de varios contratos por un importe global de 114,9 M€, para la línea de AVE León-Asturias.

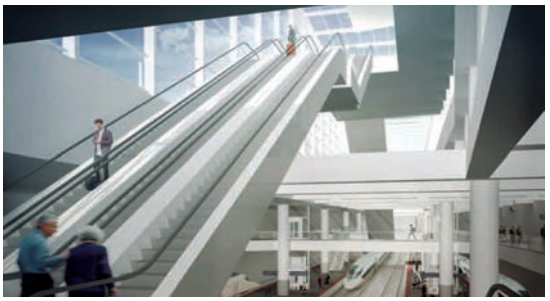


Los nuevos contratos consisten en el montaje de vía en el tramo La Robla-Campomanes –licitación ya aprobada por el Consejo de Ministros–, el suministro de traviesas y carril para el tramo La Robla-Campomanes-Pola de Lena y los desvíos ferroviarios para el tramo León-Variante de Pajares.

Según el ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, "se trata de un paso definitivo y del último gran proyecto que restaba por aprobar para hacer realidad la llegada de la Alta Velocidad a Asturias". Con estas contrataciones, Fomento da un nuevo impulso a su compromiso de desarrollar todos los trabajos necesarios para reducir los tiempos de viaje entre Madrid-Castilla y León y Asturias.

Nueva remodelación de Puerta de Atocha

El Ministro de Fomento, Iñigo de la Serna, ha presentado junto al arquitecto Rafael Moneo, el pasado 13 de marzo en Madrid, la segunda fase de las obras de ampliación de la estación ferroviaria Puerta de Atocha, con una inversión total de 660,6 millones de euros, de los cuales 423 millones se invertirán en la propia estación y 237,6 millones en la necesaria remodelación de las vías que conectan con la estación de Chamartín.



Esta segunda fase de las obras de ampliación de la estación tiene tres objetivos principales: la mejora de las condiciones de gestión y explotación de la estación para adaptarla al previsible aumento de viajeros y a la futura entrada en servicio de nuevas líneas de alta velocidad; permitir la parada de trenes en la estación, una vez entre en servicio el túnel en ancho internacional entre las estaciones de Puerta de Atocha y Chamartín, y, además, mejorar la integración urbana, incluyendo nuevos accesos peatonales y para el tráfico rodado en la estación, así como una pasarela peatonal que conecte los dos barrios situados a ambos lados del complejo ferroviario.

Esta actuación está vinculada a las obras de cuadruplicación de vía entre Atocha y Torrejón de Velasco, así como al túnel de ancho internacional entre las estaciones de Puerta de Atocha y Chamartín, que mejorarán la explotación ferroviaria y la movilidad de los viajeros.

Madrid, centro mundial de la navegación aérea

La feria Ifema acogió del 6 al 8 de marzo, por cuarto año consecutivo, la celebración del World ATM Congress (Congreso Mundial de Gestión del Tráfico Aéreo), la gran cita anual de la comunidad aeronáutica mundial, que reunió a cientos de expertos y empresas de 130 países para debatir sobre los desafíos del transporte aéreo y conocer las novedades tecnológicas en gestión del tráfico aéreo. El congreso, promovido por la Organización de Servicios de Navegación Aérea Civil (CANSO) y la Asociación de Control de Tráfico Aéreo (ATCA), con organización de ENAIRE, dedicó su ciclo de conferencias al rápidamente cambiante espacio aéreo mundial, incidiendo en temas como las operaciones autónomas o las crecientes alianzas en gestión del tráfico aéreo. En otras sesiones se abordaron asuntos como la integración segura de los drones, el impacto de la digitalización y los centros virtuales en la navegación aérea o la influencia de las nuevas tecnologías en la eficiencia del espacio aéreo. El evento fue inaugurado por el ministro de Fomento, quien anunció para 2019 una reducción del 12% (en vez del 4% previsto) en las tarifas de navegación aérea que aplica ENAIRE, una decisión que ha sido posible "gracias a la excelente evolución del tráfico aéreo", y confió en que las aerolíneas trasladen esta rebaja al coste del billete.



Apoyo a la oferta española en el Reino Unido

El ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, mantuvo el 28 de febrero sendos encuentros en Londres con su homólogo británico, Chris Grayling, y con las empresas españolas de infraestructuras del transporte para analizar los planes que pondrá en marcha el Reino Unido y las oportunidades que se abren para estas compañías. Se trata de la primera cumbre de este tipo que el Plan de Internacionalización del Transporte y las Infraestructuras ha programado en 11 países prioritarios, entre ellos el Reino Unido, para brindar apoyo institucional al sector español. En los encuentros se constató la destacada presencia actual de empresas españolas en este país en la construcción, la gestión y el mantenimiento de infraestructuras, así como la capacidad tecnológica e interés de estas y otras compañías, tanto públicas como privadas, para optar a nuevos proyectos, particularmente en los sectores ferroviario (sistema metropolitano Crossrail 2, segunda línea de alta velocidad HS2) y aeroportuario (ampliación de Heathrow, nuevas inversiones de Aena en el aeropuerto de Luton). Durante el viaje, el ministro visitó las obras de mejora de capacidad de la estación de metro de Bank, en Londres, que realiza Dragados (en la imagen).



Mujeres pioneras

La Biblioteca del Ministerio de Fomento se ha sumado a las celebraciones del Día de la Mujer del pasado 8 de marzo con la publicación de un dosier titulado Mujeres pioneras. Con él se pretende dar visibilidad a aquellas primeras mujeres que, venciendo en ocasiones tremendas dificultades y recelos sociales, se abrieron paso en enseñanzas técnicas y en profesiones que tradicionalmente habían estado reservadas a los hombres.



La publicación, accesible en internet, toma como punto de partida el trabajo "Las mujeres en la Universidad Politécnica de Madrid" y, a pesar de plantearse como una simple aproximación, para su elaboración se ha consultado una gran cantidad de fuentes tanto documentales como bibliográficas –libros, artículos, folletos, expedientes, fotografías o incluso el BOE– que ponen negro sobre blanco la trayectoria académica y profesional de estas pioneras en las áreas relacionadas con este Ministerio. Así, desde las páginas de esta breve publicación podemos acercarnos a la vida y la obra de las pioneras españolas en arquitectura y arquitectura técnica, caminos, canales y puertos, ingeniería naval, obras públicas, topografía, geodesia, cartografía, aeronáutica o astronomía.

En suma, una publicación que, además de una excelente introducción al papel de las primeras mujeres en las profesiones técnicas, constituye una invitación dirigida a investigadores y a cualquier usuario de la biblioteca a profundizar en el tema.

Centro de publicaciones

Librería de publicaciones oficiales



www.fomento.gob.es



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

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



PVP: 10 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

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



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*

También en el DVD:

1116 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
117 Vías Verdes

Edición 53
P.V.P.: 22€

Centro virtual de publicaciones

Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

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

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento nº 681, marzo 2018**

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

Año de edición: 2018

Características Edición:
1ª edición electrónica: marzo 2018
Formato: PDF
Tamaño: 13,73 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 €

Los derechos de distribución de esta publicación pertenecen al Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento. La difusión puede realizarse colocando un link que direccione a la página de la publicación en la web del Centro Virtual de Publicaciones/Ministerio de Fomento

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 especificamente permitidos por la Ley.



Revista del Ministerio de

Fomento

Abril 2018 Nº 682 3€

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO



Nuevo Puerto de Granadilla (Tenerife)

Ampliación bajo tierra de la estación Puerta de Atocha

Nueva regulación de drones

Plan Director del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas 2017-2026

Revista del Ministerio

Fomento

60 Aniversario 1958-2018



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Contenido

Directora de la Revista: Herminia Cano.
Jefa de redacción: Carmen Fontán.
Redactor: Mariano Serrano.
Maquetación: Aurelio García.
Portada: Faro de Cudillero. Puertos del Estado.
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo).
Colaboran en este número: Eduardo Aragoneses, Jaime Arruz, Josu Bilbao, Begoña Olabarrieta y Javier R. Ventosa.
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),* Mª 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 Linares *(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

PUERTOS

Un puerto único

La nueva dársena de Granadilla aúna ingeniería y control ambiental





FERROCARRIL

Adaptación a los tiempos

Segunda fase de la remodelación de la estación Madrid-Puerta de Atocha

AVIACIÓN CIVIL

Los drones levantan el vuelo

Nueva regulación de drones. Real Decreto 1036/2017 que desarrolla la Ley 18/2014





AEROPUERTOS

Barajas se adelanta al futuro

Plan Director del Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas 2017-2026

30 La aventura del ballenero San Juan y la arqueología subacuática
Reviviendo la historia desde el puerto de Pasaia

36 Lluís Clotet
Exposición en la arquería del ministerio de Fomento desde el 19 de abril hasta el 7 de julio

40 Una luz mas brillante
El Proyecto "Faros de España" llega a Cudillero

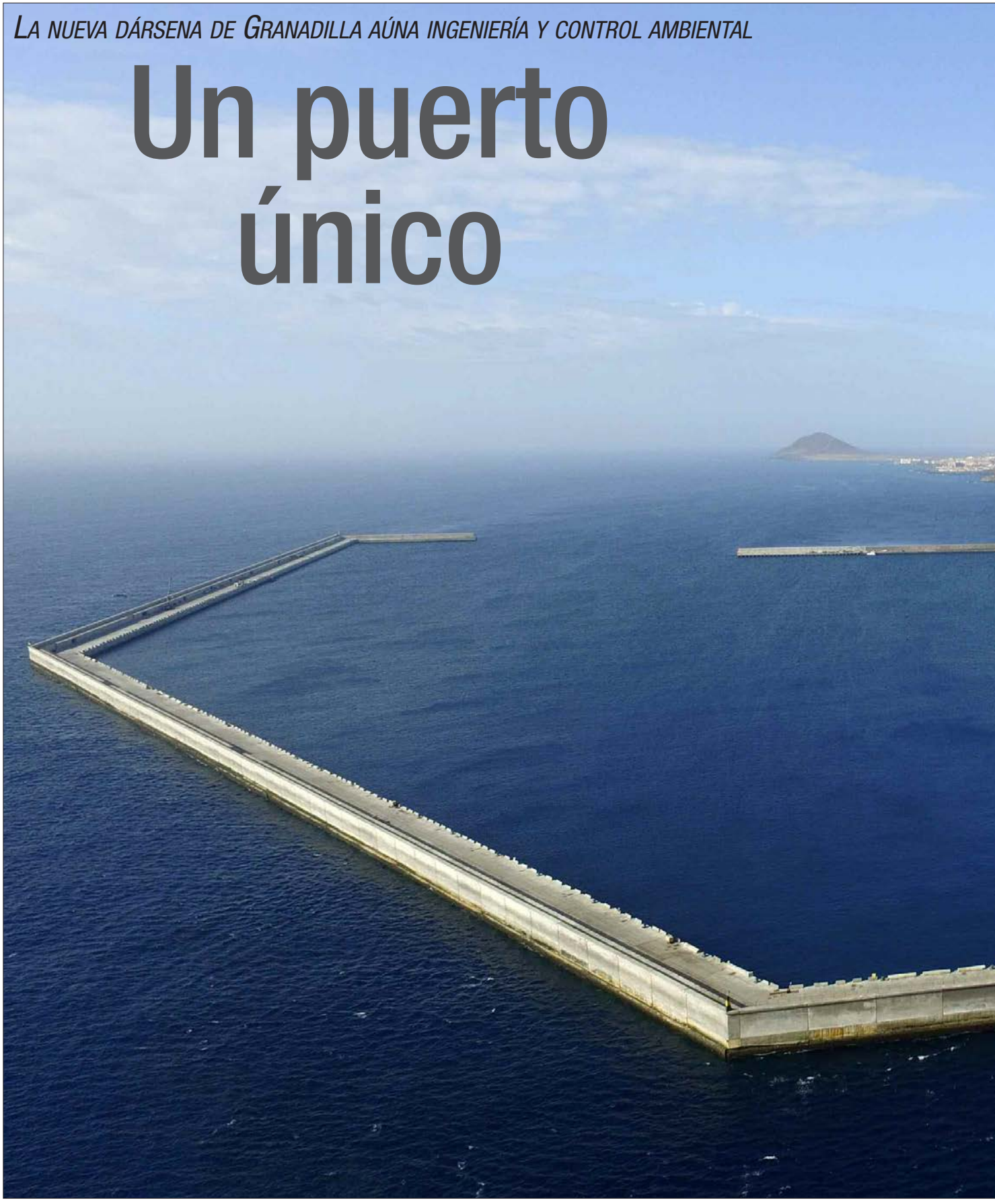
45 Innovación continua
Congreso Mundial de Gestión del Tráfico Aéreo "World ATM Congress"

48 Actualidad

50 Lecturas

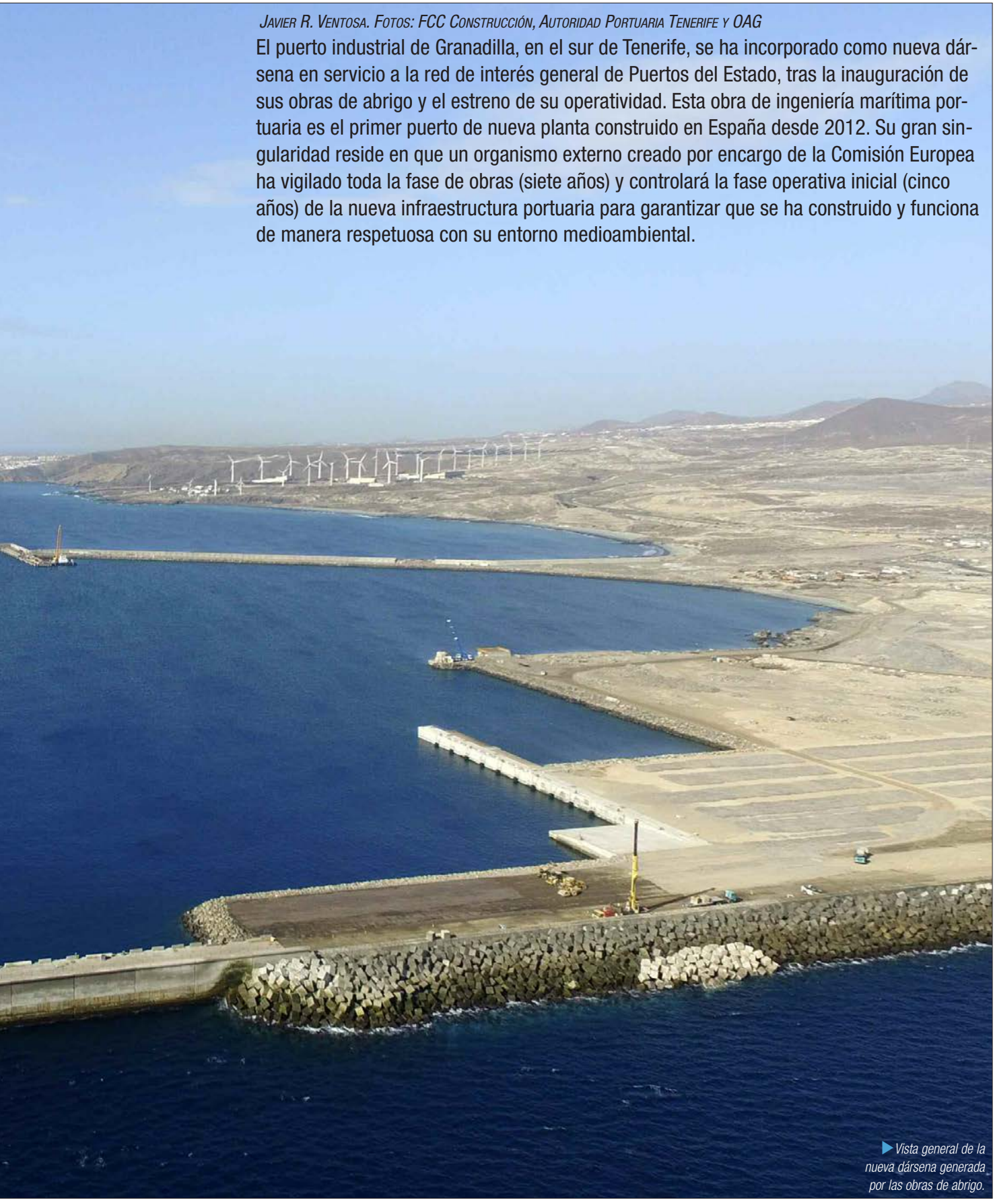
La nueva dársena de Granadilla aúna ingeniería y control ambiental

Un puerto único



Javier R. Ventosa. Fotos: FCC Construcción, Autoridad Portuaria Tenerife y OAG

El puerto industrial de Granadilla, en el sur de Tenerife, se ha incorporado como nueva dársena en servicio a la red de interés general de Puertos del Estado, tras la inauguración de sus obras de abrigo y el estreno de su operatividad. Esta obra de ingeniería marítima portuaria es el primer puerto de nueva planta construido en España desde 2012. Su gran singularidad reside en que un organismo externo creado por encargo de la Comisión Europea ha vigilado toda la fase de obras (siete años) y controlará la fase operativa inicial (cinco años) de la nueva infraestructura portuaria para garantizar que se ha construido y funciona de manera respetuosa con su entorno medioambiental.

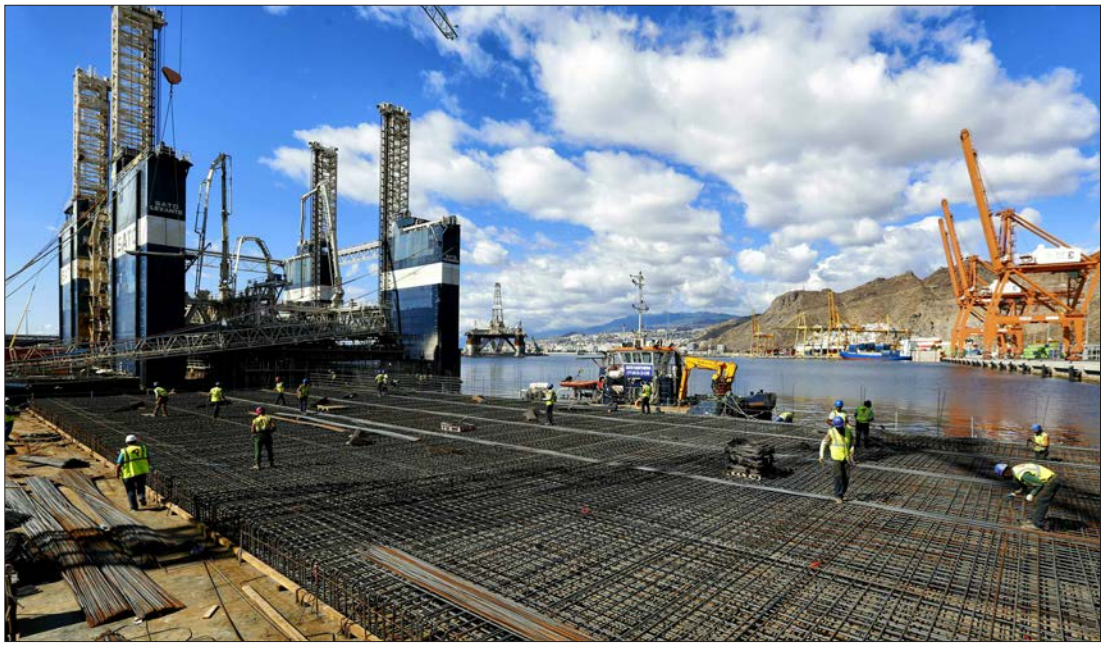


Vista general de la nueva dársena generada por las obras de abrigo.

El puerto industrial de Granadilla, inaugurado el pasado 2 de marzo por el presidente del Gobierno, fue concebido en su origen como una instalación complementaria del puerto de Santa Cruz de Tenerife, infraestructura de crecimiento limitado, al estar rodeado por el casco urbano de la capital isleña y con grandes restricciones de disponibilidad de superficies y anchura de dársenas. Para ampliar la capacidad portuaria tinerfeña con una segunda dársena se eligió la zona de Granadilla de Abona, al sur de la isla canaria, con el doble objetivo de descongestionar al puerto santacrucero, trasladando allí parte de sus tráficos y captar los nuevos tráficos que potencialmente se pudiesen desarrollar en la isla. Adicionalmente, y según el proyecto, el desarrollo de una nueva zona industrial y logística en Granadilla, en terrenos anexos al nuevo puerto, implicaría la generación de nuevos tráficos industriales asociados.

Tras casi siete años de obras, las nuevas instalaciones del puerto de Granadilla son una realidad. Lo inaugurado es el núcleo de la infraestructura portuaria –las obras de abrigo, un tramo del muelle y una explanada–, lo que ha permitido la entrada en servicio del que ya es el sexto puerto gestionado por la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife. También ha propiciado el estreno de su operatividad con el primer contrato de reparación naval de una plataforma petrolífera, una de las actividades que, junto al tráfico de contenedores y de graneles sólidos, la logística y el suministro de Gas Natural Licuado, aspiran a consolidarse en el puerto. En las instalaciones inauguradas se han ejecutado 200 M€ (67 M€ son Fondos de Cohesión de la UE), dentro de una inversión global prevista de 362 M€.





Esquema final del puerto de Granadilla. Izquierda, el gigantesco dique flotante que ha fabricado en el puerto de Santa Cruz de Tenerife los cajones de hormigón para la obra de Granadilla.



Construcción del espaldón en un tramo del dique exterior.

Construcción de obras de abrigo

La obra del puerto de Granadilla se ha desarrollado entre julio de 2010, fecha de inicio de los trabajos en tierra, y noviembre de 2017, cuando el Ministerio de Fomento firmó el acta de recepción. En este periodo, las principales estructuras de ingeniería ejecutadas han sido el dique exterior, de 2.512 metros de longitud, a cargo de la UTE Puerto de Granadilla (FCC Construcción, Sato y Promotora Punta Larga) con una inversión de 114 M€, y el contradique, de 1.092 metros, construido por la UTE Contradique de Granadilla (Dragados, Traysesa y FPS) con un presupuesto en 19,7 M€, además de otras obras necesarias para la operatividad de la dársena. Como consecuencia de estas actuaciones se ha generado una lámina de agua abrigada de 70,8 hectáreas y el calado obtenido oscila entre los 24 metros en el dique exterior y los 16 metros en el muelle.

Los trabajos de las dos grandes obras de abrigo arrancaron casi al unísono en el lado tierra. La principal estructura, la más compleja y de mayor plazo dadas sus magnitudes, es el dique principal, que protege al contradique y al muelle de ribera. Esta obra ha consistido en la construcción de dos diques de tipología y procedimiento de ejecución distintos, uno en talud y otro vertical, para conformar el dique de abrigo. Inicialmente se ejecutó el dique en talud norte, tramo de 605 metros que arranca desde tierra con una dirección perpendicular a la costa para unirse al dique exterior. Esta estructura se ha construido a partir de un núcleo de pedraplén y escollera, vertido al mar desde gánguiles y camiones, y con protección de mantos intermedios de escollera de 75 a 250 kilos y de 0,5 a 1 toneladas, que evitan la pérdida de material del núcleo, y un manto exterior de bloques de 10 toneladas, que protege al dique de la acción del oleaje mediante rotura de las olas sobre los bloques. Este material se ha colocado mediante grúas.

Al término de este tramo se procedió a la ejecución del dique exterior, dique vertical con tipología de cajones flotantes, de 1.750 metros de longitud, que presenta tres alineaciones: las dos primeras están formadas por 14 cajones antirreflejantes (reducen la agitación del oleaje dentro de la dársena y facilitan la navegación), fondeados a las cotas -20 y -24 metros, y la tercera es reflejante, con 15 cajones fondeados a la cota -24 metros. Los 32 cajones necesarios para esta obra, de 56,5 metros de largo, 20,8 metros de ancho, 27 metros de altura y 15.000 toneladas de peso cada uno uno, bautizados con nombres de mujer, fueron fabricados en el puerto de Tenerife por el segundo mayor cajonero español, remolcados por mar hasta Granadilla y fondeados con apoyo de remolcadores en su posición final. Previamente se construyó la cimentación donde se asientan, formada por una banqueta de todo uno de cantera, con protección en el lado mar de dos mantos de escolleras de 75 a 20 kilos y de 1 a 2 toneladas de peso, más bloques de guarda, y en el lado dársena de dos capas de escollera de 25 a 75 kilos y una

losa de hormigón de 4 metros de anchura. El cajón se coronó mediante un espaldón en el lado mar, con la viga cantil a la cota +5 metros, y superestructura en el lado tierra. El dique exterior se cierra con un martillo, formado por tres cajones, que le otorga la longitud definitiva de 1.907 metros. La obra se completó a mediados de 2017.

En paralelo a esta actuación se ha ejecutado el contradique, en cuatro fases consecutivas y mediante procedimientos distintos. Se comenzó por el dique en talud sur, cierre y protección de los futuros rellenos del muelle, que conforma un primer tramo 724 metros formado por tres alineaciones. Fue ejecutado a partir de un núcleo de pedraplén y escollera, vertidos desde gánguiles y camiones, y luego protegido por mantos de escollera y bloques de hormigón, sobre el que se construyó un espaldón hasta la cota +9 metros, quedando la explanada a la cota +4,5 metros. Posteriormente se ejecutaron dos nuevos tramos mediante el fondeo de 16 cajones de hormigón armado sobre escollera: el contradique vertical sur, formado por una alineación de cajones de 170 metros de longitud y calado de 16 metros, con el espaldón coronado a +9 metros; y el cierre de cajones

Fase final de la construcción del dique exterior mediante cajones flotantes de hormigón armado. En la parte inferior, un remolcador coloca un cajón del dique, y en el interior de la dársena, otros cinco cajones flotan a la espera de su traslado.



entre el contradique y el dique talud sur, de las mismas dimensiones que el anterior, pero con los cajones coronados con zahorra artificial sobre un relleno compactado y una capa de rodadura en la zona central. Para dar mayor protección al muelle, el contradique se prolongó con el fondeo de otros cuatro cajones sobre una banqueta de todo uno de cantera protegida por mantos de escollera y coronados a la cota +3. Esta actuación configuró la longitud definitiva del contradique, cuya obra finalizó en 2014. Actualmente se realizan obras de habilitación en esta estructura.



Además de las obras de abrigo se han desarrollado otras dos actuaciones necesarias para la operatividad del puerto: la construcción del muelle de ribera y la generación de una explanada en tierra. El muelle, que en la fase actual tiene 361 metros, se ejecuta por fases. En la primera se ha completado el arranque norte, alineación de 132,5 metros formada por cuatro cajones de 33 metros fondeados a la cota -16 y apoyados sobre un banqueta de material de cantera, más dos capas de escollera (75-250 kilos y 1-2 toneladas), siendo la cota de coronación la +5,5. Actualmente se construye la segunda fase, de 165 metros, con el apoyo en la dársena de un cajonero que ha fabricado los cinco cajones de esta obra. La segunda actuación se inició con el cierre perimetral de una zona marina, mediante vertido de pedraplén partiendo tanto del dique en talud como de la costa, con el fin de generar un recinto cerrado y poder disponer de espacio para gestionar los materiales de cantera para relleno. Este recinto ganado al mar, una vez rellenado, ha aportado 14,6 hectáreas de explanada al puerto, lo que representa un tercio de lo previsto en el proyecto para la fase actual (43,8 hectáreas).

Pese a lo construido hasta ahora, para proporcionar a la dársena todo el potencial de operatividad previsto en el proyecto, quedan por desarrollar actuaciones de menor entidad aunque igualmente imprescindibles (canal de pluviales, rellenos de la explanada fase 1, viario y redes básicas fase 1 y mejora de la accesibilidad terrestre, entre otras), que se ejecutarán durante al menos los próximos cuatro años con una inversión estimada de 162 M€. Al término de todas las obras, el puerto tendrá 1.013 metros de muelles y 75 hectáreas de superficie terrestre.

El factor medioambiental

Junto a la dimensión de la ingeniería marítima, el puerto de Granadilla tiene una dimensión medioambiental muy acentuada que ha condicionado su pasado y que afecta a su futuro, haciendo de él un caso único en el sistema portuario español. Declarado de interés general por la Ley de Puertos del Estado y de interés público de primer orden por el Gobierno de Canarias, con el proyecto constructivo terminado en 1998 y la declaración de impacto ambiental favorable emitida en 2003, este proyecto suscitó en los primeros años de este siglo la contestación de grupos ciudadanos y ecologistas que estimaban que la obra afectaría negativamente al ecosistema marino, centrando sus temores en la generación de una nueva dinámica litoral que provocaría la pérdida de arena en las cercanas playas turísticas y la afección a la pradera submarina de sebadales (comunidad de sebas –*Cymodocea nodosa*–, planta protegida que sirve de alimento y refugio para muchas especies marinas). El contencioso saltó a la justicia española e incluso a la Comisión Europea, que en 2006 dio luz verde a la viabilidad del



puerto, pero condicionada a un exigente programa de medidas ambientales para compensar los potenciales daños a la red Natura 2000. Debido al largo proceso de tramitación ambiental, que obligó a modificar sustancialmente el proyecto (el puerto construido es casi la cuarta parte del original), y a la suspensión cautelar de actuaciones dictada por la justicia, el arranque definitivo de las obras se demoró hasta 2010.

El dictamen de la Comisión Europea ha supuesto un punto de inflexión en la construcción de obras portuarias en España, al establecer por primera vez la creación de un organismo independiente de las administraciones públicas españolas, la Fundación del Sector Público Observatorio Ambiental Granadilla (OAG), para llevar a cabo, durante las fases de construcción y operatividad del puerto, el control y la conservación de los valores

Vista de la explanada generada (incluido, en la parte superior derecha, el depósito de acopio de arena para la reposición del flujo interrumpido) y del primer tramo del mulle de ribera construido.

Una fundación independiente

El organismo que vela por la salud medioambiental de la nueva dársena y su entorno es la Fundación del Sector Público Observatorio Ambiental Granadilla (OAG), constituida en 2008 a raíz de un dictamen de la Comisión Europea como una medida compensatoria más la aprobación del proyecto y con la misión principal de realizar la vigilancia ambiental del puerto durante las fases de construcción y operativa. Otras actividades previstas en sus estatutos, que son una compensación por las obras del puerto, abarcan desde el seguimiento de la biodiversidad y del medio marino de Canarias y la Macaronesia, el control del estado y conservación de las especies y hábitats recogidos en la directiva Hábitat o la contribución a la creación de un banco de datos de especies marinas, hasta la detección de amenazas para la conservación y la propuesta de medidas de gestión. La fundación colabora con las instituciones de Canarias y de la Administración del Estado con competencia en la conservación del medio marino y con entidades científicas o conservacionistas vinculadas al medio marino.

Como fundación pública estatal, adscrita inicialmente al protectorado de fundaciones del Ministerio de Fomento y a partir de 2015 al de Educación, Cultura y Deporte, el OAG está guiado por un patronato formado por representantes de la Consejería de Política Territorial, Sostenibilidad y Seguridad de Canarias, la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, el Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, las universidades de La Laguna y Las Palmas, la Agencia Canaria de Investigación e Innovación, el Instituto Español de Oceanografía y las asociaciones de defensa ambiental de Canarias. El director de la fundación, el biólogo canario Antonio Machado, ejerce como noveno vocal. El hecho de que el OAG no sea un medio propio adscrito a ninguna Administración Pública española y la propia pluralidad del patronato son la garantía de la independencia de la fundación, que hasta ahora, como admite la propia Comisión Europea, ha actuado de forma correcta y sin injerencias externas.

Para su funcionamiento, la fundación dispone de un presupuesto anual a cargo de la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, aunque en el futuro procederá de la actividad desarrollada por el puerto de Granadilla. Las funciones del OAG son llevadas a cabo por una estructura de personal formada por una docena de profesionales (ecólogos, biólogos marinos, ingenieros informáticos y un buzo profesional) con el apoyo de medios técnicos diversos basados en el puerto de Granadilla (buque Avatar, laboratorio, boyas para medir la calidad del agua y para estudiar las corrientes marinas, estación meteorológica, captadores de partículas, imágenes de satélite…). La fundación informa abiertamente a la sociedad sobre los resultados de la actividad de vigilancia ambiental y de las demás que realiza a través de su web (www.oag-fundacion.org).

medioambientales de la zona. Desde su constitución en 2008, la principal misión de esta fundación inédita en la historia portuaria española ha sido la vigilancia ambiental del puerto, desarrollada como colaboración con la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife y traducida en un análisis continuado y exhaustivo de la evolución de los impactos ambientales previsibles y probables causados por la infraestructura portuaria. Junto a esta misión, que hace del puerto de Granadilla el más vigilado de la red portuaria española, la fundación desarrolla otras actividades conexas de control del medio marino canario.

En sus primeros años de vida, el OAG ha verificado la exactitud y corrección de la evaluación de impacto ambiental del puerto aprobada en 2003 –"algo que no se ha hecho en ningún puerto", según su director–. También ha velado por la implementación de las medidas compensatorias impuestas desde Bruselas por los posibles impactos del puerto en la red Natura 2000 y en las especies de interés comunitario. La mayor parte de estas medidas se implantaron con carácter previo al inicio de las obras, entre ellas la propia constitución de la fundación, la creación de tres nuevas Zonas Especiales de Conservación (ZEC) sujetas a protección –dos para praderas de sebadales en las islas de Tenerife y Gran Canaria y otro para la especie vegetal piñamar *(Atractylis preauxiana)* en Granadilla–, el traslado de una especie de escarabajo endémico de Tenerife *(Pimelia canariensis)* a la ZEC Montaña Roja, también sometida a restauración ecológica, y la prohibición de fondear buques en la ZEC Sebadales del Sur de Granadilla. Desde 2008, además, se lleva a cabo un programa de seguimiento de la tortuga boba *(Caretta caretta)*, con campañas anuales de censos, habiendo descartado que el puerto tenga una repercusión negativa sobre esta especie marina.

Vigilancia ambiental

Entre 2011 y 2016 el OAG ha realizado el seguimiento ambiental del puerto según el plan de vigilancia diseñado por la Autoridad Portuaria para la fase de obras, y a partir de 2017, prácticamente terminados los diques y en el marco de un nuevo programa, se encarga de la vigilancia ambiental de la fase operativa, que se prolongará hasta 2021. En este tiempo de monitorización, informes y estudios continuados del entorno portuario, la fundación no ha constatado el deterioro medioambiental augurado. En las obras de tierra no ha detectado impactos negativos relevantes, salvo el producido por las canteras y las extracciones ilegales impulsadas por la demanda inicial de materiales para el puerto, ya contenidas. En el medio

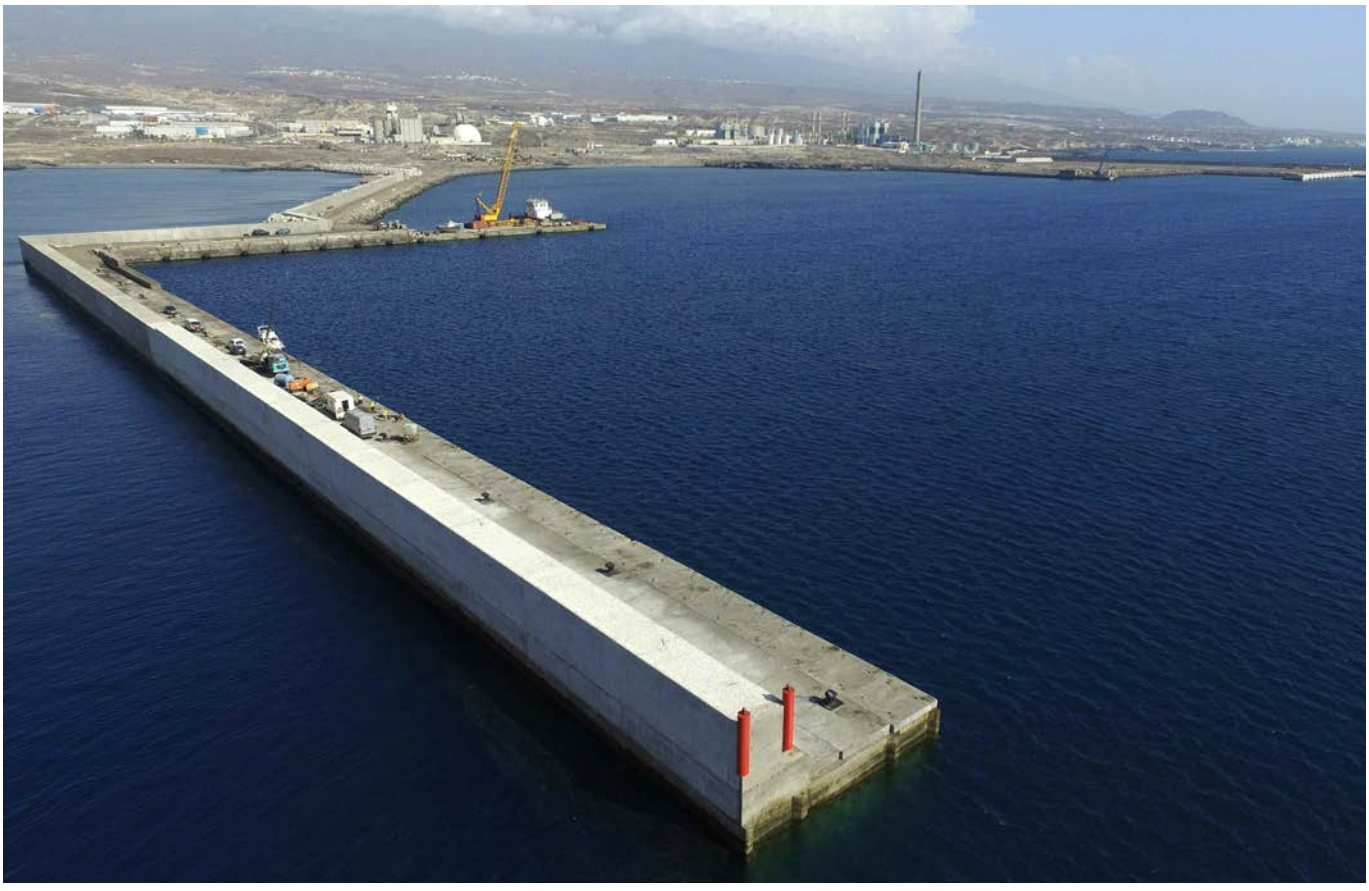


Imagen del contradique, la primera estructura terminada del puerto.

marino se ha verificado que las obras del puerto (dragados, vertidos, fondeo de cajones, rellenos…) han ocupado y transformado un tramo de 1,2 kilómetros de costa, con la consiguiente pérdida del 7% del sebadal de Granadilla (el 1,5-2,5% del presente en Tenerife), un coste asumido desde la misma autorización de la obra. Pero en el resto de sectores, incluida la contigua ZEC Sebadales del Sur de Tenerife (una franja de 10,2 km al sur del puerto, con 219 hectáreas), no se han registrado impactos relevantes, por lo que el estado de conservación

El puerto de Granadilla es inédito en la vigilancia ambiental de la red portuaria española

de la seba es el mismo desde 2011, "favorable mantenido", calificación incluida en el informe anual de 2016 de la OAG, que será refrendada en el informe de 2017, de próxima aparición. Lo que sí han verificado las campañas anuales de muestreo es la disminución cualitativa y cuantitativa de las praderas en algunos sectores y el crecimiento en otros (en el último verano, estación típica de picos de crecimiento, los sebadales de la ZEC han mostrado los valores más altos registrados hasta ahora en biomasa y densidad de haces), un hecho atribuido a fenómenos generales que pueden estar incidiendo en esta comunidad biológica, como ocurre en otras islas. Desde la fundación avisan que habrá que seguir vigilando esta evolución para desvelar los factores ecológicos que realmente gobiernan la dinámica de la zona.

La otra gran fuente de preocupación ambiental, la modificación de aportes de arena en el litoral que afectaría tanto a las comunidades biológicas como a las playas al sur del puerto, también es objeto de análisis por el OAG.





Un buzo fotografía la pradera de sebadales. Debajo, el OAG realiza la vigilancia ambiental con el apoyo del buque Avatar y de varias boyas para estudiar las corrientes marinas.



El OAG realiza dos campañas anuales de muestreo para determinar la salud de los sebadales de la zona.

Los estudios han constatado que el dique exterior ha interrumpido definitivamente el flujo de arenas desde el norte del puerto hacia el sur, modificando ligeramente la dirección de la corriente en un tramo aguas abajo. Este hecho, sin embargo, no ha provocado hasta ahora el temido basculamiento (giro de la línea de orilla a lo largo de un tramo de costa) de las playas turísticas –fenómeno únicamente registrado con la intensidad prevista antes de las obras en tres playas menores de escaso interés turístico–, ni tampoco una pérdida significativa de arena en las mismas. Pese a todo, desde la fundación advierten que habrá que esperar a que se asiente la nueva dinámica de las aguas para poder determinar de una forma más exacta hacia dónde irá la arena y la cantidad real que se pierde. Para afrontar este efecto de pérdida de arena, actualmente se ultiman las pruebas para poner en marcha una medida compensatoria que lo mitigará. Esta medida, reformulada por el OAG a partir de la propuesta de las Comisión Europea, prevé la descarga puntual de 2.000 metros cúbicos de arena al año en una zona costera para reponer el flujo interrumpido. La implementación de esta medida, que ha implicado el acopio permanente de 6.000 metros cúbicos de arena en un depósito del puerto, está prevista para el próximo verano, "solo si se detecta falta de arena", señalan desde la fundación.

Con el impacto ambiental de las obras del puerto mantenido hasta ahora dentro de los parámetros previstos en los estudios oficiales, la labor del OAG se orientará cada vez más a afrontar los potenciales riesgos para las aguas de un puerto industrial, como vertidos de combustible y aceites, accidentes o incluso la entrada de especies exóticas (su último informe, de marzo, recomienda prohibir el atraque de un buque cuyo casco está poblado por una especie de corales potencialmente invasora). No obstante, mantendrá las actuales labores de vigilancia y control de la zona de Granadilla hasta 2021 para determinar con mayor precisión el impacto real de la obra de ingeniería en el medioambiente marítimo local. ▮

SEGUNDA FASE DE LA REMODELACIÓN DE LA ESTACIÓN MADRID-PUERTA DE ATOCHA

Adaptación a los tiempos



JAVIER R. VENTOSA. FOTOS: ADIF

La estación Puerta de Atocha, en el centro urbano de Madrid, es un modelo de adaptación continua a las demandas del transporte. En un proceso de continua transformación, iniciado con su creación en 1992 para estrenar la alta velocidad y continuado con la ampliación de 2010 para dar servicio a la nueva línea a Levante, el ministro de Fomento ha anunciado en marzo el inicio de otra fase para adaptarla a los nuevos tiempos. Se construirá una estación pasante soterrada que la conectará con la terminal de Chamartín a través de un túnel urbano exclusivo para la alta velocidad. El objetivo es configurar un gran nudo intermodal formado por dos estaciones que transformará la red de alta velocidad española en una malla transversal de trenes y servicios.


9671 9-103 625-0
Extremo 2



Animación por ordenador de la futura estación soterrada y su conexión con el nivel superior.

La anunciada remodelación de la estación de Madrid-Puerta de Atocha es en realidad un elemento más en el proceso de configuración del que está llamado a ser el "mayor nudo de comunicación intermodal del país", en palabras del ministro de Fomento, Íñigo de la Serna. Un gran proyecto ferroviario que se lleva a cabo en la ciudad de Madrid y que supondrá la creación de un conjunto formado por dos modernas estaciones de alta velocidad (Atocha y Chamartín) comunicadas entre sí, algo que otras grandes ciudades europeas aún no han conseguido. Se trata de un proyecto estratégico de Adif para el desarrollo de una red vertebrada de ancho internacional en España que, cuando esté en servicio, abrirá una nueva era para los servicios de alta velocidad. La materialización de este relevante proyecto ferroviario, con actuaciones en fase de pruebas y otras en proyecto, tiene una inversión acorde con su magnitud: cerca de 1.630 M€ (IVA incluido), de los cuales casi 970 M€ ya están ejecutados.

La parte nuclear de este nudo es la conexión subterránea entre las estaciones de Puerta de Atocha y Chamartín mediante un túnel en ancho estándar de 7,3 kilómetros de longitud, perforado en febrero de 2011, equipado con la superestructura ferroviaria y que hoy afronta la fase de pruebas, a cargo de técnicos de la Agencia Española de Seguridad Ferroviaria, como paso previo a su certificación y puesta en servicio. Este túnel, completado con una inversión de 322 M€, mejorará el modelo de explotación de las dos estaciones situadas en sus extremos. Con su entrada en servicio, ambas mantendrán la actual configuración de fondo de saco, es decir, seguirán siendo estaciones término, pero sobre todo adquirirán la nueva configuración de pasante. Este cambio permitirá por primera vez dirigir directamente las circulaciones en alta velocidad de los corredores de Levante y Andalucía hacia Chamartín, dando continuidad hacia el norte y noroeste a los corredores del este y el sur, y a la inversa. Se trata de una revolución para la red de alta velocidad española, que por fin podrá atravesar la barrera de la ciudad de Madrid (hoy solo posible mediante trasbordos desde la alta velocidad a la red convencional de Cercanías) y completar de esta forma las conexiones transversales ferroviarias entre el norte/noroeste, el sur y el este.

Para que el nuevo esquema de ordenamiento ferroviario tenga plena funcionalidad, Adif ha puesto en marcha tres actuaciones complementarias vinculadas al túnel. La más relevante desde el punto de vista de la inversión (646,5 M€) es el incremento de capacidad mediante la duplicación de dos a cuatro vías del tramo Atocha-Torrejón de Velasco, de 27,2 kilómetros, actualmente en pruebas, que descongestionará el acceso por el sur a las líneas de alta velocidad Madrid-Levante y Madrid-Andalucía y permitirá absorber un mayor número de trenes. A este tramo se incorporará más adelante una

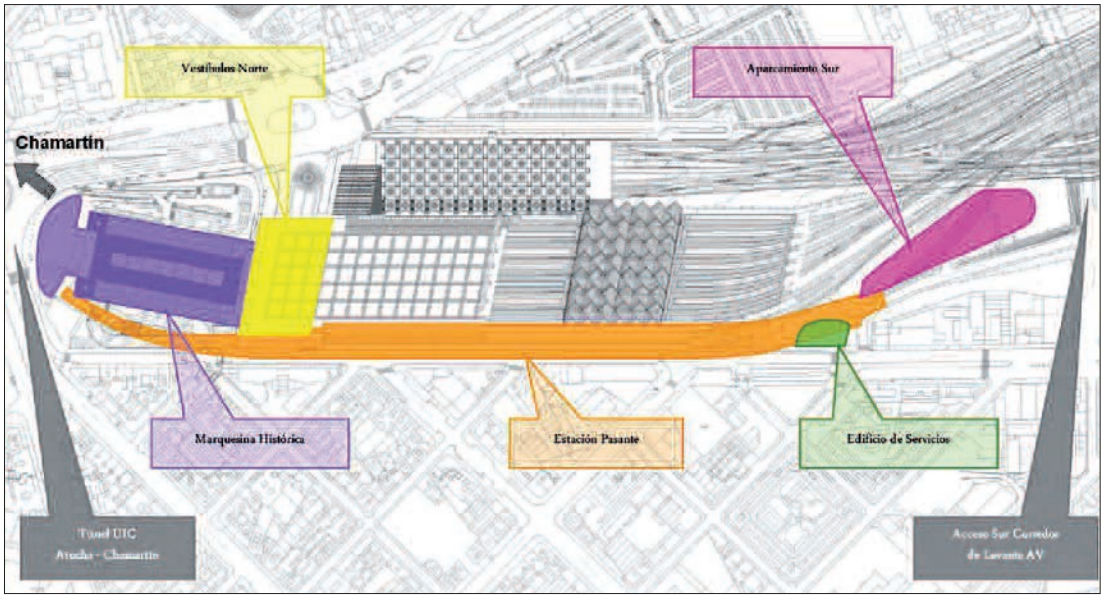


La remodelación preparará a la estación para acoger en unos años a prácticamente el doble de los 22 millones de pasajeros que tuvo en 2017. Debajo, esquema del complejo ferroviario con la ubicación prevista de la estación soterrada y el vestíbulo asociado (edificio de servicios).

nueva conexión con la línea de alta velocidad Noreste, cuyos trenes podrán acceder así a Chamartín. Las otras dos actuaciones que contribuirán a conformar el tramo Torrejón de Velasco-Atocha-Chamartín, y que aún están en fase de proyecto, son los proyectos de remodelación de las dos estaciones incluidas en su trazado, Puerta de Atocha y Chamartín. En esta última se aumentará la capacidad para acoger trenes de alta velocidad mediante la ejecución de cuatro nuevas vías de ancho estándar (22 a 25) y la conversión a ancho estándar de dos vías de ancho ibérico (14 y 15), actuaciones que se completarán con la ampliación del vestíbulo de alta velocidad para adaptarlo al aumento de circulaciones, todo ello con una inversión de 237,6 M€.

Nueva estación pasante

En este esquema general, la estación de Madrid-Puerta de Atocha afrontará una remodelación que en realidad es una fase más de las tres planificadas en el estudio informativo del nuevo complejo ferroviario de Atocha, aprobado en noviembre de 2008 y consensuado entre las administraciones implicadas (Ministerio de Fomento, Adif, Comunidad y Ayuntamiento de Madrid), con el objetivo de dar una respuesta eficaz al previsible aumento de viajeros y prepararlo para las nuevas líneas de alta velocidad. En 2010 se completó la primera fase de ese proyecto, consistente básicamente en la construcción de un nuevo vestíbulo de llegadas. En marzo pasado, el



ministro de Fomento anunció el lanzamiento de la segunda fase, que prevé la ampliación de la estación bajo la calle de Méndez Álvaro para aportar funcionalidad plena al nuevo túnel hasta Chamartín. La tercera fase quedará para más adelante y se completará la terminal sur de alta velocidad y la descentralización del acceso a Cercanías, entre otros. El Ministerio de Fomento contará con el asesoramiento técnico del arquitecto Rafael Moneo, diseñador de las ampliaciones de 1992 y 2010.

La remodelación prevista en la segunda fase tiene una inversión estimada de 423 M€ y su construcción se pretende licitar el próximo año, con un plazo de ejecución estimado de 36 meses, de forma que pueda estar concluida en 2023. Esta nueva ampliación persigue tres grandes objetivos. En primer lugar, mejorar las condiciones de gestión y explotación de la estación, preparándola para acoger hasta 40 millones de usuarios al año (en 2017 ascendió a 22 millones). En segundo lugar, permitir que los trenes con origen/destino tanto en el norte como en el noreste, levante y sur peninsular puedan efectuar parada en la estación una vez entre en servicio el nuevo túnel Atocha-Chamartín. Y por último, mejorar la integración urbana de la estación mediante la creación de nuevos accesos peatonales y para el tráfico rodado, así como la conexión entre dos barrios separados por la estación.

La actuación estrella de esta fase es la construcción de una nueva estación subterránea, a una profundidad de 20 metros y situada bajo las dos últimas vías del lado oeste de Puerta de Atocha (14 y 15) y parte de la calle de Méndez Álvaro, donde se dispondrán cuatro vías de ancho estándar y dos andenes de 420 metros de longitud. Esta estación exclusiva para la alta velocidad, al tener configuración pasante, permitirá efectuar parada intermedia a los trenes de ancho estándar que circulen por el túnel entre Atocha y Chamartín. La nueva infraestructura coexistirá con la estación de alta velocidad situada en el nivel de superficie, que mantendrá la configuración de fondo de saco, dando de baja temporal cuatro vías durante las obras (de la 12 a la 15) y de forma definitiva la vía 15 al término de las mismas. En este espacio se habilitarán lucernarios para dotar de luz natural a la nueva estación pasante. Con dos estaciones de AVE en servicio, Madrid-Puerta de Atocha reforzará aún más



Recreación del vestíbulo de la futura estación.

Nueva estación soterrada de Bilbao-Abando

Bilbao también contará con una terminal subterránea aunque, a diferencia de Madrid-Puerta de Atocha (nueva estación pasante y mantenimiento de la existente), se construirá una estación de nueva planta en sustitución de la existente, a su costado, y se trasladarán allí todos los servicios ferroviarios. Esta infraestructura está prevista en el estudio informativo del acceso a Bilbao de la Y vasca (línea de alta velocidad Vitoria-Bilbao-San Sebastián-frontera francesa), presentado en marzo por el ministro de Fomento. La solución técnica anunciada prevé dos obras: un nuevo túnel de 6,2 km que conectará Abando y Basauri; y la estación soterrada. La inversión del proyecto asciende a 728 M€, de los cuales 475 M€ corresponden a la estación (290 M€ para el cajón soterrado y las vías y 185 M€ para la arquitectura), a financiar entre Ayuntamiento, Gobierno vasco y Adif, y los 253 M€ restantes al túnel, que sufragará Adif. Las obras del proyecto podrían comenzar en 2020 y finalizar tres años después.



Estación de Bilbao-Abando.

La solución técnica plantea para la estación soterrada la misma configuración de fondo de saco que la actual, pero reforzando su carácter intermodal para convertirla en el gran núcleo de transporte público de Bilbao. El nuevo espacio tendrá dos niveles: el superior (1), que albergará ocho vías y cuatro andenes para dar servicio tanto a los trenes de ancho convencional (Cercanías y Media Distancia) como a los de la red de ancho métrico que se desplazarán desde la estación de La Concordia; y el inferior (-2), a 20 metros de profundidad, para la alta velocidad, con ocho vías de ancho estándar y cuatro andenes de 400 metros. En la entreplanta se dispondrá un vestíbulo que facilitará la movilidad de los usuarios, su acceso a ambos niveles y a los medios de transporte público (nuevas dársenas de autobuses, metro) y privados (nuevo aparcamiento).

El nuevo edificio mantendrá la relación con la estación actual, que conservará sus señas de identidad, como la marquesina y la vidriera de 1948. Pero también pondrá en valor el cercano edificio de La Concordia, cabecera de la red de ancho métrico, que dejará de ser un espacio de estacionamiento de trenes y quedará integrado en el vestíbulo del nuevo complejo. La propuesta arquitectónica para la nueva estación busca crear una imagen representativa y moderna que la identifique como un hito dentro de la ciudad y de la llegada de la alta velocidad.

La llegada de la alta velocidad a Bilbao supondrá el soterramiento del pasillo ferroviario y la liberación de 90.000 m² de terrenos. En el nuevo espacio ganado por la ciudad se recuperará la permeabilidad urbana interrumpida por las vías y se llevarán a cabo actuaciones para favorecer la regeneración de la ciudad (equipamientos, parques...), así como un desarrollo urbanístico que permitirá al Ayuntamiento financiar parte del coste de la operación.



La intervención en el complejo ferroviario contempla la reforma integral de los accesos al edificio histórico.

su condición de núcleo de la red de alta velocidad española, dado que pasará a ser el gran centro de interconexión de los grandes corredores que la integran.

Para dar acceso a la nueva estación subterránea, en la confluencia de las calles Méndez Álvaro y Garganta de los Montes se construirá un nuevo vestíbulo, de planta triangular, dotado con una entrada principal que, dada la acentuada pendiente de la primera calle, se situará prácticamente al nivel de los andenes; este vestíbulo estará comunicado con la actual sala de embarque de alta velocidad, que también será remodelada y ampliada. El nuevo espacio ferroviario incorporará las más modernas tecnologías digitales de información al pasajero para encaminarlo con rapidez y claridad hacia su tren y permitirá el acceso directo, desde un único vestíbulo, tanto a las 14 vías en fondo de saco de los andenes de superficie, como a las cuatro nuevas vías pasantes en los nuevos andenes. Estos andenes soterrados serán totalmente accesibles para personas con movilidad reducida y tendrán iluminación natural.

Conexiones e integración urbana

Aunque las principales actuaciones del proyecto se realizarán en el interior del complejo ferroviario, en el exterior del mismo están previstas otras intervenciones que mejorarán las conexiones con el viario urbano y la accesibilidad peatonal, factores que, junto a la intermodalidad, son cada vez más relevantes en la reforma de estaciones situadas en grandes ciudades. Según la información de Adif, la creación del vestíbulo en la calle de Méndez Álvaro permitirá una conexión más directa con la estación del tráfico rodado desde la vía de circunvalación M-30 y desde la calle de Menéndez Pelayo sin que éste tenga que pasar necesariamente por la plaza del emperador Carlos V y la avenida de la Ciudad de Barcelona como ocurre ahora, lo que permitirá reducir el tráfico rodado en los accesos actuales. En el exterior del nuevo vestíbulo, además, se dispondrá una nueva zona de parada de vehículos y taxis.

En el otro extremo del complejo, la reforma integral del acceso al edificio histórico desde la plaza del emperador Carlos V potenciará la conexión peatonal de la estación desde los principales ejes urbanos que confluyen en ella, permitiendo además realzar su fachada norte y su marquesina, uno de los pocos ejemplos de la arquitectura del hierro que quedan en Madrid, icono visual de la estación. También está previsto actuar en el vestíbulo del edificio histórico, reubicando algunos servicios para que el viajero que acceda por esta fachada se oriente fácilmente y se encamine con rapidez hacia su tren.

El proyecto de remodelación también contempla la construcción de una nueva pasarela peatonal sobre las vías y perfectamente integrada en la estación que, partiendo de una plaza de nueva creación situada junto a la avenida de la Ciudad de Barcelona, comunicará los barrios de Pacífico (Retiro) y Méndez Álvaro (Arganzuela), históricamente separados por los terrenos ferroviarios. La puesta en marcha de esta conexión contribuirá, por tanto, a mejorar la integración urbana de la zona. ▮



Nueva regulación del empleo de drones

Los drones levantan el vuelo

Redacción Fomento

El sector de las aeronaves pilotadas por control remoto, los llamados drones, ha sido objeto de un gran crecimiento en los últimos años, de ahí que, para fomentar el desarrollo de todo su potencial, se ha aprobado una nueva regulación, el Real Decreto 1036/2017, que amplía las posibilidades que ofrecía la regulación anterior, la Ley 18/2014.



Dron con cámara fotográfica.

Los drones levantan pasiones. Esa genial idea de pequeños aparatos voladores pilotados por control remoto han dejado de ser simples juguetes. Durante décadas han estado dedicados principalmente a usos militares pero ha llegado el día de desarrollar sus infinitas aplicaciones, tantas como la imaginación pueda idear.

Su utilización, cada vez más extendida a nivel mundial, abarca numerosos campos de aplicación y se ha convertido en una atractiva y novedosa salida laboral. En agricultura, resultan muy útiles para la detección de plagas o la fumigación de precisión; en seguridad, para la videovigilancia o seguridad perimetral de grandes superficies; en infraestructuras, para la inspección sin riesgo de zonas inaccesibles o mantenimiento de monumentos, obras civiles o rascacielos. Son utilizados también por los medios de comunicación y entretenimiento, con la foto filmación de áreas para su uso en películas, anuncios o en eventos particulares, y en otras muchísimas aplicaciones que pueden resultar de primordial interés para la sociedad por ejemplo, en el campo de la medicina o en el salvamento de personas en situaciones de peligro.

Con una apuesta decidida por una innovación ambiciosa y vanguardista, el ecosistema tecnológico que nos espera los incluirá necesariamente en nuestro futuro, junto al *Big Data*, el internet de las cosas o la inteligencia artificial. Es ya seguro que a partir de ahora vamos a convivir más con ellos e irán teniendo un mayor protagonismo en nuestras vidas.

Nuestras ciudades los integrarán cada vez más en la vida diaria y serán un elemento clave en las futuras ciudades inteligentes –*smartcities*–, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos. El desarrollo de conceptos como el llamado "U-Space", con el que se pretende integrar y gestionar el tráfico de drones a baja altura será muy importante para alcanzar todo el potencial que este segmento de aeronaves nos ofrece.

Pero todo este cambio debe producirse de forma ordenada. Es importante que la seguridad, antes que cualquier otro parámetro, sea la prioridad, tanto en las propias operaciones con drones, como en su convivencia con otras aeronaves, con personas o con bienes materiales.

En lo relativo al transporte de personas o carga, por ahora, la ficción gana a la realidad, pues los inconvenientes legales y físicos son todavía insalvables. El transporte de viajeros está prohibido en este tipo de naves, tanto a nivel nacional como internacional y hasta que llegue el día en que los drones ofrezcan los mismos niveles de seguridad que los aviones tripulados, no estarán en condiciones de ser una alternativa real.

Con las perspectivas descritas, tras tres años de normativa transitoria, el pasado mes de diciembre, se ha aprobado una nueva regulación para las operaciones

con drones que abre nuevos escenarios operativos, estableciendo las condiciones que deben cumplir las organizaciones que se ocupen de su diseño, fabricación y mantenimiento, así como los requisitos de formación para su pilotaje. Aborda también medidas relativas al uso recreativo –no profesional–, para lo que establece una serie de limitaciones destinadas a garantizar la seguridad, tanto del espacio aéreo como de los ciudadanos.

Este nuevo marco regulador, el Real Decreto 1036/2017, aprobado por el Consejo de Ministros el pasado 15 de diciembre de 2017, desarrolla y amplía el marco normativo adoptado inicialmente por la Ley 18/2014 para la realización de actividades con drones, impulsando así el crecimiento de un segmento emergente que está íntimamente ligado al desarrollo y a la innovación tecnológica.

Un Plan Estratégico para posicionar a España como referencia internacional en el ámbito de los drones

En este sector emergente, actualmente, están habilitados aproximadamente 3.400 operadores, más de 4.000 pilotos, y unos 5.000 drones, además de 74 escuelas de formación y una veintena de fabricantes, lo que pone de manifiesto la creciente relevancia de esta nueva actividad en nuestro país.

El nuevo marco normativo surge para facilitar el avance de una actividad económica emergente, al tiempo que establece las medidas necesarias para la realización de las operaciones en las que intervengan estas aeronaves, estableciendo los requisitos para que los operadores de drones puedan desarrollar de forma segura actividades en entornos en los que hasta ahora no era posible hacerlo, como el sobrevuelo alrededor de edificios, reuniones de personas al aire libre o vuelos nocturnos. Eso sí, para ello es necesario realizar un estudio de seguridad de la operación y tener, entre otros requisitos, una autorización previa de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA). También se permiten operaciones en el espacio aéreo controlado, con unos requisitos de formación del personal, así como un estudio aeronáutico de seguridad coordinado con el proveedor de servicios de tránsito aéreo. Además, se establecen condiciones para las empresas de diseño, fabricación y mantenimiento de drones, así como los re-



Dron sobrevolando una zona de difícil acceso.



Exposición de drones con prototipos Pelícano diseñados por la Universidad Politécnica de Madrid.

quisitos de formación para su pilotaje, y todo ello en términos equivalentes a los establecidos en otros países europeos.

En relación con las medidas relativas al uso recreativo de los drones, se establecen una serie de limitaciones destinadas a garantizar la seguridad del espacio aéreo y de la ciudadanía. Estos vuelos se deberán realizar, por lo general, fuera de los entornos urbanos (a no ser que el dron sea de peso inferior a 250 gramos), con luz de día, alejados a más de 8 kilómetros de los aeropuertos, manteniendo el dron siempre a la vista, a un máximo de 120 metros del suelo, en condiciones meteorológicas adecuadas –sin niebla, sin lluvia y sin viento–, en espacio aéreo no controlado y sin poner en peligro a personas y bienes en tierra.



Además, los requisitos establecidos en el nuevo Real Decreto están sujetos a la supervisión y control de AESA y su incumplimiento constituiría una infracción administrativa en el ámbito de la aviación civil conforme a lo previsto en la Ley 21/2003, de 7 de julio, de Seguridad Aérea.

Adicionalmente, dada la especial afectación a la seguridad pública que puede implicar el uso de este tipo de aeronaves, el nuevo Real Decreto incorpora la obligación de comunicar previamente al Ministerio del Interior la ejecución de operaciones sobre aglomeraciones y zonas urbanas, estableciendo además que, por motivos de seguridad pública, las autoridades competentes podrán limitar su uso.

Nuevos escenarios operacionales

Para realizar vuelos con drones sobrevolando aglomeraciones de edificios o personas al aire libre, así como vuelos nocturnos, los que van más allá del alcance visual del piloto o dentro del alcance visual aumentado (EVLOS), se necesita siempre una autorización previa de AESA. Además, es requisito indispensable contar con un estudio de seguridad para cada tipo de operación a realizar y tener presente que, por razones especiales, se pueden necesitar además otras autorizaciones adicionales.

Estos vuelos solo se podrán realizar con drones que pesen menos de 10 kg y a una altura máxima de 120 metros del suelo y a más de 50 m de cualquier edificio, debiendo el piloto mantenerse a una distancia máxima de 100 m de su dron, y siempre dentro de su alcance visual (VLOS). Para los vuelos nocturnos hay que incorporar luces, pintura u otros dispositivos que garanticen la visibilidad del dron.

Los vuelos más allá del alcance visual del piloto (BVLOS) podrán realizarse con aeronaves de más de 2 kilos, con la preceptiva autorización y con la obligación adicional de contar con medios para conocer la posición del dron en todo momento, volando siempre dentro del alcance de la emisión de radio. El proveedor de servicios de información aeronáutica emitirá, previo al vuelo, un NOTAM (avisos a los aviadores) para informar al resto de usuarios del espacio aéreo (www.enaire.es).

Para los vuelos dentro del alcance visual aumentado (EVLOS) no hay límite de peso, pero deben contar con una autorización en caso de superar los 50 kg. El contacto con la aeronave se realizará a través de observadores que tengan en todo momento el dron a la vista y, en cualquier caso, nunca se superará la distancia máxima de 500 m del piloto o de los observadores, ni los 120 m de altura. Si la infraestructura cuenta con procedimientos de vuelo instrumental se deberá respetar la distancia mínima de 15 km de un aeropuerto, contando con medios para conocer la posición del dron en todo momento y siempre dentro del alcance de la emisión de radio.

Plan Estratégico 2018-2021

El pasado 19 de marzo fue presentado por el ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, el Plan Estratégico para el desarrollo del sector civil de drones 2018-2021, con el que se persigue fortalecer el crecimiento y potenciar la competitividad de este sector emergente. Debemos estar preparados para el futuro cercano, pues previsiblemente, en los próximos 15 años, el sector multiplicará por treinta su actual tamaño.

Se trata de una herramienta que, más allá del ámbito regulador, permite definir transversalmente ejes y líneas de actuación para potenciar al máximo este segmento de la industria en nuestro país y poner todo su potencial tecnológico e innovador al servicio de los ciudadanos.

Hasta finales del mes de abril, se encuentra abierta una fase de consulta pública en la que todos los interesados pueden participar aportando comentarios a la versión final del Plan (drones.dgac@fomento.es).

Este Plan, pionero en Europa, complementa al Plan de Innovación presentado por Fomento el pasado mes de noviembre. Prevé la creación de un Centro de Excelencia para promover la investigación y colaboración en I+D+i, además de un laboratorio de drones para generarar nuevas aplicaciones y modelos de negocio.

Vivimos un momento en que la innovación y el desarrollo tecnológico desempeñan un rol esencial como elementos



Maqueta de la aeronave Targos de Indra para la Xunta de Galicia.



Unidad móvil de control. Debajo, los drones son utilizados en agricultura en multiples funciones como la detección de plagas.



clave para el fortalecimiento seguro y ordenado del sector. En este sentido, el Plan publicado establece una hoja de ruta cuya finalidad es impulsar el desarrollo de este sector incipiente. Para ello, define y ordena el actual marco de actuación con el objetivo de posicionar a España como referencia internacional en el ámbito de los drones, ya que pronto los veremos integrados en ciudades inteligentes y en numerosas aplicaciones útiles a la vida de las personas.

El contenido del Plan se estructura en cuatro ejes estratégicos: el primero de ellos se centra en el ámbito normativo y con él se pretende conseguir la eficiente implantación del Reglamento aprobado, así como contribuir en la elaboración de la normativa a nivel europeo que actualmente se encuentra en una fase muy incipiente; el segundo eje, a través del impulso a la I+D+i del sector, engloba las actuaciones que persiguen el fortalecimiento y crecimiento de nuestras empresas; el tercero aborda la necesidad de mejorar el conocimiento de este sector más allá del aeronáutico, a través de la necesaria divulgación del conocimiento; y, por último, el cuarto eje persigue la coordinación entre las diferentes administraciones involucradas, abarcando aspectos tan importantes como la seguridad de las operaciones con drones y la protección de la privacidad.

Plan Director del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas 2017-2026

Barajas se adelanta al futuro



Begoña Olabarrieta

Las previsiones de futuro para la próxima década, junto con la conveniencia de adelantarse a las nuevas necesidades de viajeros y de compañías aéreas, son la base de las actuaciones contempladas en el recién presentado Plan Director del aeropuerto Adolfo Suárez-Madrid Barajas 2017-2026, en un momento en que el aeropuerto se consolida como centro de conexión entre Europa y América Latina, con la llegada de más vuelos internacionales, operaciones con aviones de mayor envergadura y un mayor volumen de viajeros año tras año.

Desde que en 1933 el entonces "Aeropuerto Nacional de Madrid" se abriera a las operaciones comerciales de tráfico aéreo, muchas aeronaves han despegado y aterrizado en el aeropuerto madrileño, hoy día conocido con el nombre "Adolfo Suárez Madrid-Barajas" y por sus códigos IATA y ICAO: MAD y LEMD, respectivamente.

Actualmente, el aeropuerto dispone de cuatro terminales para la aviación comercial de pasajeros, una terminal para la aviación ejecutiva y de negocios, un centro de carga aérea en el que están instaladas más de 200 empresas y la zona principal de hangares entre la T3 y la T4. Cuenta con cuatro pistas físicas paralelas dos a dos: 18L/36R-18R/36L y 14L/32R-14R/32L, cuya denominación fue modificada en 2012 para adecuarse a los cambios producidos por el movimiento gradual del



Terminal satélite, T4S.



Vista de la Terminal T2.

El Plan Director 2017-2026, en cifras

- ✓ *Objetivo prioritario: atender y mejorar la atención de 80 millones de pasajeros.*
- ✓ *Inversión total del plan director 2017-2026: 1.571 millones de euros.*
- ✓ *1º fase: Intervenciones en T1, T2, T3 (2017-2021) 530 millones de euros.*
- ✓ *2ª fase: Intervenciones en T4 (2022-2026) 1.041 millones de euros.*
- ✓ *Líneas clave de intervención:*
  - *Adaptación de las infraestructuras a la demanda.*
  - *Mejora de la conectividad.*
  - *Modernización y mejora de la calidad.*
  - *Intermodalidad.*
  - *Sostenibilidad medioambiental.*

norte magnético respecto al geográfico; además de una quinta que fue la primera en construirse y hoy se utiliza solo como pista de estacionamiento.

Si se compara con otros aeropuertos españoles Adolfo Suárez Madrid-Barajas es el primero en volumen de tráfico de pasajeros, de carga aérea y número operaciones; y dentro de la Unión Europea, el quinto en volumen de viajeros. Su cuota de tráfico internacional ha pasado de 29 millones de pasajeros en 2007 (el 56% del tráfico comercial) a 38,5 millones en 2017 (el 72% del tráfico comercial); además, la flota de aeronaves de gran tamaño que lo visitan ha duplicado su número en los últimos 10 años.

Consolidado como el centro de conexión europeo (*hub,* en inglés) es la principal puerta aérea de Europa con Latinoamérica con el 25% de la cuota de este mercado. En 2017 el tráfico con esta región ascendió a 7,5 millones de pasajeros.





Zona de facturación de la Terminal T2.

Un *hub* aeroportuario es un centro de conexión, con un modelo de operativa en el que los vuelos de corto y medio radio alimentan a los de largo radio. En el caso del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, el modelo *hub* lo desarrollan las compañías Iberia y Air Europa y las alianzas a las que pertenecen. Por ejemplo, pasajeros de países europeos que vuelan a Madrid para conectar con América Latina o Asia.

En el Top 20 de los grandes hubs *mundiales*

El aeropuerto Adolfo Suárez-Madrid Barajas ocupa la quinta posición de la Unión Europea en cuanto a número de pasajeros y se encuentra en el Top 20 de los grandes hubs mundiales.

En los últimos 15 años:

- *El tráfico de viajeros se ha incrementado en más de un 50%.*
- *El tráfico internacional se ha incrementado en un 130%*
- *Hasta febrero de 2018 el aeropuerto ha registrado 50 meses consecutivos de crecimiento de pasajeros.*
- *Cifras récord de actividad en 2017:*
- *53,4 millones de pasajeros*
- *38,5 millones pasajeros internacionales /72% del tráfico comercial*
- *387.566 operaciones*
- *470.795 toneladas de carga*
- *81 compañías operando*
- *212 destinos*
- *74 países*
- *13,2% grandes aeronaves de fuselaje ancho (Airbus A330 y Airbus A380)*

Impacto en la economía:

- *305.000 empleos generados (36% en la Comunidad de Madrid)*
- *9,3% PIB de la región*

Este aeropuerto es una infraestructura fundamental para la economía, no solo para Comunidad de Madrid donde representa el 9,3 de su PIB sino para toda España, ya que de los 305.000 empleos creados por la actividad aeroportuaria el 36% se han generado en la Comunidad de Madrid. Hasta el mes de febrero del presente año, el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, ha registrado 50 meses consecutivos en crecimiento de pasajeros, habiendo obtenido su récord histórico anual en el año 2017 con la visita de 53,4 millones de pasajeros.

Plan director 2017-2026

El Plan director del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, presentado por el ministro de Fomento Íñigo de la Serna el pasado 21 de marzo, contempla actuaciones e inversiones por un total estimado de 1.571 M€ para los próximos 10 años, 530 M€ para el primer periodo (2017-2021) y 1.041 M€ para el segundo (2022-2026).

Está estructurado en base a cinco objetivos principales: adaptar las infraestructuras a la demanda de tráfico prevista con el fin de no limitar el desarrollo del aeropuerto; garantizar unos elevados niveles de conectividad para mantener una posición de liderazgo como destino turístico; modernizar y potenciar la calidad de las infraestructuras, mejorando la experiencia del pasajero y la calidad percibida por las aerolíneas; fomentar la intermodalidad, mejorando el acceso en transporte público y lograr un equilibrio entre el desarrollo de la actividad y el respeto al entorno.

Se adaptarán las infraestructuras a la demanda de tráfico esperada, hasta dotar al aeropuerto de una capacidad que permita atender a 80 millones de pasajeros



Vista actual de las pasarelas de embarque de la Terminal T4.

anuales, garantizando el aumento de capacidad de las instalaciones, la adaptación al nuevo perfil de viajero y el incremento de aeronaves de gran tamaño, que se han visto y se verán modificados considerablemente.

Terminales más fáciles y eficientes

Las actuaciones previstas se dirigen a mejorar las terminales y adaptarlas a la evolución esperada de la demanda de tráfico hasta el año 2025 con el crecimiento de largo radio, aviones de mayor tamaño o nuevos requerimientos de seguridad.

En la primera fase, actuación que se alargará hasta 2021, se llevará a cabo la ampliación del vestíbulo de salidas y la modernización de las salas de recogida de equipaje de la T1; el nuevo equipamiento en las zonas de facturación y ampliación de filtros de seguridad de la T1 y T2 y la modernización de acabados y calidades en las áreas de embarque de las terminales T1, T2 y T3 en su conjunto.

El resultado será un aeropuerto más eficiente para las compañías que operan en estas terminales, también más accesible y fácil para los pasajeros, mejorando aspectos

Historia del Aeropuerto de Madrid

El día el 22 de abril de 1931 dio comienzo la historia del aeropuerto madrileño con su apertura al tráfico aéreo, aunque hasta finales del año 1933 no se iniciaron las operaciones comerciales en él. La nueva infraestructura, que sustituía los antiguos aeropuertos de Getafe y Carabanchel, se ubicó –por su buena comunicación con la capital a través de la carretera de Francia– en un terreno de unas 500 fanegas junto al entonces municipio de Barajas. Un gran círculo blanco con el nombre de Madrid en su interior servía como guía a los pilotos en el campo de vuelos.

El primer vuelo civil comercial, el trimotor Fokker VII/3M, tomó tierra en el aeropuerto Madrid-Barajas el día 15 de mayo de 1933. La compañía LAPE –futura Iberia– fue la primera en operar líneas regulares con destino Barcelona y Sevilla y en el primer año de funcionamiento del aeropuerto se llegaron a operar 378 vuelos con 2.873 pasajeros.

La primera reforma no tardó en llegar, motivada por las necesidades de las nuevas aeronaves. Fue en el año 1944 cuando se construyó la primera pista pavimentada con una longitud total de 1.400 metros.

En los años 50 el aeropuerto de Barajas ya recibía la visita de medio millón de pasajeros al año por lo que debía seguir creciendo y actualizándose. En 1954 se construyó una nueva terminal, que a la postre se conocería como Terminal Nacional –hoy en día es la Terminal T2–, y se vio completado posteriormente con una nueva terminal de carga.

En los años 70 comenzaron a llegar los Jumbos y con ellos el tráfico se duplicó sobrepasándose los cuatro millones de pasajeros anuales en el aeropuerto Madrid-Barajas, así llamado desde 1965.



Remodelación de la Terminal T1.

fundamentales en la valoración de los usuarios como son los controles de seguridad, las áreas de embarque y de recogida de equipajes. Además, en esta primera fase también se construirá una plataforma de puestos de estacionamiento remoto (aquellos que no están unidos a la pasarela de embarque o *finger)* y una nueva zona de estacionamiento de autobuses en la T4 para mejorar la intermodalidad entre los dos medios de transporte.

La construcción de una nueva terminal de pasajeros dedicada exclusivamente al tráfico internacional llegó en 1971, la hoy conocida como T1. Solo tres años después, en 1974, la compañía Ilberia inició su innovador servicio para "llegar y volar", con la inauguración de la entonces denominada Terminal Norte dedicada en exclusiva al puente aéreo Madrid-Barcelona. Este servicio que ha unido, y sigue haciéndolo, las dos grandes ciudades de nuestro país, cuenta hoy en día con su propio espacio dentro de la terminal.

Los Campeonatos Mundiales de Fútbol de 1982 fueron el detonante para que se emprendieran en 1980 las obras de una profunda remodelación de la Terminal Nacional. Posteriormente, en el año 2000, se decidió aumentar la capacidad del aeropuerto para poder llegar a acoger hasta 70 millones de pasajeros, por lo que se impulsó el denominado Plan Barajas, que se inició con la construcción de la tercera pista y la nueva Torre de Control, que se completaron con dos nuevas pistas, paralelas a las existentes, de forma que todas ellas pudieran estar plena y continuamente operativas.

El 4 de febrero de 2006 culminó el proyecto del aeropuerto, reforzando la importancia del aeropuerto madrileño como hub *mundial, con la puesta en marcha de la actual T4 y su edificio satélite –T4S–, que cuenta con dos pistas para 120 vuelos por hora y puede recibir 35 M de pasajeros al año, abarcando para ello una superficie de más de 750.000 m².*

El 24 de marzo de 2014, un día después del fallecimiento del expresidente del Gobierno Adolfo Suarez y en honor a su memoria, el aeropuerto vuelve a cambiar su denominación oficial y pasa a llamarse aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.



Zona de salidas de la Terminal T2.

Potenciación *hub* T4

Para el segundo periodo de actuaciones (2022-2026) está prevista la adaptación de la T4, con la intervención de algunos elementos esenciales para mejorar el tránsito, como la ampliación en 85.000 m² de la zona de facturación y del área de seguridad.

Uno de los puntos clave estará en albergar y dar más facilidades a los grandes aviones, con más capacidad de carga y pasajeros, prolongando 50.000 m² el edificio T4S (Terminal Satélite) hacia el norte, lo que permitirá crear hasta 7 nuevos estacionamientos de gran tamaño *(Wide Body)* para vuelos intercontinentales.

También se construirá una nueva plataforma de remotos para 6 nuevos puestos de estacionamiento con capacidad para 2 aeronaves tipo F (A380 o similares) y 4 tipo E (A340 o similares).

Actuaciones a 10 años que consolidarán al aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas como uno de los más importantes de Europa para pasajeros y compañías.



SÍMBOLO DEL PATRIMONIO CULTURAL MUNDIAL BAJO EL MAR

La aventura del ballenero San Juan y la arqueología subacuática



Proceso de construcción de la nao San Juan.

Josu Bilbao Cámara.
Fotos: Albaola-Factoría Marítima Vasca

En el año 1565 el ballenero San Juan se hundió en aguas del Atlántico Norte, en la costa de lo que más tarde se denominaría Canadá. En 1978, arqueólogos canadienses encontraron el pecio del San Juan en Red Bay, localidad situada en la provincia canadiense de Terranova y Labrador. La excavación arqueológica submarina y la investigación exhaustiva de todas y cada una de las piezas del barco fueron un hito importante en el mundo de la arqueología subacuática, y el pecio del San Juan se convirtió en la estructura de barco del siglo XVI mejor investigada del mundo.

En la primavera de 1565, el ballenero San Juan partía desde el puerto de Pasajes, en Guipúzcoa, rumbo a las aguas de Norteamérica. Pasaia, debido a sus peculiares características naturales y su ubicación estratégica, era uno de los principales puertos balleneros del siglo XVI desde donde, en aquellos días, zarpaban grandes expediciones marítimas para la pesca de ballenas y bacalao.

Su construcción fue similar a la de otros muchos balleneros de la época, para la que fue utilizada principalmente la madera de roble, de mediano tamaño, con 200 toneladas de arqueo, y 20,9 m de eslora y 7,5 m de manga. Contaba con tres mástiles y tres cubiertas, y tenía capacidad para transportar sesenta marineros y cinco chalupas balleneras (pequeña embarcación de apoyo a la pesca de la ballena).

Tras surcar el océano Atlántico, atracó en la bahía de Terranova, a la que los vascos de aquellos días llamaban *Butus* o *Buytes* (Red Bay, Labrador), situada en el estrecho de Belle Isle. En aquella pequeña bahía donde solían atracar unos 10-12 balleneros con una tripulación total de unos 1.500 hombres que la visitaban cada año, fue cuando en octubre de 1565, justo antes de retornar la nave a su puerto base en España cargada con casi mil barricas de aceite de ballena, le sorprendió una fuerte tormenta mientras fondeaba que causó su naufragio. Por fortuna, no hubo víctimas que lamentar y los miembros de la tripulación pudieron volver sanos y salvos a casa en otros balleneros.

En 1978, Parks Canada, la Agencia del Gobierno de Canadá dedicada a gestionar el patrimonio cultural y natural canadiense, encontró, a diez metros de



profundidad, los restos de la San Juan en Red Bay. Se encontraba, gracias a la baja temperatura del agua y al proceso de sedimentación, en muy buenas condiciones de conservación, a pesar de haber transcurrido varios siglos desde su hundimiento. Por ello, el ballenero español se ha convertido en una fuente imprescindible para el conocimiento de la construcción naval de la época, a la que los arqueólogos y científicos canadienses dedicaron casi tres décadas de análisis de los restos encontrados. Con la excavación arqueológica submarina y la investigación exhaustiva de todas y cada una de sus piezas el barco fue un importante descubrimiento arqueológico subacuático y por ello el pecio del San Juan es la estructura de barco del siglo XVI mejor investigada del mundo.

Es tal el detalle descriptivo de los cinco tomos que conforman las conclusiones del estudio arqueológico que sus estas han podido ser utilizadas como base para la elaboración del proyecto constructivo y su posterior aprobación por la Capitanía Marítima de Pasaia. Esta singularidad ha sido igualmente reconocida por la UNESCO, que viene utilizando el símbolo de este pecio para representar a todo el patrimonio cultural subacuático del mundo.

Robles del valle Sakara (Navarra) son utilizados en la construcción de la nave. Abajo, trabajos arqueológicos realizados por la agencia gubernamental Park Canada.



Pasaia y la construcción naval

Durante gran parte del siglo XVI, las naos –como la San Juan– representaban el principal buque utilizado para el transporte marítimo comercial entre Europa y América. Su gran capacidad de carga, con unos coeficientes de afinamiento elevados, le permitían transportar en bodega casi mil toneles de aceite de ballena, combustible necesario para garantizar la iluminación de la mayoría de las capitales europeas y por ello este comercio se convirtió en uno de los principales tráficos comerciales de la época.

Toda esta actividad de construcción naval, durante los siglos XVI, XVII y XVIII, tuvo al puerto de Pasaia como el gran protagonista. Considerado, desde entonces y hasta ahora, como uno de los puertos más seguros del Cantábrico, fue utilizado para la construcción de toda la gama de buques de la época, desde embarcaciones de pesca y cabotaje, a naos de medio porte como la San Juan, además de grandes navíos de guerra para la Real Armada –de hasta 1.683 toneladas de arqueo–, así como fabulosas fragatas para el comercio de la Compañía de Caracas.

Para hacerse una idea de la importancia que el puerto de Pasaia ha tenido en la historia de la construcción naval de aquella época, basta fijarse en el creciente número de astilleros que jalonaban la bahía en el año 1700, en el que llegaron a existir hasta seis gradas de otros tantos astilleros, algunos de titularidad real, otros municipales o gestionados por manos privadas.

El Museo Astillero "Factoría Marítima Vasca"

Casi cinco siglos después del hundimiento de la San Juan, en 2014, la Asociación Albaola pone en marcha el maravilloso proyecto de abrir, en el mismo puerto de Pasaia, la "Factoría Marítima Vasca", un interesante museo astillero donde se trabaja en la construcción de una réplica científica del ballenero San Juan, creándose en torno a este proyecto lo que Albaola ha denominado Red San Juan.

La agencia gubernamental Parks Canada ha sido la encargada de los trabajos arqueológicos e investigación del pecio rescatado, y ha sido la que ha aportado la información que ahora está siendo la base para la construcción de la réplica de la nao San Juan en el puerto de Pasaia. La réplica de la nao es un proceso único en el mundo pues se está realizando con las mismas técnicas utilizadas en el original construido en el siglo XVI, para lo que se han recuperado oficios y materiales actualmente perdidos y que antaño fueron tan importantes para el desarrollo social y económico.

Todo en la nave, desde la materia prima hasta la tecnología utilizada en la nueva construcción de la San Juan, es un proceso de revitalización y dinamización del patrimonio cultural y el universo marítimo, con ella se colabora en la recuperación de los oficios del pasado que

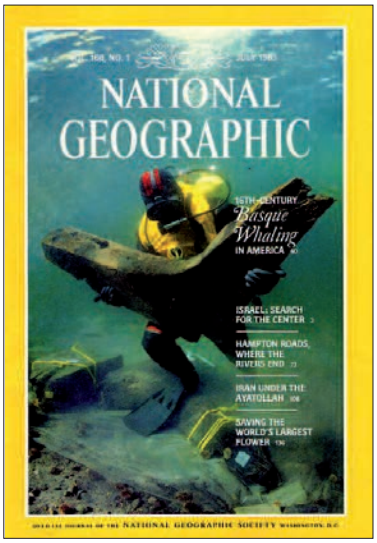


Instalaciones de Albaola, factoria diseñada para recibir visitas que puedan disfrutar en directo del trabajo de construcción de la nao San Juan.



▶ *Construcción de la nave. Abajo, portada de la revista National Geographic de julio de 1985.*

vuelven aportando nuevos conocimientos ya olvidados y, quién sabe, si un nuevo futuro. Un trabajo en red, "la Red San Juan" que no se limita a la costa o a los trabajos del astillero, sino que es mucho más que eso.



También forman parte de ella nuestros bosques, los robles del valle de la Sakana (Navarra), antiguamente ya trasmochados y utilizados para la construcción naval, de los que se extraen y se trabajan las diferentes piezas del barco; los abetos del valle de Salazar en la selva de Irati (Navarra), utilizados también históricamente para mástiles y vergas; la pez o el alquitrán de los pinos de Quintanar de la Sierra (Burgos), e incluso la sidra gipuzkoana como principal bebida de aquellas travesías marítimas. Todo ello vuelve a cobrar vida y se activa para la nueva construcción de la nao ballenera en Pasaia.

Todo ello ha contribuido a que este proceso de construcción en la Factoría Marítima Vasca cuente con el patrocinio de la UNESCO, siendo el primer y, por ahora, único barco al que se le ha otorgado tal reconocimiento.

Sin limitarse al objeto final, es decir al barco ballenero, con este proyecto se ha puesto en valor todo el proceso de construcción y la divulgación del proyecto haciendo participe de él a toda la sociedad, siendo esta una de sus prioridades. Por ello la Factoría está diseñada para recibir visitas y que toda persona que se acerque a sus instalaciones pueda disfrutar en directo de todo el proceso, desde los trabajos de carpintería de ribera en la elaboración de las piezas hasta el ensamblaje de estas en el gran cobertizo de madera donde se está alzando la nao. La Factoría también cuenta con un espacio museístico en el cual se contextualiza el hundimiento y el descubrimiento de la San Juan, la pesca de la ballena llevada a cabo por los vascos en Norteamérica y la industria naval vasca en el siglo XVI. Razones por las que hoy en día, a pesar de su breve recorrido, este museo-astillero ya se ha convertido en uno de los atractivos culturales más visitados del País Vasco.

Podemos afirmar que la construcción de la nao San Juan del siglo XVI es todo un acontecimiento para los amantes de la cultura marítima, un proceso único y una gran oportunidad para volver la mirada al pasado, descubrir un universo tecnológico y marítimo que estaba olvidado pero que ahora se está recuperando gracias a la labor de la asociación Albaola desde el puerto de Pasaia. ▮

Bibliografia

- ✓ *Robert Grenier, Marc-André Bernier, Willis Stevens: "The Underwater Archaeology of Red Bay Basque Shipbuilding and Whaling in the 16th century". Parks Canada.*
- ✓ *Odriozola Oyarbide, Lourdes: La construcción naval en Gipuzkoa siglo XVIII. Diputación Foral de Gipuzkoa.*

Índice



Centro de Publicaciones
Ministerio de Fomento

Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid
tlfn: 915 97 53 96
https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web/

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Exposición en la Arquería del Ministerio de Fomento

LLUÍS CLOTET



▶ *Oficinas municipales en Sant Pere de Ribes, Barcelona.*

Eduardo Aragoneses. Fotos: D.G. Arquitectura

La programación de exposiciones en *La Arquería* del Ministerio de Fomento incluye una exposición dedicada al destacado arquitecto catalán Lluís Clotet, quien obtuvo el Premio Nacional de Arquitectura que otorga el Ministerio de Fomento en 2010. La exposición estará abierta al público, desde el día 19 de abril hasta al 7 de julio, en las Salas Alejandro de la Sota y Félix Candela de la Arquería.

Las exposiciones temporales de Arquitectura, y en concreto las de la sala de *La Arquería* de Nuevos Ministerios, constituyen, desde 1983, un pilar importante en la labor de promoción de la Arquitectura acometida por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo del Ministerio. El reconocimiento alcanzado ha convertido *La Arquería* en un referente de prestigio y un lugar de paso obligado para los profesionales del sector y para un público progresivamente amplio, interesado en la cultura, la técnica y el patrimonio arquitectónico.

Lluís Clotet, *"un arquitecto fiel a su tiempo, cuya arquitectura refleja con rigor una geometría ortodoxa, de amplio alfabeto, fiel a la gravedad y aspirante a una belleza sin dogmas*" nació en Barcelona, el 31 de julio de 1941. Ingresó en la Escuela Técnica de Arquitectura de Barcelona, en 1960 y sus primeros encargos profesionales surgieron del estudio de Alfonso Milà y Federico Correa. Antes de finalizar la carrera ya fue galardonado con un primer premio, el premio FAD por el trabajo de interiorismo en la tienda Sonor.

Su emancipación profesional llegó en 1964 con la creación del Studio Per ("casa" en el idioma del antiguo Egipto), creado por iniciativa de cuatro amigos y compañeros de estudios, del que al poco tiempo se independizaría la pareja formada por Oscar Tusquets y Lluís Cotet. Esta nueva unión, resultado de una gran complicidad y del diálogo permanente entre ellos, fructificó en importantes proyectos, hasta que con los años se fueron distanciando y en 1983 separaron definitivamente sus trayectorias. La ruptura con Tusquets marca el punto de inflexión en su carrera profesional que posteriormente



Viviendas en Diagonal Mar, Barcelona. Abajo, cartel de la exposición de Clotet.

se uniría a la de Ignacio Paricio, catedrático de Construcción de la Escuela.

Desde su particular visión de la vida, Clotet afirma que no ha tenido que pelear mucho. "*Hombre que huye del barullo y tiende a propiciar el orden a su alrededor*", como dice su amiga Montse Ingla (a quien el arquitecto confió el prólogo de su libro editado con motivo del Premio Nacional de Arquitectura), pero son su obra y trayectoria profesional las que mejor hablan de él. Al final de su carrera, ha confesado sentir un cierto remordimiento por no haberse dedicado más al servicio público y se lamenta



de que, quizá, no ha devuelto lo mucho que la sociedad le ha brindado. Esta afirmación, fruto de su humildad, no puede ser tenida en cuenta, pues su aportación a la arquitectura ha sido enorme, construyendo magníficos edificios siempre desde la honestidad. Prueba de ello son los muchos reconocimientos y premios que le han sido otorgados a lo largo de su vida, como son el Premio Nacional de Restauración 1980, el Premio Nacional de Arquitectura de Cataluña 1999 y el Premio Nacional de Arquitectura 2010.

Clotet, hoy ya retirado de la profesión, ha disfrutado mucho haciendo arquitectura y es un grandísimo referente para los que vienen detrás. Muchos le han reprochado que haya tomado la decisión de apartarse, a lo que él responde que ahora es el momento de tener tranquilidad, renunciar definitivamente a las prisas, ponerse a sí mismo como reto, mirar a su entorno, reflexionar…

Exposición en *La Arquería*

La Dirección General de Arquitectura del Ministerio ha venido trabajando en la organización de esta exposición desde el año 2016, en el marco de la programación de exposiciones que rinde homenaje a la obra y la figura de Clotet. En ella se mostrará la obra construida y proyectada por el arquitecto, además se exponen aproximadamente 40 objetos diseñados por él. Los comisarios de la exposición son los arquitectos Elías Torres y José Antonio Martínez Lapeña, también galardonados con el Premio Nacional de Arquitectura, en su edición de 2016.

El diseño de la muestra es del arquitecto Marcos Corrales. El recorrido de la exposición se envuelve con una cortina que sigue un trazado geométrico ajeno a la forma de la sala para independizarse visualmente de ella. Dentro del nuevo recinto creado por las cortinas, con un guiño a los paisajes y recuerdos de infancia de Clotet, se han reunido objetos y muebles diseñados por el arquitecto, varios de ellos en colaboración con Oscar Tusquets. A continuación, en tres salitas, también enmarcadas por cortinas, se proyectan las obras de viviendas, edificios, interiorismo y diseños de Clotet y colaboradores. Las dos largas, intensas, sólidas y fructíferas etapas de colaboración del arquitecto con Tusquets primero y, más recientemente, con Ignacio Paricio, están presentes en estas proyecciones, que en ambas etapas están impregnadas de una misma manera de entender el mundo y de la posibilidad de modificarlo y mejorarlo a través de su oficio.

Premio Nacional de Arquitectura

El Programa de Difusión y Promoción de la Arquitectura del Ministerio de Fomento tiene entre sus objetivos potenciar la difusión nacional e internacional de la arqui-

Discurso pronunciado por Lluís Clotet en el acto de entrega del Premio Nacional de Arquitectura 2010, el día 8 de septiembre de 2011

Quiero expresar dos agradecimientos breves e importantes para mí.

El primero a la Arquitectura. Una disciplina vasta, inabarcable, cautivadora, en la que he vivido sumergido toda la vida, que me ha protegido, que al mismo tiempo me ha impulsado a salir de mí mismo y de mi tiempo, y en la que he encontrado herramientas para ver y entender la complejidad del mundo.

Una disciplina con un legado extraordinario que me ha ayudado a vislumbrar el largo camino y los distintos propósitos que ha seguido la aventura humana hasta nuestros días. Su progresivo conocimiento me ha hecho necesariamente escéptico y también autoexigente.

Una disciplina que me ha permitido practicar el juego de imaginar, construir lo imaginado, observar su comportamiento y afinar las futuras imaginaciones. Una manera de hacer, aún artesanal y lúdica, que me ha permitido disfrutar de la inmensa suerte de reconocerme en los resultados.

Una disciplina que me ha hecho contemporáneo de todas las épocas y que me ha enseñado que la tradición no es una herencia sino una conquista.

Una disciplina que me ha ayudado a desenmascarar la falsa dicotomía entre moderno y antiguo y que me ha enseñado a distinguir entre novedad y progreso.

Una disciplina, en fin, que me ha permitido observar y experimentar las estrechas relaciones entre fealdad, estupidez y maldad, pero también entre emoción, conocimiento y generosidad.

El segundo agradecimiento es para todos los que me han acompañado en este camino a lo largo de estos años: padres, hermano, compañeros, profesores, amigos, socios profesionales –Oscar Tusquets e Ignacio Paricio– colaboradores, clientes, arquitectos admirados... un grupo humano del que he recibido tantas influencias, tan intensas y tan entrelazadas, que hace que me resulte difícil, casi imposible, reconocer mi propia especificidad en medio de este enmarañado ovillo. Mis límites personales se han difuminado hasta tal punto que no sé muy bien dónde empiezo y dónde acabo, no sé muy bien qué hay de mío en lo que he hecho.

Y por último, gracias también al Ministerio de Fomento y a todos los miembros del jurado de este Premio Nacional 2010 por su generosa distinción, que la vivo, no podía ser de otra manera, como un reconocimiento a todo este grupo del que formo parte de una manera indivisible.

Muchas gracias.



Centro de Servicios Sociosanitarios en Barcelona.

tectura española, acercándola a los ciudadanos y apoyando a las empresas y despachos españoles en el exterior, además de incentivar y premiar la arquitectura de calidad, sostenible y de interés público, primando la atención en las formas de intervención sobre el patrimonio edificado. Entre las funciones que tiene encomendada la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo se encuentra la difusión, fomento e investigación de la Arquitectura y la colaboración con otros departamentos y órganos de la Administración General del Estado, así como con asociaciones profesionales, instituciones, fundaciones u organismos, tanto públicos como privados, nacionales e internacionales.

Los premios promovidos por el Departamento son el Premio Nacional de Arquitectura, las Bienales (Bienal Española de Arquitectura y Urbanismo; Bienal Iberoamericana de Arquitectura y Urbanismo) y el Premio Eduardo Torroja de Ingeniería y Arquitectura, con los que se contribuye a proyectar la indiscutible excelencia de la arquitectura española. Con ellos, no solo se apoya a personas o entidades con sobresaliente valor cultural, sino que se resaltan éstas como la parte más visible de un importante sector económico, el de la edificación en su conjunto, cuyas empresas y profesionales destacan por su capacitación, formación politécnica y experiencia en amplios campos de actividad.

El Premio Nacional de Arquitectura es el máximo reconocimiento específicamente destinado a la Arquitectura en España. El origen del Premio se remonta a 1930, año en que la Gaceta de Madrid del día 27 de diciembre anunciaba el resultado del Primer Concurso Nacional de Arquitectura convocado por el Ministerio de Instrucción Pública, dotado con 5.000 pesetas y que recayó en el arquitecto Alfonso Jimeno Pérez, por una Escuela Maternal presentada a concurso bajo el lema "Vida".



La Fundación Alicia junto al Monasterio de Sant Benet, en Sant Fruitós del Bages (2006-2008).

Desde entonces, hace casi 90 años, la dilatada historia del Premio ha conocido diversas modalidades: el concurso ya mencionado, que permitió premiar prometedoras carreras apenas comenzadas como las de García Mercadal y Sáenz de Oíza, entre otros; el premio a un edificio en particular, el primero de los cuales fue la Central Térmica de la Ciudad Universitaria de Madrid de Manuel Sánchez Arcas y Eduardo Torroja, en 1932; o, ya en los últimos años, el reconocimiento de trayectorias profesionales, algo que ha dado lugar a que alguno de los premiados contara ya con el galardón a través de los anteriores formatos. Renovado, por última vez en 2014, en las tres últimas ediciones han sido premiados Juan Navarro Baldeweg (2014), Rafael Moneo (2015) y Elías Torres Tur y José Antonio Martínez Lapeña (2016). Se da la coincidencia de ser Torres y Martínez Lapeña los comisarios de la actual exposición sobre Lluís Clotet i Ballus.

Algunas obras más significativas

- ✓*El restaurante La Balsa, en Barcelona (1979).*
- ✓*La nave Simón en Canovelles, Barcelona (1987-1989).*
- ✓*La adecuación del Depósito de Aguas de Barcelona como Biblioteca Universitaria (1992-999).*
- ✓*La sede del Banco de España en Girona (1983-1989).*
- ✓*La restauración del Convent des Angels, en Barcelona (1996-2001).*
- ✓*Las viviendas Ille de la Llum en Diagonal Mar (2001-2005).*
- ✓*La Fundación Alicia junto al Monasterio de Sant Benet, en Sant Fruitós del Bages (2006-2008).*

La concesión de los Premios Nacionales de Arquitectura da lugar a la edición, dentro del Plan de Publicaciones Oficiales del Ministerio, de una monografía sobre cada premiado, lo que se viene haciendo desde el año 2002 y constituye a fecha de hoy una apreciada colección de libros dedicados a destacados arquitectos españoles que pueden ser adquiridos en la Librería del Ministerio de Fomento.

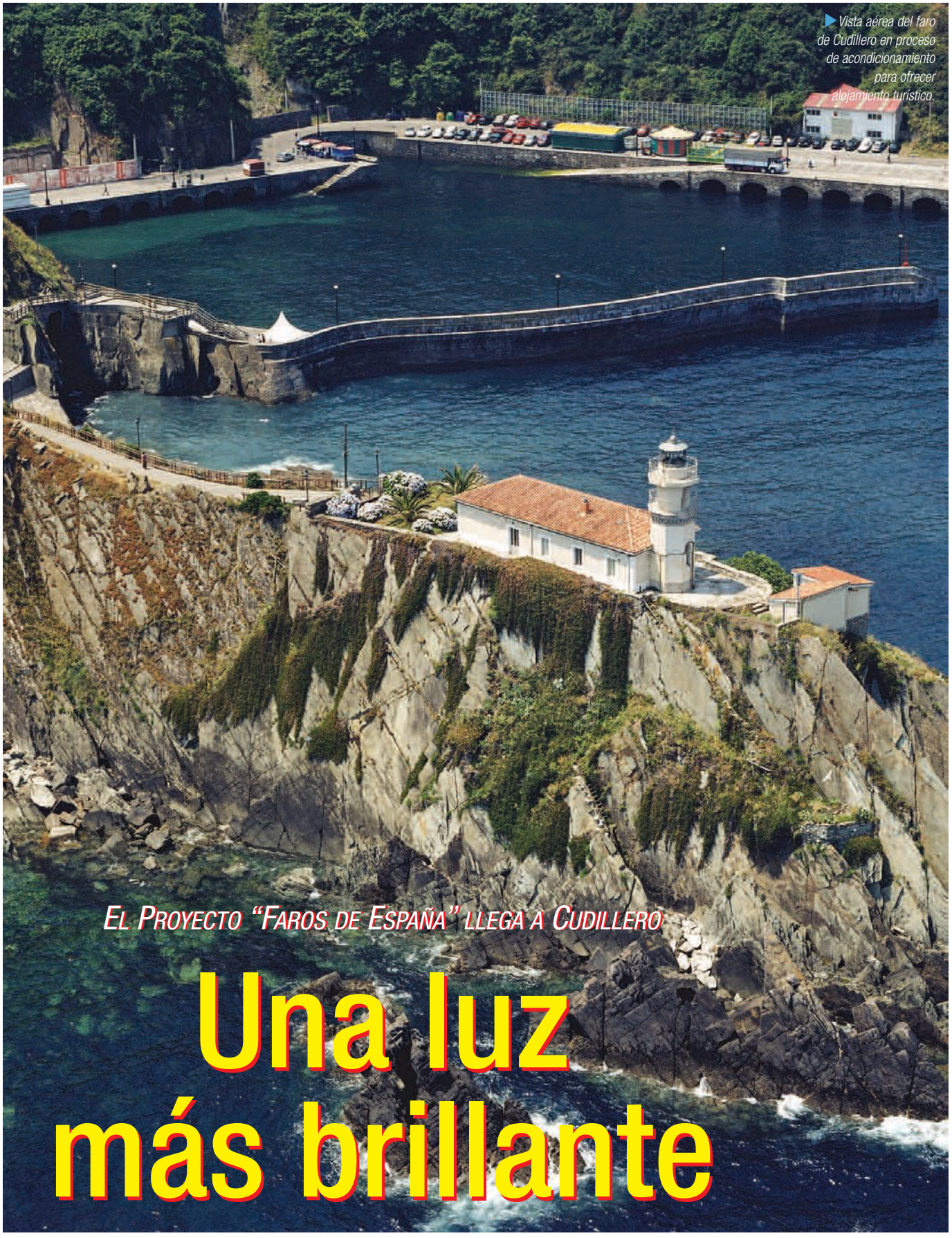
Del mismo modo, como parte de la programación de exposiciones de la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, se quiere generalizar una exposición en torno a la obra de los premiados.

Libro sobre Clotet

El libro "Lluís Clotet" fue editado por el Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento en 2010 y tiene carácter de catálogo en la muestra presentada en *La Arquería*.

Esta obra constituye la única monografía completa dedicada al autor en sus cincuenta años de ejercicio profesional como arquitecto, a pesar de que su obra sea muy conocida por su difusión en revistas profesionales y libros dedicados a trabajos colectivos. Profusamente ilustrado, brinda una recopilación y análisis de su obra, que incluye trabajos de edificación y rehabilitación, diseño de interiores y mobiliario, así como importantes planes urbanísticos. ▮

Venta: (plaza de San Juan de la Cruz s/n de Madrid, teléfono de contacto: 91 597 53 96-cpublic@fomento.es) o de forma virtual en la página web del Ministerio https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web/.



Vista aérea del faro de Cudillero en proceso de acondicionamiento para ofrecer alojamiento turístico.

El Proyecto "Faros de España" llega a Cudillero

Una luz más brillante



Faro de Trafalgar. Cádiz.

Redacción Fomento. Fotos: Puertos del Estado

El Ministerio de Fomento, a través de Puertos del Estado y las distintas Autoridades Portuarias, gestiona y controla el sistema nacional de ayudas a la navegación marítima, que actualmente cuenta con 187 faros, todos ellos en servicio como ayuda a la navegación. Estos edificios únicos, generalmente situados en lugares elevados al borde del mar, nos ofrecen un entorno incomparable y son además, en algunos casos, un importante elemento de nuestro patrimonio histórico nacional.

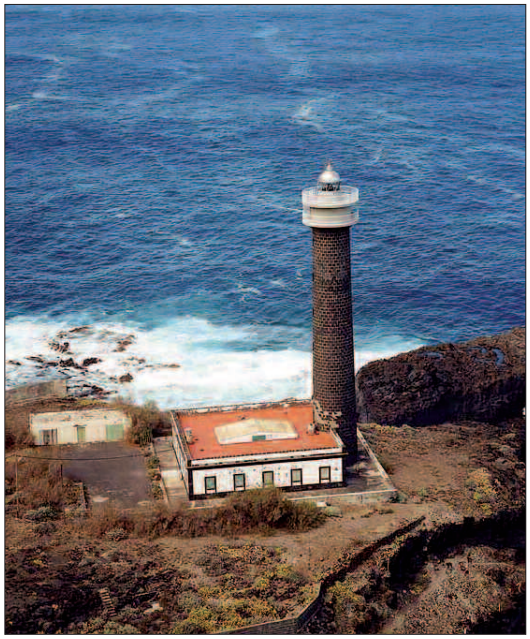
Los faros representan una importante ayuda a la navegación marítima y desde hace siglos son utilizados como método básico de orientación en la mar, siempre dispuestos a ayudar para que las embarcaciones puedan orientarse con respecto a la costa. Utilizan para ello señales luminosas emitidas desde un punto elevado, siendo una clara advertencia de la cercanía de un lugar seguro para el fondeo.

En sus orígenes, la dificultad de acceder a ellos por su lejana ubicación, casi siempre apartados de los núcleos urbanos, unido a la necesidad de que una persona pudiera controlar *in situ* la actividad del faro, hacían necesaria la construcción de otras dependencias de apoyo cercanas, como es el caso de viviendas para los trabajadores.

En nuestros días, las modernas tecnologías proporcionan medios más eficaces y con menores costes para guiar con seguridad los barcos a puerto, lo que ha provocado que ya no sea necesaria la presencia continua del farero controlando la actividad. Es esta la razón por la que desde el Ministerio de Fomento se han buscado nuevas alternativas que ayuden al sostenimiento económico y medioambiental de los faros. Por ello, se ha puesto en marcha la iniciativa bajo el nombre de "Faros de España", con la finalidad de potenciar un uso complementario en las instalaciones desocupadas en el entorno de los faros.

Hacer accesibles los faros a la sociedad es el objetivo del proyecto "Faros de España"

El proyecto "Faros de España", desplegado a través de Puertos del Estado y las Autoridades Portuarias, representa una estrategia para garantizar la conservación responsable de los faros, sostenible y cuidadosa con el medio ambiente, fomentando en su entorno el desarrollo de nuevas actividades complementarias, distintas de las de la señalización marítima. Apoya los proyectos de iniciativa privada, pública o público-privada que impulsen el desarrollo de actividades de tipo turístico, cultural, social, de alojamiento, mixto, etc., para volver a dar vida a los espacios actualmente no utilizados, haciendo posible su apertura al público, garantizando su conservación, sin olvidar su función principal, que continúa siendo la señalización marítima. En definitiva, hacer accesibles los faros a la sociedad que actualmente, en su gran mayoría, ni siquiera son visitables.



Faro de Punta Cumplida en la isla de La Palma, que ofrecerá en pocos meses alojamiento turístico.

Así, las viviendas actualmente desocupadas por los fareros u otras dependencias pueden tener nuevos usos que ayuden económicamente a mantener sus instalaciones y contribuyan a mejorar la competitividad del sector turístico, orientándolo hacia un turismo de calidad.

Por último, esta iniciativa no olvida la responsabilidad histórica respecto del legado que representan los faros y que debe ser gestionado eficientemente para garantizar la conservación de este patrimonio, sin menoscabo de su utilidad para los navegantes.

Marco legislativo

Este proyecto-iniciativa del Ministerio de Fomento no es solo una planificación de determinadas instalaciones en el entorno de los faros sino que, dejando la iniciativa a los promotores privados, públicos o público-privados, deben ser ellos quienes pongan en marcha la tramitación de su solicitud, proponiendo un proyecto concreto, puede ser para la explotación hotelera o para cualquier otro tipo de actividad cultural o social.

La concesión demanial será otorgada por la Autoridad Portuaria a la que esté adscrito el faro y su dominio público, que será la competente para la gestión de solicitudes y, en caso de aprobarse, será siempre a través de una concesión administrativa por un periodo de años prefijado, acorde con el marco legal vigente y el plan de negocio presentado. Siempre debe ser el promotor quien se ocupe de la adecuación del espacio a la nueva actividad, realizando la rehabilitación o consolidación de las instalaciones a partir de su estado actual.

Puertos del Estado desarrolla también una parte importante en la tramitación, ya que será la entidad que elabore los informes para la autorización del desarrollo de la nueva actividad de tipo residencial, de carácter necesariamente turístico, por la que, bien el ministro o el Consejo de Ministros pueden levantar la prohibición general que se aplica al dominio público en este ámbito.

El proyecto de la actividad a desarrollar debe respetar el marco legal aplicable, sin perjuicio de la regulación de la comunidad autónoma o nacional en materia de alojamientos turísticos y otras competencias de diferentes administraciones.

El proyecto “Faros de España” desarrolla una potencialidad presente en el marco sectorial portuario desde el año 2003, que actualmente se recoge en el texto refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, aprobado por Real Decreto Legislativo 2/2011. Para la realización de estas actuaciones se debe respetar un marco regulatorio significativamente restrictivo, contemplado en el artículo 72, mientras que el régimen concesional lo está en el artículo 85 del texto refundido, garantizándose la publicidad y libre competencia, así como la participación de particulares, entidades y organismos en la tramitación del correspondiente expediente administrativo.

Actualmente se encuentra abierto y puede visitarse en Galicia el faro de la Isla Pancha en Ribadeo que además dispone de alojamiento turístico. Hay otros dos faros que se están acondicionando y que podrán visitarse pronto: el faro de Punta Cumplida en la isla de La Palma y el de Cudillero en Asturias y, todavía en fase de tramitación de autorizaciones se encuentran los faros de Trafalgar en Cádiz, y en A Coruña los de Corrubedo y Punta Insua.



Faro de Isla Plancha en Ribadeo (Galicia) con alojamiento turístico disponible.

Faro de Cudillero

El faro de Cudillero se une a la lista de faros que podrán utilizarse como alojamiento turístico, precedido por otros dos faros, uno en Galicia y otro en la isla de La Palma. El Consejo de Ministros ha levantado la prohibición para que puedan dedicarse a alojamiento turístico determinadas instalaciones anexas, un trámite que es preceptivo al ubicarse dichas infraestructuras en la servidumbre de protección de la costa, a una distancia inferior a cien metros del borde del mar. Por ello, a partir de ahora, la Autoridad Portuaria de Avilés podrá continuar la tramitación administrativa para su uso hotelero.

Inaugurado el 1 de agosto de 1858, este año se cumplirá su 160 aniversario. Cuenta con una planta rectangular de 18 x 7 metros y una altura de 5 metros, con una torre adosada de planta octogonal. El proyecto consiste en la rehabilitación del edificio de las antiguas viviendas del farero para su uso como casa rural, modificando tan solo su aspecto interior y respetando su apariencia exterior. Además, se adecuará la parcela para el desarrolllo de eventos de pequeño formato y visitas guiadas al complejo del faro.

Con una inversión inicial estimada de 300.000 euros, su concesión por 35 años será para 800 m^2, de los cuales 142 m^2 corresponden a la superficie ocupada por la edificación. Este proyecto será un estímulo al crecimiento económico de la zona, con la creación de nuevos empleos, la diversificación del tejido local y las posibles sinergias con otras actividades como las rutas turísticas.

Situado en uno de los pueblos más típicos y marineros de la cornisa cantábrica, en el extremo de la punta llamada Roballera (nombre que en sus orígenes fue “Roballo”), al NE del puerto, es un lugar privilegiado por su visibilidad desde la mar. Antes de que existiera el faro, ya en el punto conocido como Garita, el gremio de mareantes encendía una hoguera para prevenir en días de temporal a aquellas embarcaciones pesqueras que habían salido a la mar y, haciendo las veces de faro, salvaron muchas vidas.

Para llegar hasta el faro hay que partir del puerto donde, claramente visible desde el espigón de abrigo, parten las escaleras que durante unos 250 metros de longitud bordean la ladera de la montaña y conducen hasta la misma entrada del faro.

Como buen pueblo marinero, la población se siente muy unida a su faro, pues forma parte de la tradición y el sentir de sus habitantes, que tantas veces fueron auxiliados por su luz. Hasta una copla canta al deseo que siempre hubo de que tuviese mayor alcance y dice así:

El faro de Cudillero lo van a poner más alto,
para que alumbre a San Esteban
y no se pierdan los barcos.
Mientras Cudillero viva y dure la fuente del Canto
va San Pedro a la Ribera con todo su ser de Santo.

Usos complementarios de los faros

Los faros no solo representan en algunos casos una parte del patrimonio nacional, también pueden representar un símbolo importante del patrimonio marítimo mundial. Precisamente, el interés en preservar los faros históricos ha sido el principal detonante para tomar conciencia de la necesidad de buscar usos complementarios a estas instalaciones.



Faro de Cudillero. Asturias.



Carmen Fontán

▶ *Faro de Santomauro. Cantabria.*

Los organismos competentes en la señalización marítima, responsables de proteger aunque no de forma exclusiva los faros históricos, han visto también esta necesidad de buscar usos alternativos que puedan generar fondos para financiar su sostenibilidad. Estos nuevos usos deben adaptarse al faro y no al revés, como se reconoció en una de las recomendaciones del taller sobre "Conservación de los faros mediante usos alternativos", celebrado en Noruega en mayo de 2000, en el entorno de la Asociación Internacional de Ayudas a la Navegación Marítima y Autoridades de Faros (IALA).

El patrimonio cultural de los faros trasciende su valor arquitectónico. Estos edificios abarcan las tradiciones e historia marítimas, como el comercio, la seguridad de la navegación y los naufragios, y por ello representan un patrimonio que debe ser mantenido para las generaciones futuras.

Esta iniciativa de utilizar los faros con usos complementarios ha sido reconocida a nivel internacional y promovida también por otros países como Italia, Croacia, Reino Unido, Irlanda, Suecia, Noruega, Finlandia, Alemania, Sudáfrica, Estados Unidos, Chile y otros muchos.

.\ Los Faros utilizados desde la antigüedad.

Desde la época helenística, los faros han sido utilizados como construcciones destinadas a la señalización de un lugar seguro para el fondeo de embarcaciones, siendo el fuego costero o las torres militares de vigilancia sus posibles antecedentes. El humo, utilizado durante el día, o la emisión de sonidos en días de niebla o temporal fueron otros sistemas de alerta empleados en la antigüedad para ayudar a la navegación, aunque, en ocasiones, pudieron hacer uso de ellas algunas gentes dedicadas al pillaje y pirateo, los conocidos como "naufragadores", que las utilizaron para desorientar y hacer encallar las naves y de esta forma apropiarse con facilidad de su cargamento.

El sistema de señales pudo también haber sido utilizado con un propósito más militar que orientativo. Las torres vigías, en cierto modo paralelo arquitectónico de los faros, solían ser construcciones aisladas, alejadas de los núcleos de población, pero unidas a ellos visualmente para advertir de la presencia de fuerzas hostiles, tomando como referencia accidentes naturales o artificiales de la costa, siguiendo itinerarios conocidos.

Además de esta relación de los faros con edificios de naturaleza militar, también están estrechamente vinculados con edificios de naturaleza religiosa, pues con los fuegos sagrados sempiternos identificaban los hitos costeros dejados atrás. Eran los templos o santuarios dedicados mayormente a divinidades marítimas, situados en promontorios rocosos, de gran ayuda a navegantes.

Es una lástima que los faros hayan sido un tema frecuentemente relegado en las investigaciones histórico-arqueológicas tradicionales, pues son muy escasos los estudios en este campo. Los trabajos sobre navegación antigua se olvidan de estos edificios. Por fortuna el desarrollo de la arqueología subacuática ha destacado el interés de aquellos aspectos relacionados con la náutica antigua, como la arquitectura naval, las instalaciones portuarias y los edificios asociados a las mismas, que nos permiten concretar temas más amplios sobre el comercio, las rutas de intercambio, así como los movimientos económicos y sociales. De aquí su importancia. ▮

Enaire

Congreso Mundial de Gestión del Tráfico Aéreo

Innovación continua



Instalaciones aeroportuarias.

Jaime Arruz

Madrid, capital mundial de la navegación aérea por sexto año consecutivo, ha albergado el Congreso Mundial de Navegación Aérea "World ATM Congress", que ha vuelto a elegir la capital de España como escenario de su cita anual, en la que, el pasado mes de marzo, multinacionales y expertos del sector han podido reunirse para debatir y analizar los retos futuros en la gestión del tráfico aéreo, sector clave para la sociedad y para la economía mundial.

Un año más, el Congreso Mundial de Navegación Aérea ha vuelto a convertirse en la conferencia internacional más importante y de mayor tamaño de su sector, confirmándose la capital de España como la sede para los próximos cuatro años, hasta 2022, y situándose Madrid como la ciudad de referencia en el campo de la gestión del espacio aéreo.

Con la participación de más de 8.500 asistentes, 237 expositores procedentes de 136 países o territorios diferentes, 80 proveedores de servicios de navegación aérea y 225 empresas del sector aeronáutico, este Congreso ha servido de escenario para la celebración de más de 100 sesiones donde expertos en la materia han podido analizar juntos el futuro de la gestión del tráfico aéreo, poniendo especial énfasis en los retos y desafíos a superar y en las innovaciones que permitirán avanzar hacia una navegación aérea más eficiente.

Entre la variedad de temas tratados, destacan algunos especialmente importantes en el momento actual y en un futuro cercano, como son la utilización de nuevas tecnologías y procedimientos que mejorarán la eficiencia del espacio aéreo, el impacto de la digitalización, la integración segura de los nuevos actores que vienen pisando fuerte, como los "remotely piloted aircraft systems" (RPAS) o drones, los nuevos vehículos espaciales comerciales y el

Indra



papel que jugarán los controladores aéreos en un mundo cada vez más automatizado.

Este congreso se ha consolidado como una plataforma esencial para que multinacionales, empresas y organizaciones de todo tipo y procedencia puedan exponer sus productos, cerrar negocios o generar nuevos clientes. En esta su última edición de marzo de 2018, se han cerrado contratos en áreas tan diversas como la modernización de las torres y centros de control, la capacitación de personal y la provisión de nuevos sistemas ATM (Air Traffic Management).

Este año, el Word ATM Congress ha tenido a los drones como uno de sus grandes protagonistas, facilitando que, del 6 al 8 de marzo, se hayan podido exponer en Madrid los últimos avances de este sector emergente. Según las previsiones moverán en el año 2020 más de 100.000 millones de dólares (80.000 millones de euros).

El ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, aprovechó este escenario para adelantar la presentación del Plan Estratégico para el desarrollo del sector civil de drones 2018-2021 que fue presentado oficialmente unos días después del Congreso, el 18 de marzo. Supone una iniciativa pionera en Europa con la que se establece la hoja de ruta a seguir para impulsar el desarrollo de este sector incipiente que cuenta con un alto potencial de crecimiento, además de incentivar su competitividad, ya que previsiblemente, en los próximos 15 años, este sector multiplicará por treinta su actual tamaño.

En esta sexta edición del Word ATM Congress han participado el presidente del Consejo de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), Olumuyiwa Benard Aliu, y el director general de Eurocontrol, Eamonn Brennan, además de la directora de operaciones de la Organización de Tráfico Aéreo de la Administración Federal de Aviación de Estados Unidos, Teri L. Bristol, y David McMillan, del ATM Policy Institute o Nancy Graham, de Graham Aerospace Internacional.

El Congreso ha sido organizado por Enaire, empresa del Grupo Fomento que gestiona la navegación aérea en España, y promovido por la Organización Civil de Servicios de Navegación Aérea (Civil Air Navigation Services Or-



Centro de control Prestwick Glaswow. Abajo, el ministro de Fomento Íñigo de la Serna en la inauguración del Word ATM Congress 2018.



Indra

▶ *Centro de ciberseguridad.*

ganisation, CANSO), en la que se reúnen proveedores de control del tráfico aéreo de todo el mundo, entre ellos Aena, como socio fundador, y Air Traffic Control Association (ATCA), entidad que aglutina a la industria estadounidense del tráfico aéreo.

Bajada de las tarifas de navegación aérea

Este escenario, en el que el Grupo Fomento estuvo representado por sus empresas Enaire, Ineco y Senasa, que compartieron espacio en un stand donde mostraron sus proyectos más innovadores, fue elegido también por el ministro para anunciar una sustancial reducción en las tarifas de navegación aérea de Enaire. Supondrá una rebaja del 12% para el próximo año 2019, lo que unido a la bajada del 3% para el presente ejercicio 2018, conlleva que Enaire ofrecerá una de las tasas de ruta más bajas y, por lo tanto, más competitivas entre los principales proveedores europeos de navegación aérea.

Esta notable bajada se puede llevar a cabo, tal y como detalló De la Serna, gracias a la excelente evolución del tráfico aéreo y el esfuerzo de Enaire por mejorar la eficiencia de los sistemas de navegación aérea en España, trasladando así los beneficios a los aeropuertos, las aerolíneas y los pasajeros. Con ello, por ejemplo, las aerolíneas gozarán de un ahorro conjunto de 25 millones de euros para 2018 y de 130 millones de euros en 2019, 70 millones más de lo previsto inicialmente.

España, referente del sector aeronáutico

El World ATM Congress 2018, junto con otras adjudicaciones a España, como la elección de Madrid para la sede del mayor centro mundial de operaciones de IATA (International Air Transport Association) o la llegada a la capital –tras el *brexit* de Reino Unido– del Centro de Respaldo de Monitorización de la Seguridad de Galileo –sistema europeo de navegación por satélite– pone de relieve la creciente importancia de España en el sector del transporte aéreo.

Así lo explicitó el ministro de Fomento, al tiempo que recordó que el papel preponderante de España en el sector aeronáutico está íntimamente relacionado con un conjunto de infraestructuras ferroviarias, viarias, portuarias y aeronáuticas que han permitido que España sea ya el segundo destino turístico mundial, habiendo recibido a casi 82 millones de visitantes internacionales en pasado año 2017.

España, junto al resto de países de la Unión Europea, se enfrentará durante los próximos años a retos sobresalientes en el sector aeronáutico, entre ellos, la construcción del Cielo Único Europeo –iniciativa de la UE para reestructurar el sistema de gestión de la navegación aérea del continente para incrementar su eficiencia– la mejora de la seguridad operacional, el aumento de la eficiencia operativa y la sostenibilidad medioambiental, la modernización tecnológica o la proyección exterior, que serán parte importante de los próximos objetivos a alcanzar. ▮

El proyecto de presupuestos generales de 2018 en el Ministerio de Fomento

Los objetivos del Ministerio de Fomento se centrarán en la creación de empleo y crecimiento económico, el cumplimiento de los compromisos alcanzados con las Comunidades Autónomas y en la mejora de la calidad de las infraestructuras y el transporte que contribuyen a la vertebración territorial, el avance y finalización de grandes proyectos en marcha y así como en la innovación, internacionalización y sostenibilidad.

Desde el Ministerio se incrementará la inversión a través de Planes, como el Plan extraordinario de inversión en carreteras (PIC) y el Plan Estatal de Vivienda, se trabajará para la puesta en marcha de nuevas conexiones viarias y servicios ferroviarios y se perseguirá la calidad y eficiencia de las infraestructuras. Se impulsarán también los grandes corredores ferroviarios y se apostará por el desarrollo de los planes estratégicos.



La inversión del grupo, que asciende a 8.908 M€, apuesta claramente por el ferrocarril, al que se destinará el 48,3% del total, 4.301 M€; para carreteras, el presupuesto se incrementará en un 12,2% este año, con un total de 2.437 M€ para la construcción de obra nueva y la conservación de las existentes; al transporte aéreo se destinarán 752,1 M€ en aeropuertos, navegación y seguridad aérea, realizándose el esfuerzo inversor necesario conforme a los requerimientos del Cielo Único Europeo; a puertos y seguridad marítima se destinarán un total de 900 M€; para subvenciones al transporte de los residentes en territorios no peninsulares se destinarán 507,7 M€, lo que supone un incremento del 15%, se destinarán 350 M€ al Plan Estatal de Vivienda, 74,6 para subsidiación de préstamos, 15,3 M€ en convenios específicos y, por último, para rehabilitación y conservación del patrimonio arquitectónico se destinarán 50,4 M€.

Con todas estas inversiones se espera generar unos 235.000 puestos de trabajo, directos e indirectos, de los que 35.000 serán de nueva creación debido al aumento de las inversiones con respecto al año 2017.

Bajada del 12% en la tarifa de navegación aérea de ENAIRE en 2019

El ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, ha aprovechado su intervención en la apertura del Congreso World ATM Congress en Madrid, el pasado día 6 de marzo, para anunciar una bajada en 2019 del 12% de la tarifa de ruta de Enaire.



Con esta reducción, que se suma a la bajada del 3% aplicada en 2018, se consigue disponer de una de las tasas de ruta más bajas y por lo tanto más competitivas de los principales proveedores europeos de navegación aérea. Esta rebaja ha sido posible gracias al esfuerzo de ENAIRE y a la excelente evolución, desde el punto de vista de la eficiencia, del tráfico aéreo en nuestro país, y va a permitir trasladar los beneficios a los aeropuertos, aerolíneas y pasajeros, pudiendo previsiblemente cuantificarse en un ahorro de 25 M€ en 2018 y 130 M€ en 2019, lo que supone 70 M€ más sobre los previstos para ese año.

Un nuevo tramo en la autovía das Rias Baixas (A-52), unirá Vigo y O Porriño.

El Presidente del Gobierno, Mariano Rajoy, anunció en Pontevedra, el pasado 2 de abril, la inversión de aproximadamente 337 M€ para el nuevo trazado del tramo entre Vigo y O Porriño en la autovía A-52, como parte del Plan Extraordinario de Inversión en Carreteras (PIC).

La concesión prevista tiene una longitud aproximada de 10 km y permitirá dar continuidad a la autovía das Rias Baixas culminando en Vigo. Discurrirá en túnel bajo el alto de Puxeiros con unos parámetros de trazado y características más homogéneas, con el fin de conseguir mejorar las condiciones de seguridad vial, evitando el paso por el actual trazado A-55 que entra en la ciudad de Vigo. Favorecerá la cohesión económica y social debido a la mejora de las condiciones de comunicación con los polígonos industriales de As Gándaras y A Granxa, mejorará el servicio descongestionando la ruta actual y reducirá los tiempos de comunicación en el área de influencia con una conducción más eficiente y por tanto menos contaminante ambientalmente. Será una nueva contribución al desarrollo económico equilibrado, reforzando la cohesión territorial y la accesibilidad a la ciudad.

Colocación de la primera piedra del último tramo en la autovía A-54 que unirá Melide Sur con el enlace de Arzúa Oeste

Con esta primera piedra se completa el último tramo del trazado de la nueva autovía A-54, eje de gran importancia para Galicia. Esta vía de alta capacidad unirá Lugo con Santiago de Compostela mejorando tanto la seguridad, como los tiempos y la comodidad.

La inversión total será de 103 millones de euros, en los que se incluyen los presupuestos de asistencia técnica para la redacción del proyecto, control y vigilancia de las obras y las expropiaciones.

Este nuevo tramo, con una longitud de 16,38 kilómetros, comienza en Melide, conectando en el enlace de Melide Sur con el tramo en obras de la A-54 (entre Palas del Rey y Melide), y finaliza en el enlace de Arzúa Oeste, donde entronca con el tramo entre Arzúa y Lavacolla, actualmente en ejecución. Constará de una mediana de 9 metros, dos calzadas separadas de dos carriles de 3,5 metros cada una, con arcenes exteriores de 2,50 metros e interiores de 1 metro.



Contará con cuatro enlaces: Melidesur con la AC-840, Santiso con la CP-4603, Arzúa Sur con la AC-905 y Arzúa Oeste con la N-547. A lo largo del trazado se han proyectado 19 estructuras y 8 viaductos en los ríos Brandeso, Iso, Boente, Catasol, Ladrón, Valverde, Fontesagrada y Cabazás, además de 11 pasos superiores y 9 interiores (dos de ellos específicos para anfibios).

Para su integración ambiental se realizarán trabajos entre los que se incluyen diversas medidas protectoras y correctoras de los suelos, las aguas y el sistema hidrológico, el aire, la fauna y la flora, la correcta gestión de residuos y labores de control y seguimiento ambiental, además de una adecuada integración paisajística a través de la revegetación de las superficies de obra.

Cumple, además, con las prescripciones impuestas en fase de proyecto por la Direccion Xeral do Patrimonio Cultural de la Xunta de Galicia para la protección del patrimonio cultural y con las indicaciones de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

Plan de Cercanías de Madrid 2018–2025

Con la aprobación del Plan Integral de Mejora del Núcleo de Cercanías de Madrid para el periodo 2018-2025 se ha decidido abordar, a través de nueve ejes de actuación, la modernización de la infraestructura ferroviaria y la incorporación de nuevo material rodante, con el fin de garantizar la fiabilidad y calidad del servicio de cercanías de Madrid, mejorando el servicio a los ciudadanos y reduciendo las incidencias. Esta red cuenta con más de 360 km de vías distribuidos en 9 líneas comerciales y 92 estaciones que durante el pasado año fueron utilizadas por más de 241 millones de viajeros.

Un grupo de trabajo multidisciplinar formado por personal del Ministerio de Fomento, Adif y Renfe se ha encargado durante el último año de realizar un diagnóstico en profundidad de la situación actual y preparar el Plan. Presentado el pasado 5 de abril por el ministro de Fomento, la inversión estimada será de 5.089,8 millones de euros. Además, se ha diseñado un Plan de Acción urgente para el periodo 2018-2019, dotado con 580 millones de euros, con el que se da la máxima urgencia a las acciones del Plan global, cuyas principales partidas irán destinadas a la compra de nuevos trenes y la actualización de la flota actual, así como a la renovación y modernización de infraestructuras y a la intervención inmediata en estaciones, entre otras medidas.

Estudio informativo del nuevo eje pasante Norte-Sur de la Red Arterial Ferroviaria de Valencia

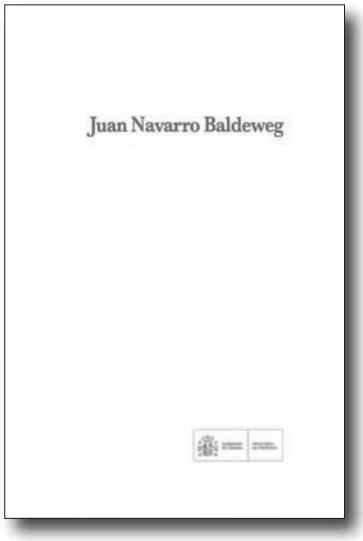
La Plataforma de contratación del Sector Público del Ministerio de Fomento ha anunciado recientemente la adjudicación del estudio informativo del nuevo eje pasante de Valencia, a la empresa Idom Consulting, Engineering, Architecture, S.A.U. Su construcción es uno de los elementos básicos del compromiso de participación del Ministerio en el desarrollo de la integración ferroviaria en Valencia.

La redacción del estudio informativo y el apoyo a la realización de los trámites de información pública y de audiencia previstos en la legislación vigente tendrán un plazo de ejecución total de 24 meses y un importe de 347.433 €. Se partirá de los estudios previos disponibles que, una vez completados y actualizados de acuerdo a los nuevos requisitos técnicos y normativos, serán objeto de la correspondiente evaluación de impacto ambiental.

La situación actual supone que las vías ferroviarias acceden a Valencia por el sur y no tienen continuidad hacía el norte, lo que provoca una importante pérdida de tiempo y limitación de capacidad y funcionalidad de la estación. El estudio contratado definirá un nuevo eje ferroviario a través del centro de la ciudad en dirección Sur-Norte, con una longitud de 9 km. Gran parte irá en túnel partiendo de la estación Central de Valencia hasta el entorno del límite de los municipios de Alboraya y Meliana, conectando tanto con la actual línea Valencia-Tarragona como con el futuro tramo de alta velocidad entre Valencia y Castellón.

Esta actuación, cuyo presupuesto orientativo de construcción asciende a unos 880 M€, conectará por el sur con la futura estación de Valencia enmarcada en la operación de remodelación de la Red Arterial Ferroviaria de Valencia.

Lecturas



Visión artística integral

Con textos del propio arquitecto y bajo su coordinación editorial, el Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento ha editado, dentro de la serie dedicada a los Premios Nacionales de Arquitectura, el libro correspondiente al premio de 2014, que recayó en el cántabro Juan Navarro Baldeweg (Santander, 1939). Considerado una de las grandes figuras de la arquitectura española, en su obra arquitectónica se refleja a la perfección esa visión artística integral que le ha acompañado siempre y que le ha llevado a destacar también en los campos de la pintura y la escultura, habiendo recibido en 1990 el Premio Nacional de Artes Plásticas.

Navarro Baldeweg estudió grabado en la Escuela de Bellas Artes de San Fernando y, posteriormente, en 1965, se graduó en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Catedrático de Proyectos Arquitectónicos en esta Escuela, ha sido también profesor en otras prestigiosas universidades como las de Filadelfia, Yale, Princeton y Harvard.

Desde la Casa de la Lluvia, en Liérganes (1982), su primer gran trabajo, hasta el Centro Nacional de Investigación, Museo de la Evolución Humana y Palacio de Congresos, en Burgos, (2009), por citar uno de los más recientes, sin olvidar sus aportaciones a las artes plásticas, este libro del Ministerio de Fomento, que incluye multitud de fotografías de gran calidad, traza un completo recorrido a través de la extensa obra de una de las figuras más destacadas de la arquitectura española contemporánea.

Juan Navarro Baldeweg. Ministerio de Fomento, 2017.



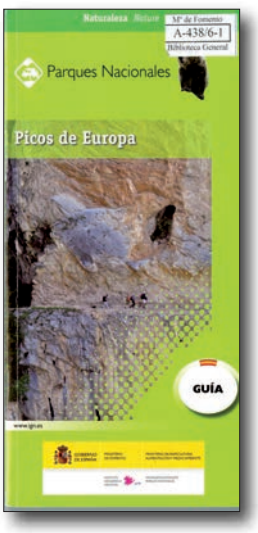
Por un ferrocarril de mercancías eficiente

Premiado en la VII Edición del "Premio José María Huch" de la Fundación Francisco Corell, este trabajo de investigación analiza los problemas de los que, a juicio del autor –Samir Awad, doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos especializado en sistemas de transporte–, adolece el transporte ferroviario de mercancías en España y que impiden el crecimiento de este medio, a pesar del apoyo de las Administraciones Públicas y de la inversión en infraestructuras.

El trabajo se desarrolla en torno a tres puntos, en los que se tratan los siguientes temas: los antecedentes infraestructurales y el modelo de gestión del mercado de transporte ferroviario de mercancías, incidiendo en el proceso liberalizador y la competencia en el sector, así como en la evolución del tráfico de mercancías por ferrocarril; un análisis pormenorizado de los recursos dedicados por Adif y por Renfe durante los últimos años, y, por último, un estudio de los ingresos y las ventajas fiscales del sector.

Unos temas cuyo conocimiento y análisis resultan fundamentales a la hora de desarrollar los objetivos estratégicos del sector, tal y como los recoge el Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda 2012-2024 (PITVI), centrados en impulsar el sector logístico español, mejorar la eficiencia y sostenibilidad del transporte, desarrollar una completa red intermodal que permita la prestación de servicios logísticos integrados y potenciar el papel de España como puerta de entrada, centro de tratamiento y distribución de mercancías intercontinentales para Europa.

Awad Núñez, Samir: *¿Podría ser eficiente el ferrocarril español de mercancías?* Fundación Francisco Corell, Madrid, 2015



El primer Parque Nacional español

Dentro de su colección "Parques Nacionales", el Instituto Geográfico Nacional y el Organismo Autónomo Parques Nacionales han publicado una guía, acompañada de material cartográfico, del primer espacio natural protegido de nuestro país: los Picos de Europa. Lugar remoto, inaccesible en gran parte, pasó prácticamente desapercibido hasta finales del siglo XIX, cuando algunos montañeros y unos pocos geólogos, como Casiano del Prado, comenzaron a recorrer su accidentada orografía. Entre aquellos pioneros, destaca la figura del polifacético político y aristócrata Pedro Pidal, al cual se debe la declaración en 1918 como Parque Nacional, entonces denominado de la Montaña de Covadonga, de un espacio de 16.925 hectáreas situado en el macizo occidental de la cordillera. Cien años después, con una superficie de 67.455 hectáreas repartidas entre tres provincias (Asturias, Cantabria y León), el Parque Nacional de los Picos de Europa presenta unos valores naturales y paisajísticos únicos.

Esta guía, además de hacer referencia a las características de ese paisaje, su vegetación, su fauna y las actividades humanas seculares desarrolladas en su entorno, constituye una exhaustiva guía para conocerlo en profundidad gracias a las numerosas rutas descritas, desde las más sencillas de realizar hasta las de alta montaña y travesías. La guía se completa con los datos de las direcciones y servicios de información y turísticos de la zona, y va acompañada de tres mapas, uno por cada macizo de la cordillera, a escala 1:25.000.

Picos de Europa. Centro Nacional de Información Geográfica y Parques Nacionales, Madrid, 2015.



Una aproximación novedosa a nuestros mitos

Original perspectiva esta, la del espacio geológico, con la que José Luis Salinas Rodríguez (Director de Programa jubilado del Cedex y profesor de Máster) analiza en este libro dos de las rutas culturales más emblemáticas de nuestro país: la del Cid y la del Quijote.

A caminos tan transitados desde todos los puntos de vista –literario, histórico, patrimonial, turístico– se une ahora otro más, sin duda novedoso: el análisis geológico de los paisajes por los que transcurren. La historia y composición de rocas y suelos, el relieve, las redes hidrográficas y el paisaje, aspectos todos ellos tan determinantes de la ubicación de los poblamientos, de las conquistas o abandonos de territorios, de los medios de sustento y las formas de vida, de las vías de comunicación y los contactos, son analizados por el autor en las dos rutas culturales escogidas: la del *Cantar de mío Cid*, poema épico del siglo XII que cuenta las andanzas de Rodrigo Díaz por tierras castellanas y aragonesas, cristianas y musulmanas; y la de don Quijote, que no por ficticia ha marcado menos nuestra realidad histórica, y que llevó al Caballero de la Triste Figura desde La Mancha hasta Barcelona, donde acabaron sus sueños. Además de las dos rutas, el autor completa su estudio con un apéndice en el que ofrece una panorámica general de la Ruta Jacobea.

Como señala el autor en el prólogo, los personajes que han construido nuestra historia y nuestra leyenda transitan por territorios que les anteceden y les sobreviven y, sobre todo, que condicionan sus idas y venidas por ellos, por lo que conocer su sustancia geológica es una forma más de conocer la sustancia de esos personajes. Y también, quizás, una forma de conocernos a nosotros mismos, los que en la actualidad los recorremos.

Salinas Rodríguez, José Luis: *El paisaje geológico de los caminos del Cid y del Quijote (con un apéndice sobre la Ruta Jacobea)*. Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento, 2017.



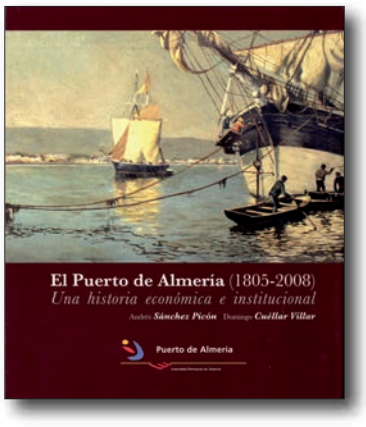
Al cuidado de nuestra memoria

El presente trabajo partió de la elaboración previa de un catálogo de publicaciones oficiales sobre Arquitectura editadas por el Ministerio de Fomento entre 1851 y 2016 con el fin de crear una página web de Arquitectura Española. Una vez realizado el catálogo, la autora, como desarrollo de este y en el mismo marco de colaboración con la Subdirección General de Arquitectura del Ministerio de Fomento y la Fundación Arquia, presenta esta investigación donde se analizan a fondo las publicaciones que durante sus más de 150 años de existencia ha editado este ministerio en materia de conservación, restauración, intervención y difusión del patrimonio arquitectónico español.

No es, pues, un estudio directo sobre el patrimonio y su conservación, sino un análisis sobre la visión y reflejo de estos en las publicaciones oficiales, sobre la fusión entre lo real –el patrimonio arquitectónico– y su proyección impresa. Como señala la autora, en lugar de una mirada directa se ofrece una visión pasada por el tamiz subjetivo de las publicaciones oficiales, un tamiz cambiante con los tiempos y las inquietudes, objetivos y dominancias –políticas, técnicas, sobre teorías de la restauración, culturales y sociales– de cada época.

Así, este libro es sobre todo un trabajo de "desenmascaramiento" de esas intenciones, plasmadas en los libros, catálogos, gacetas, revistas, folletos o fotografías procedentes de las instancias oficiales, y la importancia de todos estos materiales en la divulgación de nuestro pasado arquitectónico.

Ortega Mojica, Beatriz: *Evolución de la visión del patrimonio a través de las publicaciones oficiales del Estado desde 1844 hasta 1975*. Universitat Politècnica de València, Fundación Arquia y Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo del Ministerio de Fomento, Madrid, 2017.



Dos siglos del puerto de Almería

Acompañado de numerosas infografías explicativas e ilustraciones procedentes de varios archivos, esta historia escrita por los profesores Andrés Sánchez Picón (Universidad de Almería) y Domingo Cuéllar Villar (Universidad Autónoma de Madrid) recorre más de doscientos años del actual puerto de Almería, desde los primeros proyectos a comienzos del siglo XIX, cuando el puerto no era más que un abrigo natural carente de cualquier infraestructura, hasta nuestros días.

Abre el estudio con un capítulo dedicado a la evolución institucional del sistema portuario español durante los siglos XIX y XX, para centrarse en los dos siguientes en las distintas fases de construcción del de Almería, incidiendo fundamentalmente en el contexto económico. Cierra el texto una extensa adenda en la que se tratan otros aspectos, incidentales pero no menos interesantes, como los enlaces ferroviarios, las atarazanas, la pesca, los balnearios o distintos personajes que han sido parte de la historia de este puerto.

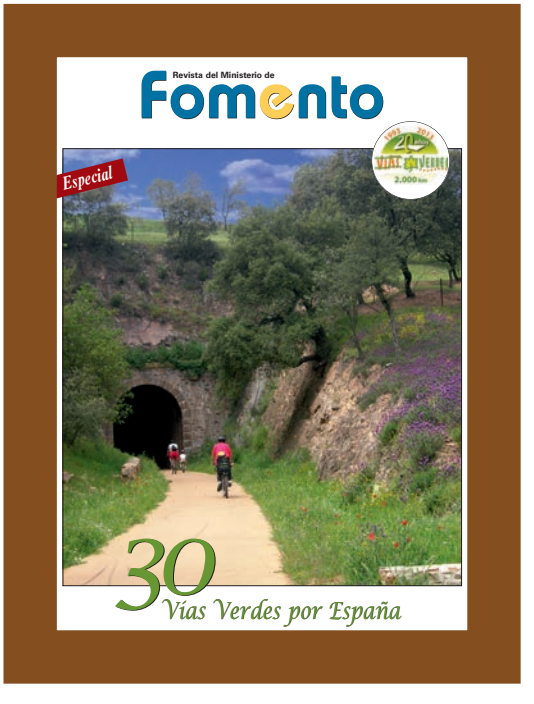
Sánchez Picón, Andrés; Cuéllar Villar, Domingo: *El puerto de Almería (1805-2008). Una historia económica e institucional*. Autoridad Portuaria de Almería, 2010.

Índice

REVISTAS MONOGRÁFICAS









Ministerio de Fomento
Centro de Publicaciones

Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid
tlfn: 915 97 53 96
https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO



LIBRERIA

Centro de Publicaciones
Ministerio de Fomento

https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web/
Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid
tlfn: 915 97 53 96

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Índice



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

También en el DVD:

1116 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
117 Vías Verdes

Edición 53
P.V.P.: 22€

Centro virtual de publicaciones
Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

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

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento nº 682, abril 2018**

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

Año de edición: 2018

Características Edición:
1ª edición electrónica: junio 2018
Formato: PDF
Tamaño: 10 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 €

Los derechos de distribución de esta publicación pertenecen al Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento. La difusión puede realizarse colocando un link que direccione a la página de la publicación en la web del Centro Virtual de Publicaciones/Ministerio de Fomento

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.



Revista del Ministerio de

Fomento

Mayo 2018 Nº 683 3€

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO



Puertos limpios

Nueva vida para el puente de Alcoy

1,5% Cultrural: Avance imparable

Respuesta al cambio climático

Revista del Ministerio

Fomento

60 Aniversario 1958-2018



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Directora de la Revista: Herminia Cano.
Jefa de redacción: Carmen Fontán.
Redactor: Mariano Serrano.
Maquetación: Aurelio García.
Portada: Puente Fernando Reig de Alcoy. DCE Comunidad Valenciana.
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo).
Colaboran en este número: Luis Fort López-Tello, Carmen Fort Santa-María, Víctor Jiménez Fernández, Pepa Martín Mora, Javier R. Ventosa y Luis Solera Selvi.
Comité de redacción: Presidencia: Jesús M. Gómez García. *(Subsecretario de Fomento).*
Vicepresidencia: Angélica Martínez Ortega *(Secretaria General Técnica).*
Vocales: *Alfredo Rodríguez Flores (Director de Comunicación),* Francisco Ferrer Moreno *(Director 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),* Roberto Angulo Revilla *(Jefe del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),* Regina Mañueco del Hoyo *(Directora del Centro de Publicaciones)* y Herminia Cano Linares *(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

PUERTOS

Puertos limpios

Proyectos españoles para impulsar el uso de combustibles más limpios en el transporte marítimo y en los puertos





INGENIERÍA

El puente reinventado

Nueva vida para el puente Fernando Reig de Alcoy (Alicante)

PATRIMONIO HISTÓRICO

Avance imparable

Terminadas varias obras de restauración con cargo a los programas del 1,5% Cultural y Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico





MARINA MERCANTE

Respuesta al cambio climático

Estrategia de la Organización Marítima Internacional (OMI) para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) procedentes de los buques

32 Atlanta & Savannah Connections
Los proyectos de desarrollo de líneas de alta velocidad en Estados Unidos (VIII)

40 Viejos caminos de hierro
Se cumplen 25 años del nacimiento de un programa con el que ya se han recuperado 2.600 km de trazados ferroviarios en desuso

48 Patrimonio bajo el agua (II)
La pasada sequía dejó temporalmente al descubierto algunos puentes históricos de gran interés

56 Pasado y futuro del tren
Museo del Ferrocarril, un recorrido histórico y lúdico con nuevas iniciativas

63 Lecturas

Proyectos españoles para impulsar el uso de combustibles más limpios en el transporte marítimo y en los puertos

Puertos limpios

Javier R. Ventosa

Contribuir a la descarbonización del transporte marítimo en Europa y a la sostenibilidad ambiental de los puertos son las ambiciosas metas de dos proyectos de innovación comunitarios (CORE LNGas hive y OPS Master Plan for Spanish Ports) que apuestan por el uso de energías alternativas (gas natural licuado y electricidad, respectivamente) para reducir las emisiones contaminantes de los buques. Ambas iniciativas, lideradas por el organismo público Puertos del Estado y desarrolladas por autoridades portuarias y empresas españolas, llevan a cabo estudios y pruebas piloto con nuevas tecnologías con el objetivo final de implantar infraestructuras para el suministro de estos incipientes combustibles marinos en los puertos de interés general.



Buques atracados en el puerto de Santa Cruz de Tenerife, cuya Autoridad Portuaria participa en los dos proyectos de innovación.

AUTORIDAD PORTUARIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

AUTORIDAD PORTUARIA DE BILBAO/PUERTOS DEL ESTADO



▶ *Metanero* Eduard Toll, *primer rompehielos propulsado por GNL, realizando la primera descarga de gas natural siberiano en los tanques de la regasificadora del puerto de Bilbao, en abril pasado.*

El transporte marítimo es el modo que menos contamina en términos de milla transportada, pero tiene un impacto notable sobre el medio ambiente que incide directamente en la calidad del aire de los puertos, con frecuencia integrados en ciudades densamente pobladas. Un estudio del proyecto OPS Master Plan sobre el funcionamiento de los motores auxiliares de los buques atracados en puertos españoles durante 2016 cifra las emisiones causadas por la quema de fuelóleo y gasóleo marinos derivados del petróleo en cerca de un millón de toneladas de CO_2, más de 11.000 toneladas de NOx, 500 toneladas de SOx y más de 300 toneladas de partículas PM2,5, lo que equivaldría en términos medios a la circulación de 30 millones de vehículos. A estas emisiones de gases a la atmósfera se suman las emisiones acústicas causadas por los motores de los buques, con niveles que pueden oscilar entre 90 y 120 decibelios (similar a un martillo neumático). Esta contaminación ambiental es un riesgo potencial para la salud humana y para la calidad de vida de las personas que viven o trabajan en entornos portuarios.

En la lucha por reducir estas emisiones en puertos y contribuir a la descarbonización de rutas marítimas, la normativa internacional es muy restrictiva con los derivados marinos del petróleo –tienen cinco veces más NOx y cien veces más SOx que el diésel de automoción– y aplica medidas cada vez más severas para limitar su uso (reducción para 2020 del contenido máximo de SOx permitido, zonas de control de emisiones, etc.), al tiempo que la Organización Marítima Internacional (OMI) ha anunciado la reducción al 50% de las emisiones de gases de efecto invernadero de los buques de sus socios para 2050. La presión regulatoria sobre el combustible marino, al igual que ocurre con el gasoil y la gasolina de automoción, está impulsando el uso de energías alternativas en el mar, como el gas natural licuado (GNL) durante la navegación y la electricidad cuando los buques están atracados. Son alternativas más limpias y económicas que ya han demostrado su viabilidad para participar en el proceso de descarbonización del transporte en Europa, objetivo que la UE ha fijado para 2050. La Directiva 2014/94/UE (Clean Power for Transport), traspuesta al ordenamiento español en diciembre de 2016, es un punto de partida hacia ese fin, al obligar a los Estados miembros a adoptar un Marco de Acción Nacional de energías alternativas en el transporte –ya aprobado por España– y a crear en el horizonte de 2025 infraestructuras para suministrar combustibles alternativos que minimicen la dependencia del petróleo y mitiguen el impacto del transporte.

El Ministerio de Fomento, alineado con la política de transporte marítimo de la UE para 2020 establecida en La Valetta en junio de 2017, que fija la descarbonización como un reto prioritario, y en sintonía con la estrategia

de la OMI, promueve cada vez más abiertamente el uso del GNL y la electricidad en los buques, particularmente en los puertos, mediante desarrollos normativos, incentivos fiscales y ayudas a astilleros y armadores. En el campo de la innovación, juega un papel relevante al liderar, a través de Puertos del Estado, los proyectos CORE LNGas hive y OPS Masterplan for Spanish Ports, principales iniciativas españolas de I+D sobre promoción del GNL como combustible marino y de la electrificación de la movilidad por mar, que debido a su potencial verde han sido seleccionadas por la Agencia Europea para la Innovación (INEA) y tienen financiación procedente del fondo Connecting Europe Facility (CEF). Ambos proyectos, que se detallan a continuación, están en ejecución y se espera que contribuyan a mejorar la sostenibilidad de los puertos en el camino hacia la descarbonización del transporte marítimo.

CORE LNGas hive

Esta iniciativa es la medida estratégica más importante desde el punto de vista institucional para impulsar el despliegue de infraestructuras de suministro de GNL en puertos de la Península Ibérica y Canarias y facilitar el desarrollo de este mercado, estando enfocada a avanzar en la descarbonización de los corredores del Mediterráneo y del Atlántico de la red transeuropea de transporte (TEN-T). El proyecto está liderado por Puertos del Estado, bajo coordinación de Enagás, y cuenta con una participación muy representativa del sector marítimo, formada por 42 socios públicos y privados, entre institucionales (entre ellos Renfe Mercancías y Salvamento Marítimo), autoridades portuarias (13, prácticamente la mitad del sistema portuario de interés general español) e industriales (constructoras navales, navieras, operadores de GNL y regasificadoras), además de otros 77 grupos de interés (incluidas cinco autoridades portuarias más). La inversión en el proyecto es de 33 M€, de los que la mitad son fondos CEF.

El objetivo de este proyecto es la creación de una red logística con nuevos puntos de repostaje de GNL en puertos de la Península Ibérica y Canarias, que permita suministrar combustibles bajos en emisiones a un mercado de buques de nueva construcción que, aunque todavía reducido, crece con rapidez: la flota propulsada por GNL suma actualmente 121 unidades, cifra que se duplicará en el próximo lustro con pedidos ya confirmados, ratificando la apuesta de la industria naval por estos buques. España tiene el potencial suficiente para consolidarse como un mercado de referencia en este campo, tanto por el liderazgo europeo que ejerce en *know how* e infraestructuras (posee en su litoral siete plantas regasificadoras de gas natural) como por su posición geoestratégica privilegiada para el avituallamiento de estos buques.

Con ese objetivo general, el proyecto persigue la creación de la infraestructura de suministro de GNL y el desarrollo logístico-comercial para facilitar y extender la



ENAGÁS

Gabarra Oizmendi *en la ría de Bilbao, uno de las primeras realidades del proyecto CORE LNGas hive.*

PORT DE BARCELONA



▶ *Unidad móvil para suministrar electricidad generada por GNL para barcos ro-ro atracados, una de las iniciativas del puerto de Barcelona.*

prestación del servicio, mediante 25 actividades a desarrollar por los socios: 14 estudios (el *software* del proyecto), que permitirán identificar los estándares técnicos y de seguridad para el desarrollo del GNL como combustible, así como los requerimientos para su uso y despliegue; y 11 estudios con proyecto piloto (el *hardware* del proyecto), que suponen el ensayo con tecnologías innovadoras en los puertos de Algeciras, Barcelona, Bilbao, Cartagena, Ferrol, Gijón, Huelva, Melilla, Santander, Tarragona, Tenerife, Valencia y Vigo, con objeto de afinar su uso de cara al servicio. En este marco se realizan también estudios sobre costes económicos de la adaptación de infraestructuras e identificación de barreras a la implantación del GNL.

Software del proyecto

En la recta final del proyecto, con finalización prevista en 2020, las actividades programadas están alcanzando su madurez, con una decena de ellas terminadas (la mayoría son estudios transversales y de viabilidad) y el resto en distintas fases de desarrollo (los proyectos piloto). De los siete estudios transversales previstos han concluido cuatro: los tres sobre estimación de la demanda potencial de GNL y de la cadena logística necesaria para su suministro en los corredores Mediterráneo, Atlántico y Península-Canarias, cuyas conclusiones apuntan a una demanda relevante, especialmente en el tercer corredor; y el de aceptación social del GNL, a cargo de Enagás, que ha identificado las percepciones de la sociedad sobre el GNL –negativas (desconocimiento elevado, riesgo por su uso) y positivas (mejora de la calidad del aire, eliminación de derrames)–, como base de una campaña para difundir los beneficios del GNL. En fase avanzada están los demás, previstos para 2019: la revisión del Marco de Acción Nacional de energías alternativas en el transporte (Puertos del Estado); el estudio de especificaciones técnicas, de seguridad y medioambientales del GNL, que aportará los estándares sobre procedimientos y equipamiento para el suministro (Dirección General de Marina Mercante); y el estudio sobre requerimientos de formación y procesos de acreditación para el suministro (Universidad Politécnica de Madrid).

Igualmente adelantados están los siete estudios de viabilidad financiera y técnica de implantación del GNL en buques o muelles. A principios de año concluyó el estudio técnico para adaptar a GNL una locomotora de maniobras (modelo Adif 310/311) del puerto de Tarragona. En distintas fases avanzan los estudios de ingeniería para construir dos remolcadores propulsados por GNL para los puertos de Valencia (final previsto en 2018) y Barcelona (2019), así como otro sobre la viabilidad de reconvertir la flota de Salvamento Marítimo al nuevo combustible a partir del estudio de los buques *Luz de Mar* y *Clara Campoamor* (2019). Finalmente, otros estudios técnicos analizan la viabilidad de compatibilizar las operaciones de suministro a gran y pequeña escala en los muelles de tres plantas de regasificación, con objeto de ampliar la oferta a todo tipo de buques. El estudio de la planta de Sagunto, que propone como solución técnica el uso de mangueras flexibles para el suministro a pequeña escala, concluyó recientemente, y prosiguen su desarrollo el estudio de alternativas para la planta de Huelva (2018) y el de ingeniería básica de un nuevo muelle para la planta de Ferrol-Murgados (2019).

Hardware del proyecto

La segunda parte del proyecto comprende el desarrollo de 11 estudios y pruebas piloto en partes reales de la cadena logística de GNL. Estos estudios, geográficamente divididos en puertos mediterráneos y atlánticos, se agrupan en tres ámbitos: la adaptación de las infraestructuras de suministro de las plantas de regasificación de Enagás para ofrecer abastecimiento a pequeña escala, el desarrollo de barcazas de distribución de GNL y el uso de este combustible en remolcadores, grúas y transporte ferroviario dentro de la zona portuaria, estos dos últimos enfocados específicamente a limitar las emisiones en los puertos. Cuatro de estos estudios, ya finalizados, han cristalizado en innovadoras soluciones que se están testando.

La Autoridad Portuaria de Barcelona participa en cuatro estudios, dos de ellos ya realidades: la adaptación del muelle de la regasificadora del puerto, que incorpora un brazo de carga criogénico y flexible para el suministro a pequeña escala, previsto para este verano; y la construcción de una unidad móvil tipo contenedor para suministrar electricidad generada por GNL a ferris atracados, transportable en barco, que ya ha sido testada en el puerto de Barcelona y está pendiente de hacerlo en los

AUTORIDAD PORTUARIA DE BILBAO/PUERTOS DEL ESTADO



de Tenerife y Vigo, las tres autoridades portuarias participantes en la iniciativa. También están en marcha en el puerto de Barcelona la adaptación a propulsión GNL de una grúa portacontenedores, a finalizar en noviembre, y la adaptación de una gabarra para suministro de GNL en puerto, que incorporará dos tanques de 100 m^3. Los estudios con piloto en puertos mediterráneos se completan con la construcción de una gasinera mixta (Gas Natural Licuado/Gas Natural Comprimido para buques y vehículos) en el puerto de Valencia, en desarrollo, y la adaptación de un atraque para suministro a pequeña escala en el pantalán de la regasificadora de Cartagena, obra casi terminada y que iniciará el servicio en octubre. Este puerto fue escenario, en abril de 2017, de la primera operación en Europa de suministro de GNL directamente desde una planta de regasificación a un buque, que fue posible gracias a las adaptaciones realizadas como parte del estudio (incorporación de mangueras criogénicas).

En los pilotos en puertos atlánticos el puerto de Bilbao tiene un fuerte protagonismo, al participar en tres estudios, dos de ellos ya en pruebas. El primero ha supuesto la reconversión de una barcaza en la gabarra *Oizmendi*, incluida la instalación de dos tanques con capacidad de 600 m^3 de GNL, que le faculta para proveer este y otros combustibles *ship-to-ship* en la costa cantábrica. La gabarra culminó en febrero en este puerto la primera



▶ *Trasvase de GNL desde la gabarra* Ozimendi *a un cementero irlandés, primera operación de este tipo realizada en el Arco Atlántico, completada en febrero en el puerto de Bilbao.*

prueba piloto de carga de GNL de buque a buque en el Arco Atlántico (transfirió 90 m^3 a un cementero) y hoy está destinada en el puerto de Huelva, que dispone así del primer buque de suministro multiproducto de combustible marino del sur de Europa. Y el segundo ha sido la adaptación del pantalán de la regasificadora del puerto (BBG) para el suministro a barcos de pequeño tamaño, también completada y en fase de ensayos. Como tercer estudio, está en marcha la construcción de un remolcador propulsado por GNL, que se incorporará a los servicios de remolcaje del puerto en 2019. Los estudios de los puertos atlánticos se completan con la adaptación del muelle de la regasificadora de Ferrol/Mugardos para ofrecer servicios mixtos de suministro a gran y pequeña escala, en fase de obra. El último estudio con piloto, de carácter transversal, a cargo de las autoridades portuarias de Algeciras, Huelva, Melilla y Tenerife, junto a Enagás, Cepsa y Renfe, evalúa la viabilidad de crear una cadena de transporte en España para trasladar un isocontenedor con GNL por distintos modos (ferrocarril, carretera y marítimo). Concluirá en diciembre.

De cara al futuro, y a la vista de los resultados del proyecto y de la positiva evolución del mercado en el último año, Puertos del Estado trabaja ya en el diseño de la estrategia LNGhive 2, destinada a ofrecer a las navieras la mayor cantidad de puntos de suministro de GNL en los puertos españoles en el horizonte de 2030. Esta estrategia permitirá transformar en obras los estudios de ingeniería realizados de las infraestructuras de las plantas de Sagunto y Huelva en el marco del proyecto CORE. También permitirá incorporar nuevas actuaciones, entre ellas la inclusión de soluciones logísticas multisuministro de cisterna a buque en Gijón y Huelva, la creación de un corredor ferroviario de GNL entre el puerto de Huelva y el puerto seco de Sevilla, así como la construcción de dos buques de suministro de GNL para operaciones *ship-to-ship* y la reconversión de cinco ferris que utilizarán GNL como combustible.

Beneficios ambientales del GNL

El gas natural, considerado como el combustible fósil menos contaminante de todos, es la base de dos de las energías alternativas llamadas a tener un fuerte protagonismo en el sistema de transporte del futuro: el gas natural licuado (GNL), destinado sobre todo al transporte marítimo, y el gas natural comprimido (GNC), el combustible de mayor potencial en el sector de la automoción tras la electricidad. A diferencia del GNC, que es gas almacenado a altas presiones, el GNL es gas natural que, tras un proceso de enfriamiento a una temperatura aproximada de -163º centígrados y a presión atmosférica, pasa a estado líquido. Con este proceso su volumen pasa a ser 600 veces menor que el del gas natural original, lo que facilita su almacenamiento y transporte.

El GNL es uno de los combustibles más respetuosos con el medio ambiente, sobre todo respecto al fuelóleo pesado (HFO) y el gasóleo marino (MGO), los derivados del petróleo más utilizados por los motores de los buques de carga y de pasajeros. En comparación con estos combustibles convencionales, el GNL elimina totalmente las emisiones de óxidos de azufre (SOx) y las partículas en suspensión (PM), reduce en un 85% los óxidos de nitrógeno y genera cerca de un 30% menos de emisiones de CO_2, según datos del proyecto CORE LNGas hive. A la elevada eficiencia medioambiental se suma su menor coste respecto a los combustibles habituales de navegación, lo que perfila al GNL como una alternativa realista que puede contribuir a la descarbonización del transporte marítimo.



SIEMENS

▶ *Equipo de suministro eléctrico a cruceros turísticos en el puerto de Hamburgo.*

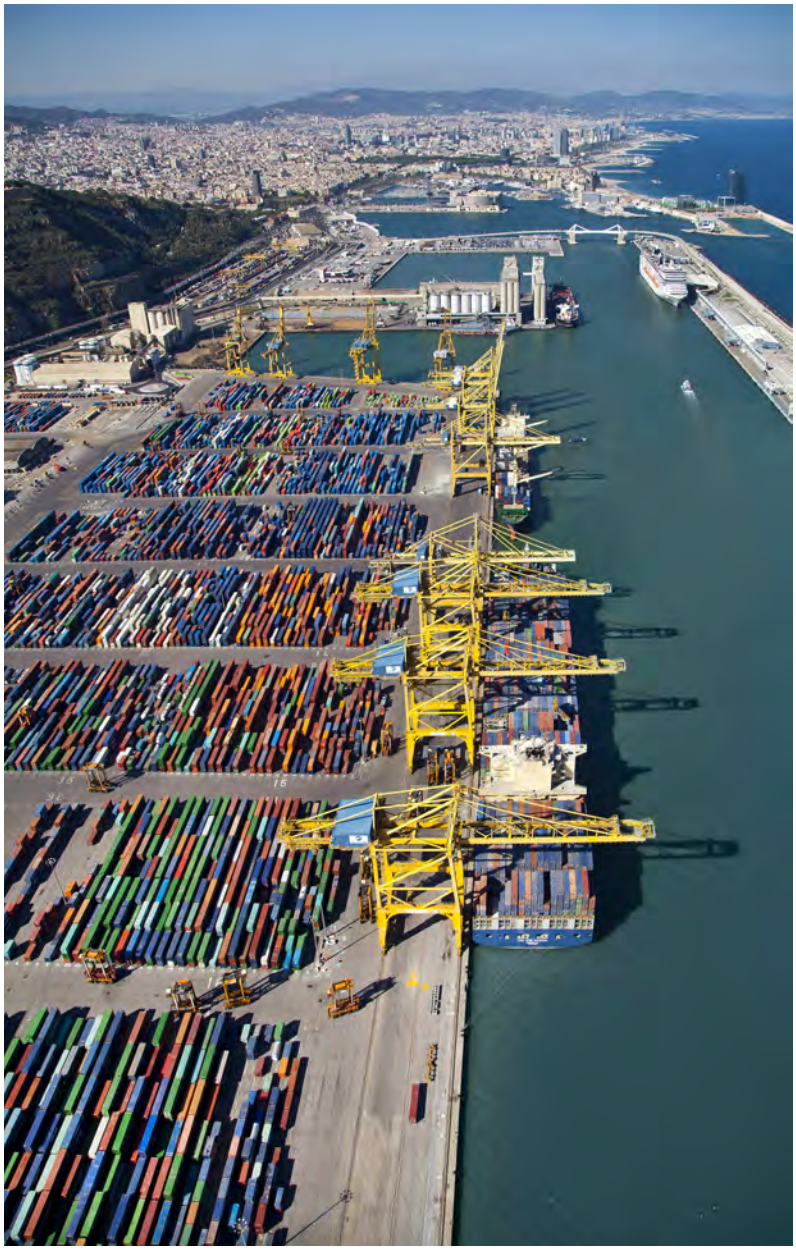
OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

Este proyecto tiene un objetivo ambicioso: conectar los grandes buques que hacen escala en los puertos españoles (cruceros, portacontenedores, ferris) a la red eléctrica nacional, de la misma forma que ya hace el vehículo eléctrico, aunque en este caso en alta tensión. Esta tecnología es conocida como suministro eléctrico a buques en atraque durante su estancia en puerto (*On-Shore Power Supply*, OPS, en el acrónimo inglés, o *cold ironing*, en referencia al momento en que el casco de los buques del pasado se enfriaba al apagarse las calderas de carbón cuando el barco quedaba atracado en puerto). Se trata de una tecnología ya existente en países como Noruega, Suecia y Alemania, con experiencias de éxito en otros puertos europeos y también disponible en el puerto de Motril, con el objetivo común de reducir las emisiones a la atmósfera en el entorno portuario, dentro de la estrategia comunitaria de descarbonización de los corredores de transporte de la red TEN-T.

El proyecto OPS concretará los requerimientos técnicos que necesita el sistema, básicamente la adaptación de los muelles para propiciar la acometida a la red eléctrica, la conexión muelle-buque y la adaptación del buque para recibir la energía eléctrica, cuya implantación tiene distintos grados de dificultad e inversión en función de la tipología de cada barco. Desde el punto de vista medioambiental, esta tecnología tiene un elevado potencial para los puertos: según un estudio de la consultora Inova Labs, participante en el proyecto, el *cold ironing* elimina localmente toda emisión, reduciéndolas de forma drástica a nivel del Estado respecto a la generación mediante combustibles marinos, dado el actual *mix* del sistema eléctrico español (un 96% menos de NOx, un 36% de SOx, un 68% de partículas y un 45% de CO_2); además, elimina prácticamente el ruido asociado a los motores auxiliares de los buques (utilizados para la operación de bombas de trasiego, sistemas de refrigeración, iluminación, equipos de emergencia…), dado que estos se pararán al conectarse a la red.

La iniciativa, sin precedentes para todo un país en el marco comunitario, está liderada y coordinada por Puertos del Estado, a la cabeza de un consorcio de 17 socios que incluye, entre otros, a cinco autoridades portuarias (Santa Cruz de Tenerife, Las Palmas de Gran Canaria, Barcelona, Baleares y Pasaia), tres universidades y tres compañías navieras. Con un presupuesto de 6,2 M€, de los cuales

PORT DE BARCELONA



Los grandes portacontenedores y los cruceros son responsables en distinta medida de las emisiones contaminantes en entornos portuarios. En la imagen, vista del puerto de Barcelona.

1,6 M€ son financiados por fondos CEF, el proyecto tiene una duración de tres años, que concluyen teóricamente en noviembre de 2019. Como principales desarrollos, la iniciativa comprende la elaboración de diversos estudios sobre la normativa del sector eléctrico, técnicos y de impacto medioambiental para evaluar los beneficios de la implementación del suministro de energía eléctrica a buques de forma generalizada. También prevé el desarrollo de tres pilotos que supondrán la dotación en determinados muelles españoles de los elementos electromecánicos necesarios para realizar las operaciones de suministro, así como la adaptación de varios barcos para su conexión a la red eléctrica general. El objetivo final es la redacción de un Plan Director para el suministro de energía eléctrica a buques atracados en los puertos españoles.

Estudios y pilotos

El cuerpo conceptual del proyecto está formado por tres estudios transversales, a cargo de distintos grupos de trabajo, que analizan los temas económico-administrativos, técnicos y ambientales que influyen en la implantación del *cold ironing*. Su elaboración está avanzada. Como coordinador, Puertos del Estado, en colaboración con tres consultoras de ingeniería, ultima la selección de los muelles a integrar en el Plan donde ofrecer suministro eléctrico de acuerdo con las especificaciones técnicas de la norma internacional IEC/ISO/IEEE 80005-1; también tiene adelantado el estudio del marco normativo de acompañamiento, que ya ha identificado las barreras técnicas y económicas que dificultan la implantación de esta tecnología, además de perfilar las soluciones para superarlas, incluida la reducción de los costes de suministro. Desde la óptica académica, la Universidad de Cádiz ya ha publicado en el sitio web del proyecto el avance correspondiente al año 2017 del estudio sobre emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes generadas por los motores auxiliares de barcos atracados, que se actualizará en 2018 y 2019; y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria está cuantificando el impacto monetario de esas emisiones sobre la salud humana y el medio ambiente. Por último, la Universidad Politécnica de Madrid tiene prácticamente terminados los estudios encargados a sus dos grupos de trabajo: el estudio de los beneficios que pueden derivarse para el sistema eléctrico de la conexión de los barcos atracados a la red eléctrica, a cargo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales; y el diseño de los elementos de manipulación del cable de conexión eléctrica muelle-buque, que elabora el Centro de Automática y Robótica (CAR).

Paralelamente, también están en distintas fases de desarrollo los tres estudios piloto programados en este proyecto europeo. Los más avanzados son los correspondientes a la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, que ya han superado la fase de proyecto y actualmente se procede a la ejecución de las obras para implantar el sistema OPS en los puertos de Santa Cruz de La Palma, San Sebastián de la Gomera y, próximamente, en el propio de Santa Cruz de Tenerife, con la previsión de iniciar el servicio de suministro eléctrico a buques a finales de 2018. La mayoría de los cinco ferris rápidos que participan en el piloto ya han sido adaptados tecnológicamente por la naviera Fred Olsen para conectarse en puerto a la red eléctrica. Se da la circunstancia de que la implantación del *cold ironing* es especialmente anhelada en los puertos menores, que son los que esperan mayores beneficios ambientales con la eliminación de los ruidos nocturnos provocados por los motores auxiliares de los buques. Sin salir del archipiélago, la Autoridad Portuaria de Las Palmas de Gran Canaria estudia la viabilidad para suministrar energía eléctrica en atraque a un remolcador



AUTORIDAD PORTUARIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

▶ *Uno de los* ferries *adaptados para recibir suministro de electricidad desde tierra navega en la dársena del puerto de Santa Cruz de Tenerife.*

de Salvamento Marítimo, a los buques en reparación y a la flota pesquera.

Respecto a los dos estudios piloto restantes, la Autoridad Portuaria de Pasaia también ha concluido los estudios de ingeniería y los requerimientos operativos para el desarrollo de un punto de suministro de energía eléctrica a buques en el puerto guipuzcoano y tiene previsto iniciar próximamente las obras para implantarlo. Este punto de conexión se instalará en el muelle especializado en tráfico de vehículos y permitirá suministrar electricidad a los tres barcos gemelos de la naviera noruega UECC, dedicada al transporte de automóviles, el primero de los cuales será adaptado para estas operaciones durante el verano. Por último, las autoridades portuarias de Baleares y Barcelona están estudiando la viabilidad de ofrecer suministro de energía eléctrica desde tierra al *ferry Dimonios*, un buque de pasajeros que hace escala diaria en los puertos de Palma de Mallorca y Barcelona. Este piloto está solo a la espera del visto bueno de su nueva propietaria, la naviera española Armas.

El Plan Director del proyecto OPS elaborará un mapa con los puntos de conexión eléctrica para buques en los puertos españoles

Como da a entender el propio nombre del proyecto, el objetivo último es la elaboración de un *master plan* o Plan Director para dotar a los puertos de interés general de puntos de conexión para el suministro de energía eléctrica a los buques atracados, como estrategia para fomentar el uso de este combustible alternativo en el transporte marítimo. Puertos del Estado trabaja actualmente en el diseño de este documento final, que se apoyará en el *know how* obtenido de los estudios y los pilotos, e incorporará el marco legal y técnico con las especificaciones necesarias para la implementación del servicio en España (especificaciones de equipos, procedimientos de uso, *metering/ticketing*…), así como una serie de medidas de carácter económico y operativo para estimular su desarrollo (bonificaciones en las tasas por la estadía de los buques, eliminación del impuesto sobre la electricidad suministrada, reducción del término de potencia, supresión del canon de ocupación de las canalizaciones en los muelles, creación de la nueva figura del gestor de cargas eléctricas de buques atracados, autorización a los concesionarios de terminales portuarios para vender energía eléctrica a buques…), algunas ya en curso y otras en fase de consideración. Como aportación final, Puertos del Estado ha previsto incluir en el Plan Director un mapa con los puntos de conexión para el suministro de energía eléctrica a barcos en los atraques con mayor interés, que se elaborará a partir de los estudios de viabilidad en varios puertos y muelles españoles realizados por tres consultoras de ingeniería que participan como socios en el proyecto. ▮



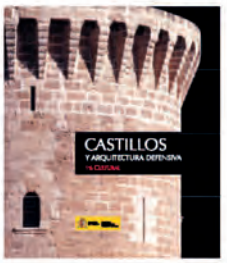


















































CENTRO DE PUBLICACIONES
Ministerio de Fomento

Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid
tlfn: 915 97 53 96

https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web

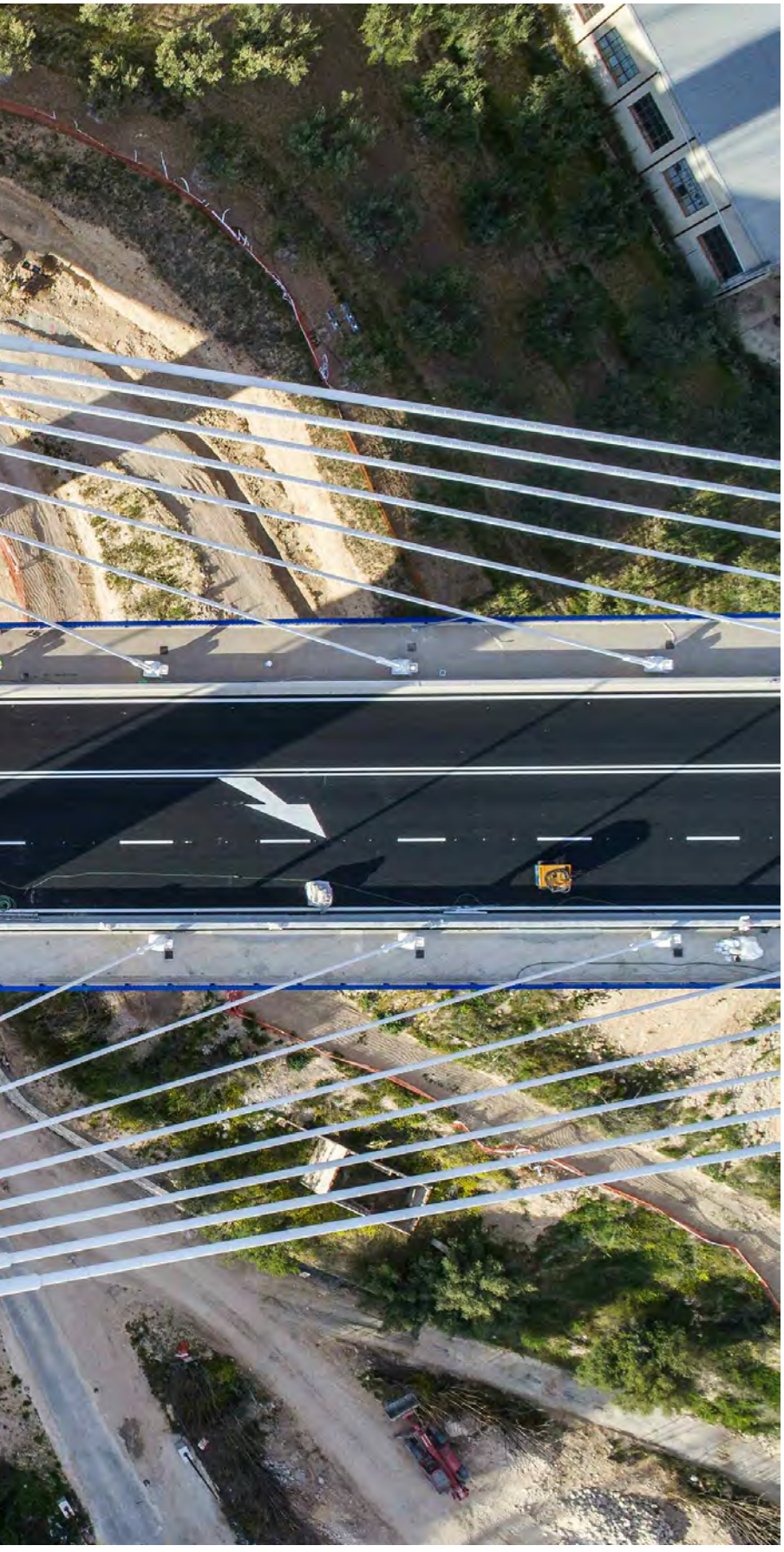
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Nueva vida para el puente Fernando Reig de Alcoy

El puente reinventado



Imagen cenital del pórtico, la parte central del tablero y los tirantes.



Javier R. Ventosa. Fotos: DCE Comunidad Valenciana

El pasado abril se reabrió el emblemático puente Fernando Reig en Alcoy (Alicante), una infraestructura básica para la movilidad en este núcleo urbano que ha sido rehabilitado en los últimos meses. La obra principal ha consistido en la sustitución del sistema de atirantamiento que soportaba este puente treintañero, complementada por la reparación del único pilono, la actualización de varios elementos y la renovación de la estética. Con su reapertura al tráfico, se mejora la seguridad de los usuarios, se añaden nuevas prestaciones y se restablece la principal vía de salida desde "la ciudad de los puentes" hacia Alicante.

Los antecedentes de la intervención principal, la sustitución de los tirantes, se remontan al mes de julio de 2016, cuando una empresa contratada por el Ministerio de Fomento realizaba una obra de reparación de emergencia en este puente, situado en el pk 794+000 de la carretera N-340 en Alcoy. El objeto de esta obra de mantenimiento, primera de este tipo en las tres décadas de vida de la estructura, era la refacción de las impostas y las barandillas, así como la adecuación del sistema de contención de vehículos (pretiles), tanto para proteger a los transeúntes como a los propios tirantes, elementos básicos del esquema resistente del puente. También se estaba reparando (saneado, repintado y reposición de elementos deteriorados) el sistema de atirantamiento, formado por 38 tirantes de acero, que presentaba algunos deterioros superficiales. Las obras, con un presupuesto de 1,5 M€, se iniciaron en febrero de ese año y provocaron el corte de uno de los tres carriles de circulación del puente (existe uno de entrada a Alcoy y dos de salida).

El 28 de julio de 2017, durante la realización de los trabajos de hormigonado de aceras e imposta cerca de la pila principal, los operarios detectaron un ruido súbito y constataron un movimiento inusual del tablero que fue rápidamente asociado a un comportamiento anómalo de uno de sus tirantes, que perdió tensión y quedó deformado, flácido, como recoge el informe de la ingeniería Fhecor, asistencia técnica de la primera obra de reparación y de la posterior rehabilitación. Ante la gravedad del incidente y la incertidumbre por el estado de los tirantes vecinos, se cortó por prudencia la circulación en el puente y se iniciaron las investigaciones para averiguar sus causas. En primera instancia se advirtió una diferencia de cota de 2,5 centímetros entre la acera y el



balcón existente en torno al pilono, situado a una cota fija por ser solidario a este. Al revisar el interior del cajón izquierdo y los anclajes de los tirantes, también se detectó una salida significativa de agua del interior del tirante izquierdo T-41, lo que hizo pensar en una rotura por corrosión en la parte baja, normalmente la más problemática por razones de durabilidad. Inspecciones sucesivas en este tirante, sometido también a una prueba de carga, confirmaron la pérdida de tensión de los cordones que lo componían. El 23 de agosto, al proceder a sustituirlo por otro tirante nuevo, se constató su rotura debido a un proceso de corrosión que había arruinado sus cordones. La zona de la rotura se situaba en la parte alta, muy cerca del encuentro del tirante con el pilono, en coincidencia con una zona en la que la lechada de cemento –elemento protector de los cordones de acero– presentaba una anómala oquedad. Para analizar con rigor las causas de la rotura se dio traslado del tirante roto al laboratorio.

Auscultación de tirantes

A la vista de lo sucedido, y pese a que los tirantes no presentaban los síntomas típicos asociados a la corrosión del acero del que están formados, se planteó la necesidad de explorar los restantes 37 tirantes por si esta atípica situación se repetía en alguno más y, por tanto, constituyera una amenaza para la estabilidad del tablero. Así lo entendieron los técnicos de la Demarcación de Carreteras del Estado en la Comunidad Valenciana y los servicios centrales del Ministerio de Fomento, quienes, con el apoyo de la asistencia técnica, acometieron una campaña de auscultación, realizada entre el 17 de septiembre y el 8 de noviembre. Tras una selección previa de los dispositivos auscultadores más fiables (contrastados en un tirante de prueba en laboratorio), se optó por emplear una sonda capacitiva. Este tipo de sonda permite detectar la presencia de zonas huecas en el interior de las vainas protectoras de los tirantes, de polietileno negro, de alta densidad y en muy buen estado de conservación. El resultado de esta auscultación, realizada con el apoyo

▶ *Trabajos de construcción del puente.*



Por qué se rompe un tirante

Los tirantes son un elemento crítico de los puentes atirantados. La rotura de uno de ellos constituye un problema grave –aunque se ha comprobado que, transitoriamente, los tirantes vecinos se hacen cargo del déficit– que requiere una reparación rápida para restablecer el nivel de seguridad de la estructura. Aunque las causas de la rotura pueden ser de diversa naturaleza (diseño incorrecto, materiales deficientes, proceso constructivo inadecuado o condiciones de operación no previstas en el proyecto), la experiencia acumulada en los más de 60 años desde la construcción del primer atirantado moderno (Strömsund, Suecia, 1956) ha puesto de manifiesto que el envejecimiento del material produce, como en todo producto, procesos de degradación de los tirantes (corrosión o fatiga fundamentalmente), de sus cabezas de anclaje y de sus elementos de protección (relleno y vainas) que también pueden desembocar en rotura. Por ello, la existencia de un plan de inspección y mantenimiento preventivo desde la fase de proyecto es fundamental para garantizar la seguridad de la estructura.

En el caso del tirante roto (el T-41 lado izquierdo) del puente Fernando Reig, origen de la intervención reseñada, los estudios realizados por los laboratorios de Química y Física de Materiales de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid apuntan, como causa de esa rotura, la mala calidad de la lechada protectora de cemento en que estaban embebidos los 23 cordones de acero que lo formaban. De acuerdo a esos estudios, la extrema porosidad de la lechada y la existencia de zonas desprovistas de la misma por haberse producido espumas provocaron, en presencia de agua, un proceso electroquímico que ha derivado en la corrosión de los cordones de la parte superior, produciendo su paulatina e imperceptible pérdida de sección y, finalmente, su rotura, dejando al tirante fuera de servicio. La existencia de procesos similares menos avanzados en otros tirantes y en otras zonas llevó a la decisión de sustituir todos los tirantes para garantizar la completa seguridad del puente.

de una plataforma elevadora, detectó la presencia de algunos huecos en otros tirantes, pero de una extensión limitada, apenas traducida en la existencia de corrosiones. Sin embargo, esta sonda no permitía el acceso a la zona de tirantes situada en el interior de los tubos-encofrado, tanto en el tablero como en el pilono, de forma que persistía, aunque en menor rango, la incertidumbre sobre la eventual existencia, en esas zonas inaccesibles, de oquedades con corrosión tan brutal e inesperada como la producida en el tirante colapsado. En vista de esta situación, el informe de la empresa de ingeniería, trasladado a la Demarcación de Carreteras, sostuvo que era imposible afirmar que el puente reuniera las condiciones de seguridad reglamentarias vigentes para los usuarios. Tampoco garantizaba que los defectos detectados no fueran a seguir progresando en el futuro, ni que los tramos imposibles de inspeccionar carecieran de tales defectos. Por todas estas razones, unidas al factor de los 30 años de vida de la estructura, para mantener el nivel de seguridad del puente en los márgenes reglamentarios, se recomendó la sustitución de todos los tirantes.

Además de los tirantes, durante la inspección del puente también se detectaron zonas en los paramentos del pilono donde la armadura había quedado expuesta o con muy



Vista de los nuevos tirantes anclados al pórtico y al tablero del puente.



Vista del puente poco antes de su reapertura.

poco recubrimiento de hormigón, siendo por tanto susceptible de corroerse y generar herrumbre que, aunque de poco espesor, tendiera, al expandir, a romper esquirlas de hormigón que podrían caer sobre el tablero, tanto sobre la plataforma del puente como en otras zonas aledañas fuera del tablero, constituyendo un riesgo para la seguridad de la circulación de vehículos y peatones. Tras una inspección más pormenorizada del pilono, realizada también con apoyo de una plataforma elevadora, el estudio concluyó que lo procedente era acometer la rehabilitación de los paramentos de la pila para eliminar el hormigón en trance de desprenderse, reponer los volúmenes de hormigón originales y proteger el pilono frente a futuros deterioros.

Proyecto y obra

El 16 de enero de 2017, una vez sopesadas las conclusiones del informe y la visión de la propia Demarcación de Carreteras, el Ministerio de Fomento comunicó la decisión de acometer una obra de rehabilitación estructural en el puente para restituir las condiciones de seguridad perdidas. Esta actuación, a realizar según el proyecto re-

Singular entre sus pares urbanos

La accidentada orografía de la zona y los profundos cauces socavados por tres afluentes del río Serpis han condicionado históricamente el crecimiento del casco urbano de Alcoy, con zonas y barrios separados físicamente por hondonadas y desniveles cuya comunicación se ha tenido que realizar mediante la construcción de un buen número de obras de ingeniería, de ahí el sobrenombre de ciudad de los puentes que luce la capital de la comarca de l'Alcoià. Pocas ciudades españolas disponen de una colección tan variada de puentes urbanos, que además son un reflejo de la evolución tipológica de este tipo de estructuras en los últimos dos siglos: puente María Cristina (1838, neoclásico, de sillería, aún proyectado por arquitectos), San Roque y La Pechina (1862 y 1863, también de sillería, pero ya diseñados por ingenieros), Canalejas (1907, metálico, con vigas en celosía), San Jorge (1931, art decó, de hormigón armado), San Jaime (1933, también de hormigón armado) y Fernando Reig (1987, atirantado), por nombrar solo los principales.

El puente Fernando Reig, así denominado en homenaje a un ingeniero de Caminos alcoyano, no es solamente uno más en esa colección. Ha representado en las últimas tres décadas la imagen de la modernidad de Alcoy, como lo hiciera en su día el otro gran icono de la ciudad, el puente San Jorge. Con proyecto y dirección de obra de José Antonio Fernández Ordóñez, un grande de la ingeniería española que usó este puente como modelo para diseñar años después el del Centenario de Sevilla, esta estructura situada a 40 metros sobre el río Barxell, promovida por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo para reordenar el tráfico de la carretera N-340 a través de Alcoy fue construida entre 1985 y 1987 con un presupuesto de 1.000 millones de pesetas, ostentó en su día el récord mundial de mayor luz para un puente atirantado con tablero prefabricado. También



Vista de las obras de reparación, con andamiaje en ambos pilonos y varias torres metálicas de apeo situadas bajo el tablero.

despuntó como puente pionero en España por características como la prefabricación total del tablero en un estructura de gran luz y el empleo de sensores para controlar sus parámetros estructurales. Por su carácter innovador, su integración en el entorno y la calidad de ejecución, materiales y acabados, en 1986 recibió el premio Construmat de la Generalitat de Cataluña a la mejor obra de ingeniería civil española. Su puesta en servicio, el 27 de abril de 1987, supuso una revolución para el tráfico rodado en la N-340 y en el propio casco urbano.

Por tipología, es un puente atirantado asimétrico de dos vanos, con una longitud total de 273 metros, dividida en tres vanos de luces 108 + 132 + 33 metros. Esta distribución está relacionada no solo con la asimetría de la garganta del río, sino también con la idea de los proyectistas de anclar parte de los tirantes en un estribo para mejorar la rigidez de la pila en la dirección longitudinal. La sección transversal del tablero, de 17,40 metros de anchura, está formada por dos vigas cajón, de armadura y dispuestas en los laterales, de 2,50 metros de canto y ancho máximo de 3'80 metros, constituidas a su vez por dovelas de 5 y 7 metros. El pilono principal, con una altura de 90 metros, es un pórtico de hormigón armado formado por dos fustes rectangulares, con un travesaño superior y otro intermedio por debajo del tablero, y cimentado con 24 pilotes. La configuración de los estribos es dispar: cajón de hormigón relleno de tierras y cimentado sobre 20 pilotes en el lado Alcoy y muro frontal cimentado sobre 8 pilotes en el lado Alicante. El sistema de atirantamiento, con configuración de arpa-abanico, presenta dos familias de 19 tirantes cada una, con longitudes que varían entre 128,5 y 30 metros, cada uno de ellos formado por un número variable de cordones (entre 23 y 55) de 0,60 pulgadas de diámetro.

dactado por la empresa de ingeniería, ha constado de dos obras principales: el desmontaje y sustitución de todos los tirantes y la reparación del pilono; posteriormente se sumaron otras actuaciones complementarias. La obra, adjudicada a una unión temporal de empresas especializadas y con un plazo de ejecución de 13 meses, fue tramitada administrativamente como una actuación de emergencia para acortar los plazos de entrega y puesta en servicio de la estructura afectada. Durante el tiempo de ejecución de la obra, cuya dirección recayó en Ismael Ferrer, ingeniero jefe de la Demarcación de Carreteras del Estado en la Comunidad Valenciana, se decidió mantener cortado el tráfico rodado y peatonal.

La obra de rehabilitación estructural ha estado presidida por el criterio de preservar la máxima seguridad para los operarios y para la propia estructura. El sistema constructivo de la obra principal, el destesado, desmontaje y sustitución de tirantes, se planteó de tal forma que no aumentara la tensión soportada por estas piezas, lo que incluyó la limitación del uso de maquinaria pesada sobre el puente. Con ese fin, se situaron 10 torres de apeo (cinco bajo cada uno de los cajones longitudinales) como soporte del tablero con una disposición deliberada para

que la carga de los tirantes desmontados se transmitiera a esas torres, y no a los tirantes contiguos. En concreto, se dispusieron torres de apeo cada tres tirantes (36 metros de luz), bajo cada uno de los cajones, y el levantamiento del tablero mediante gatos para que las torres entraran en carga. Esta disposición permitió proceder al desmontaje y sustitución de tirantes de manera segura en dos fases: primero el desmontaje de los tirantes del lado derecho y posteriormente los del lado izquierdo. La sustitución se realizó desde el tirante central (dispuesto en la sección del pilono) hacia los extremos, procediendo al desmontaje de manera simétrica, con objeto de minimizar los desequilibrios en el pilono. Estos nuevos tirantes, que incorporan la última tecnología de cordones autoprotegidos con una triple barrera que asegura una vida útil de 100 años, fueron sometidos a varias pruebas para comprobar su correcto funcionamiento y algunos se monitorizaron con dispositivos para seguir su evolución a lo largo del tiempo. Al finalizar el proceso de sustitución de tirantes, realizado con el apoyo de una grúa adosada al propio pilono, el puente fue desapeado de forma ordenada para restablecer la configuración original.

La otra obra prevista, la reparación de los paramentos del pilono, se llevó a cabo en coordinación con los trabajos de sustitución de los tirantes, aunque no se completó hasta la finalización de los mismos para poder reparar el deterioro ocasionados durante esta obra. La intervención, realizada con el apoyo de andamios, se realizó en dos zonas: aquellas en las que el hormigón ya se había desprendido (con armaduras a la vista que había que proteger) y otras en que, sin haberse desprendido y sin síntomas de caer, el "sonido a hueco" percibido por el procedimiento sónico de auscultación seguido constató el deterioro del hormigón debido a la expansión de la herrumbre generada por la corrosión de las armaduras interiores. En estas zonas se procedió a sanear el hormigón, realizando un cajeado de varios centímetros de profundidad, se descubrió la armadura corroída y se la limpió de óxido. Posteriormente se reconstruyó el volumen aplicando un mortero de reparación de acuerdo con un protocolo estricto que asegurara la protección de las armaduras y la estabilidad del mortero.

En paralelo a las dos obras principales se realizaron una serie de actuaciones complementarias de mejora de la adecuación funcional del puente, entre ellas las que quedaron interrumpidas en julio de 2016. La relación de estas actuaciones de obra civil incluye el desmontaje de barandillas y piezas de imposta, la ejecución de un sistema de contención de vehículos, la adecuación del sistema de drenaje, junto con la impermeabilización y repavimentación del tablero, la demolición y reconstrucción de aceras, la sustitución de la junta de dilatación en el estribo lado Alicante y la disposición de una nueva junta de dilatación en el estribo lado Alcoy, la sustitución de las juntas entre la pila y los balcones y, finalmente, la reparación del murete y de la losa de transición del estribo lado Alicante. También se aprovechó para instalar un nuevo sistema de iluminación que mejora la seguridad vial, facilita las labores de inspección y mantenimiento y realza la imagen del puente por la noche.



Prueba de carga

Concluida la fase de obras, el puente fue sometido el pasado 4 de abril a las pruebas de carga estática y dinámica para comprobar el comportamiento real de la estructura, en cumplimiento de las *Recomendaciones para el proyecto y ejecución de pruebas de carga en puentes de carretera*



Imagen de la colorista prueba de carga, con la trama urbana de Alcoy de fondo.

del Ministerio de Fomento y del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto. Para estas pruebas se contó con la participación de 28 camiones articulados cargados de tierra, con un peso total de 1.120 toneladas, lo que supone aproximadamente el 50% de la capacidad de carga máxima del puente. La utilización de estos camiones, en seis fases diferentes, permitió someter al puente a distintos estados de carga, midiendo determinados parámetros de la estructura para compararlos con los valores teóricos de la misma. Los resultados obtenidos en esta prueba preceptiva constataron que las obras de rehabilitación del puente se realizaron de manera satisfactoria, dando de esta forma luz verde para su puesta en servicio.

Con la reapertura del puente Fernando Reig, el 16 de abril, se ha puesto fin a una importante actuación de ingeniería, calificada por el ministro de Fomento de "ambiciosa, complicada y vanguardista", que ha requerido una inversión global de 11,6 M€ (IVA incluido, así como el importe de la obra interrumpida en julio de 2016) y que se ha completado con dos meses y medio de antelación sobre el plazo previsto. La obra de rehabilitación ha permitido restablecer y mejorar la funcionalidad del puente, su durabilidad y, sobre todo, la seguridad de los usuarios, abriendo una nueva etapa con mayores prestaciones en la historia de esta emblemática infraestructura alcoyana. ▮

Terminadas varias obras de restauración con cargo a los programas del 1,5% Cultural y Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico

Avance imparable

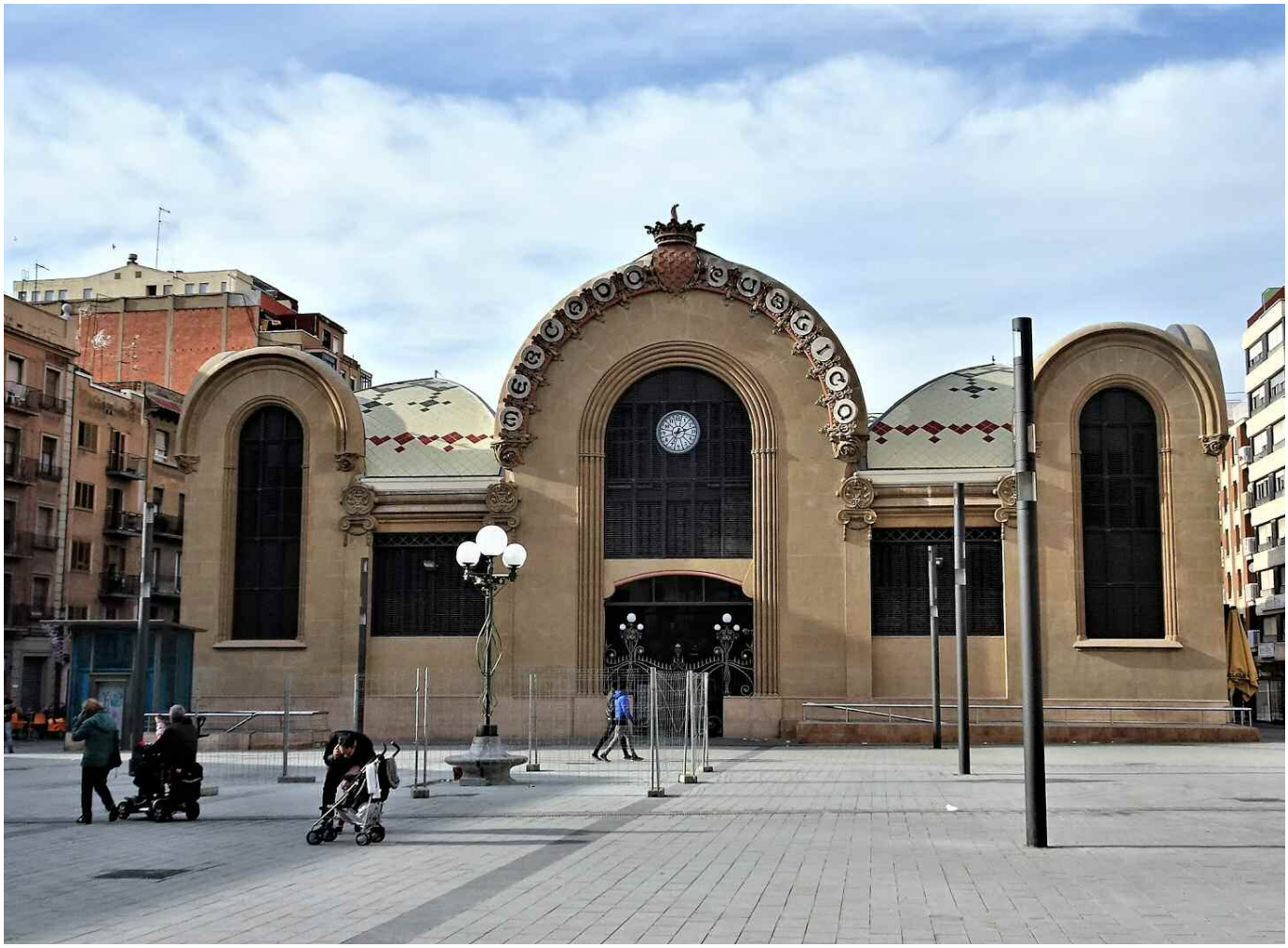
Redacción Fomento

La protección, conservación, restauración y puesta en valor del Patrimonio Histórico español, principal testigo de la contribución de nuestro país a la civilización, constituye una de las obligaciones fundamentales de todos los poderes públicos. Los programas de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y del 1,5% Cultural, del que acaba de autorizarse una nueva convocatoria, son instrumentos fundamentales para estos fines.



Torre de San Vicent en Benicàssim, Castellón.

Carlos Pérez



Mauri

▶ *Mercado Central en la plaza Corsini de Tarragona.*

La defensa de nuestro patrimonio es perseguida, apoyada y potenciada por los poderes públicos, con el fin de que los ciudadanos puedan conocer y disfrutar los bienes que forman nuestro Patrimonio Histórico. Con su protección, la Administración General del Estado y, en concreto, el Ministerio de Fomento a través de sus programas, persigue poner al servicio de toda población estas obras –Patrimonio Arqueológico y Etnográfico, museos, archivos y bibliotecas de titularidad estatal, Patrimonio Documental y Bibliográfico–, facilitando el acceso a la cultura, que es, en definitiva, el camino más seguro hacia la libertad de los pueblos.

El Patrimonio Histórico Español adquiere su valor como elemento de identidad cultural y por ello es necesario que exista una sensibilidad ciudadana, pero también es necesaria su estimulación con fórmulas que ayuden a su conservación.

Firme con este compromiso, el Ministerio de Fomento financia un gran número de actuaciones de intervención en nuestro Patrimonio Histórico común, a través del Programa de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico, que consiste en la financiación de obras relevantes de rehabilitación a través de los presupuestos propios de Ministerio, y del Programa del 1,5% Cultural, que, como es bien sabido, destina a estos fines el equivalente a ese porcentaje del presupuesto de cada obra pública.

En los últimos meses, varias obras de rehabilitación y recuperación de elementos patrimoniales, realizadas a cargo de estos programas, han sido inauguradas y abiertas al público. Algunas de las más relevantes son las que se describen a continuación.

Torre de San Vicent en Benicàssim, Castellón

Construida en el siglo XVI, esta torre forma parte de un conjunto de diecinueve torres que, a lo largo de la costa de lo que hoy es Castellón, tenían en sus orígenes como principal misión la vigilancia del acceso por mar y la defensa ante los posibles ataques de corsarios. Su planta cuadrada fue construida de mampostería concertada y angulares de sillar. Cuenta además con un matacán aspillerado y, en los esquinales de la parte posterior, la que da al mar, con dos torrecillas circulares a

la altura de la terraza. A su interior se accede por una sola puerta que se encuentra a un metro ochenta del nivel del suelo.

La actuación para su reforma ha tenido un presupuesto total de 276.937,88 €, de los que el 75%, ha sido aportado por el Ministerio de Fomento con cargo al 1,5% cultural. Las obras realizadas se engloban en tres tipos de actuaciones: los trabajos de ejecución necesarios para reparar las patologías observadas en la estructura, las actuaciones encaminadas a hacer la torre visitable y, por último, las encaminadas a revalorizar su valor patrimonial.

Debido al valor histórico de esta torre, las obras de restauración han tenido como uno de sus objetivos principales el de posibilitar el acceso de visitas turísticas, por lo que, entre las actuaciones realizadas, destacan las dirigidas a dotarla de instalaciones y acabados interiores, incluido el acceso a la cubierta mediante un elevador neumático. Para la reparación de las patologías observadas se ha trabajado principalmente en la consolidación del paramento exterior, la eliminación de humedades en la cubierta, la reposición de los desperfectos del casetón de la escalera o la recolocación de las dovelas del arco. Por último, para la protección y puesta en valor patrimonial, se han repuesto sillares y se han cegado las ventanas que falseaban la imagen de los muros del edificio.

Plaza Corsini en Tarragona

Una visita a Tarragona no puede entenderse sin poner la mirada y recorrer las calles en busca del legado modernista en la ciudad. En este sentido, uno de sus edificios emblemáticos es el Mercado Central, en la Plaza Corsini, un espacio cuya relevancia no puede interpretarse adecuadamente sin la lectura conjunta del entorno y, especialmente, sin este edificio del mercado. Construido en 1915 por el arquitecto Josep Maria Pujol i de Barberà con el fin de centralizar los puntos de venta que hasta entonces se encontraban diseminados por la ciudad, posee tres naves y forma rectangular, con 75 metros de largo por 35 de ancho. Su interior se caracteriza por las columnas de hierro colado que permiten prescindir de muros y que proporcionan una mayor amplitud y luminosidad. Su estilo modernista se aprecia en distintos elementos constructivos, como las rejas de las cuatro puertas de acceso, la tipología de las letras del edificio o la cubierta revestida de cerámica.

Las obras de restauración y urbanización de la plaza Corsini, inauguradas el pasado 11 de mayo, han tenido un presupuesto de 399.227,73 €, financiados en su totalidad por el Ministerio de Fomento en el marco del Programa de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico. La actuación ha consistido en la sustitución del solado de la plaza y de los elementos del mobiliario urbano, que se encontraban muy deteriorados.



Fundación Comillas

▶ *Iglesia del Seminario Mayor de la Universidad de Comillas.*

Iglesia del Seminario Mayor de la Universidad de Comillas

Recientemente, finalizaron también las obras de recuperación integral de la iglesia del Seminario Mayor de la Universidad Pontificia de Comillas, en las que se han invertido un total de 3.527.330,31€, de los que 1.763.665,16 € han sido aportados por el Ministerio

Ruta modernista en Tarragona

1. Teatro Metropol.
2. Camarín del convento de los Padres Carmelitas Descalzos.
3. Capilla de la iglesia de Sant Francesc.
4. Casa Ximenis.
5. Iglesia de Sant Llorenç del Gremio de Payeses de Sant Llorenç y Sant Isidre.
6. Santuario de Nuestra Señora del Sagrado Corazón.
7. Mausoleo de Jaime I.
8. Ostensorio de la catedral.
9. Matadero.
10. Casa Ripoll.
11. Barandilla del Balcón del Mediterráneo.
12. Casa Salas.
13. Casa Bofarull.
14. Convento de las Teresianas (Colegio Santa Teresa de Jesús).
15. Casa del doctor Aleu.
16. Edificio de la Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación.
17. Casa Rabadà o Casa Vallvé.
18. Casa Porta Mercadé.
19. Mercado Central.
20. Fábrica de la Chartreuse.
21. Viejo Hotel Continental.
22. Reloj del puerto.
23. Quinta de Sant Rafael





Escalera monumental del Palau Vell del Duc de Lerma, en Dénia, antes y después de la restauración.

Elisa Molíner

de Fomento. Esta actuación, consistente en la rehabilitación de las fachadas y torres exteriores de la iglesia, así como las zonas de sacristía, capilla privada e interior de la iglesia, ha permitido garantizar la estabilidad y estanqueidad de la misma y devolverle su esplendor inicial.

El Seminario Mayor de Comillas y en particular su iglesia son un claro exponente, fuera de Cataluña, del movimiento modernista catalán de finales del siglo XIX. La obra, proyectada por el arquitecto Joan Martorell i Montells (1833-1906), se comenzó a construir en el año 1881 con el patronazgo del primer marqués de Comillas, don Antonio López del Piélago y López de la Madrid. Siguiendo las directrices jesuíticas tradicionales, en el plano general del edificio se establecieron dos patios separados por la iglesia, conocidos como el patio de la comunidad y el patio de las aulas. Posteriormente, a propuesta del propio Martorell, la obra fue confiada al arquitecto Lluís Doménech i Montaner, a quien se debe el embellecimiento ornamental del edificio en el que participaron los artistas catalanes, Eduard Llorens i Masdeu, autor de las pinturas, y el taller de fundición Masriera & Campins, creador de las puertas de bronce de las Virtudes. En las fachadas del edificio se combinan mampostería y ladrillo, incorporando también azulejos cerámicos de tradición medieval y renacentista. El interior, al que se accede desde el pórtico del seminario, se caracteriza por el suelo decorado, arcos y columnas estilizadas, el artesonado de la escalera con un complejo entramado de cornisas, columnas, pinjantes y florones que convierten este espacio en un mundo aparte del exterior.

Escalera monumental del Palau Vell del Duc de Lerma en Dénia

Las obras de conservación y restauración del Palau Vell –construido en el s. XIV y ampliado por el duque de Lerma en el siglo XVII–, finalizadas el pasado mes de abril y ya abiertas al público, han contribuido a la recuperación de parte de las raíces de Dénia, pues este complejo, símbolo relevante de su historia y su cultura, aporta nuevo valor turístico al municipio y refuerza su atractivo cultural.

La principal actuación de los trabajos realizados ha sido la rehabilitación de la escalera del Duque de Lerma, en la que no solo se han restaurado los tramos conservados, sino que también se ha reconstruido el tramo



Museo de Badalona

▶ *Casa romana de L'Heura, en Badalona.*

central que conecta con la plataforma del Palau Vell. Por otra parte, se ha llevado a cabo una excavación arqueológica en la que se han encontrado nuevos hallazgos que han permitido documentar la existencia de restos de estructuras de un palacio andalusí, construcción que dataría del año 1.100 aproximadamente y que habría sido la vivienda de altos cargos de la época. Se contribuye así a revalorizar el resto de zonas del Palau.

Con un presupuesto de 891.770 €, se ha contado también aquí con la participación del Ministerio de Fomento, a través del programa de rehabilitación arquitectónica y del 1,5% cultural, asumiendo 668.827,5 €, el 75% del importe total. Esta aportación, sumada a otras del Ministerio en la zona, como la restauración de las murallas y su conexión con el castillo y la recuperación de la escala original de lienzos, torres y el paso de ronda, han permitido la completa recuperación del entorno del Palau Vell.

Casa romana de L´Heura en Badalona

La casa de L'Heura representa un importante ejemplo de arquitectura romana en la Península Ibérica. Se trata de un edificio doméstico de aproximadamente 500 m^2, perteneciente a la antigua ciudad romana de Baetulo, fundada en el siglo I y que perduró hasta el siglo VI. En la actualidad, la casa se encuentra en la planta baja de un edificio de viviendas del barrio Dalt la Vila y es gestionado por el museo de Badalona, que prevé su apertura al público próximamente.

La intervención realizada ha sido sufragada íntegramente por el Ministerio de Fomento con una inversión de 416.010 €.

Los trabajos, cuyo objetivo era incorporar el yacimiento al conjunto de espacios visitables de la ciudad romana, han consistido fundamentalmente en la excavación arqueológica, consolidación de los elementos constructivos romanos y pavimentación del patio. Además, para hacer accesible la visita pública ha sido necesario construir una pasarela metálica con suelo transparente, desde el que se pueden observar las diferentes estancias de la vivienda, así como la instalación de las necesarias infraestructuras eléctricas y de iluminación, señalización, sistema de vigilancia y seguridad en el acceso de los visitantes.

▶ *Patio del convento y pinturas de la puerta principal del convento de San Francisco, Mula, Murcia.*



Ayuntamiento de Mula



Ayuntamiento de Mula

Convento de San Francisco de Mula en Murcia

La historia del convento de San Francisco comenzó en 1576, cuando los frailes franciscanos iniciaron su labor en la misma zona donde ya se encontraba el hospital de San Pedro y la capilla de la Purísima Concepción. En principio, se trataba de un emplazamiento provisional, pero una década más tarde los frailes consiguieron los permisos necesarios para establecerse en él de manera definitiva. En 1836, con la desamortización de Mendizábal, los frailes fueron expulsados de estas propiedades monásticas, que se vendieron a particulares pasando a lo largo de los años a servir como viviendas, teatro y cárcel. Actualmente, alberga el museo Ciudad de Mula y la oficina de Turismo local.

La actuación ahora finalizada y ya inaugurada se refiere a la segunda fase de la restauración total del edificio. Ha contado con un presupuesto total de 2.502.000,01 €, de los que el Ministerio ha aportado, con cargo al 1,5% Cultural, la cantidad de 1.746.396,01 €.

La primera fase, terminada en el año 2013, consistió en la recuperación del convento para usos comunitarios. Con esta segunda fase de trabajos se han restaurado las alas sur y este del convento y se han acometido las obras del patio del claustro, consolidándose los aljibes, reparándose los pavimentos y las fachadas interiores; también se ha llevado a cabo la restauración del volumen de la escalera conventual, además del conjunto de pinturas murales en los paramentos verticales y bóvedas del claustro. En el ámbito exterior del conjunto, se ha procedido a su completo tratamiento siguiendo las recomendaciones del Plan Especial de Protección y Revitalización del Conjunto Histórico de Mula. ▮

Estrategia de la Organización Marítima Internacional (OMI) para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) procedentes de los buques

Respuesta al cambio climático

Víctor Jiménez Fernández

La OMI reafirma su compromiso para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del transporte marítimo internacional y tiene por objetivo final eliminarlas por completo.



Autoridad Portuaria de San Sebastián

España contribuye activamente en la elaboración de la Estrategia inicial de la OMI sobre la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los buques.

El Comité de protección del medio marino de la Organización Marítima Internacional (OMI) adoptó, en el transcurso de su 72º periodo de sesiones celebrado en Londres el pasado 13 de abril, la Estrategia inicial de la OMI sobre la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) procedente de los buques.

La OMI consigue cumplir, de este modo, con el primer objetivo marcado en su hoja de ruta para elaborar una estrategia detallada sobre la reducción de los GEI procedentes de los buques.

Hoja de ruta

Desde que en octubre de 2016 se aprobase dicha hoja de ruta, se han sucedido diferentes reuniones donde la estrategia inicial se fue configurando bajo un espíritu de compromiso, y donde todas las delegaciones que participaron de las deliberaciones mostraron su respaldo a los esfuerzos realizados por la OMI para avanzar en tan importante objetivo.

La cuestión de los GEI no es nueva para la OMI. Desde 2003, año en el que la Asamblea de dicho Organismo instó al Comité de protección del medio marino (MEPC en sus siglas en inglés) a determinar y elaborar los mecanismos necesarios para lograr la limitación o reducción de las emisiones de GEI procedentes del transporte marítimo internacional, la OMI viene contribuyendo a los esfuerzos mundiales por abordar el cambio climático.

Esto la ha llevado a convertirse en el primer organismo internacional en adoptar medidas de eficiencia energética jurídicamente vinculantes para la totalidad del sector. Se ha posibilitado así que más de 2.700 buques se hayan construido bajo las nuevas reglas sobre eficiencia energética establecidas en el marco del Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL Convention en sus siglas en inglés), lo que va a permitir que los buques construidos en 2025, sean un 30% más eficientes que los construidos en 2014.

La puesta en marcha el pasado mes de marzo del sistema de recopilación de datos sobre el consumo de fueloil de los buques es otra muestra más de la contribución de la OMI a la reducción de los niveles de GEI del sector marítimo. Este sistema, que incluye prescripciones obligatorias para que los buques registren y notifiquen los datos sobre



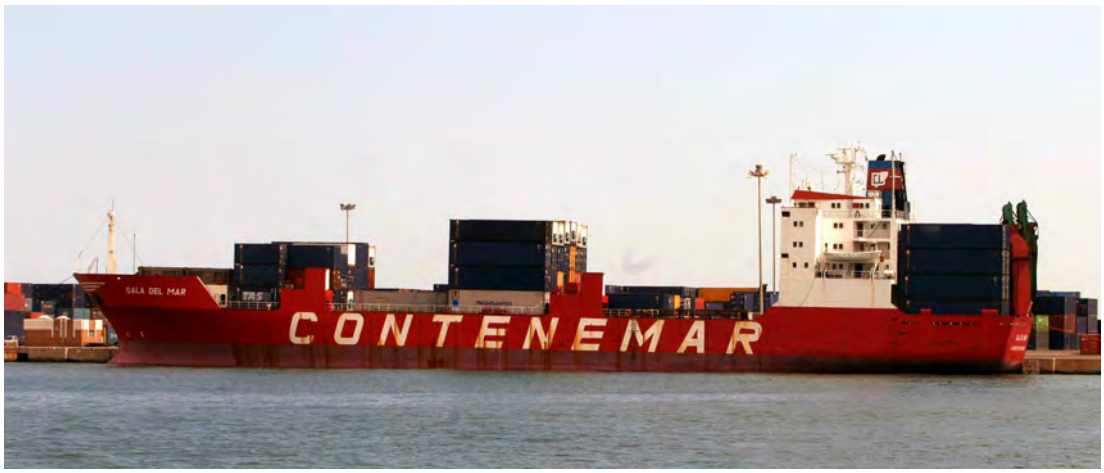


su consumo de fueloil, permitirá contar con elementos de juicio objetivos a la hora de analizar las políticas que terminen por configurar en el año 2023 una estrategia general para la reducción de emisiones de GEI.

Cooperación internacional

La potenciación de la cooperación internacional entre los Estados miembros de la Organización en materia de transferencia tecnológica ha sido otro ámbito donde la OMI ha venido trabajando en los últimos años. Prueba de ello son los desarrollos del proyecto GLOMEEP (Global Maritime Energy Efficiency Partnerships Proyect), que integra a las asociaciones para la eficiencia energética marítima mundial con el objeto de agilizar la adopción y la implantación de medidas de eficiencia energética para el transporte marítimo, y del proyecto GMN (Global MTCC Network for energy-efficient shipping) de la red mundial de centros de cooperación marítima, que gracias a la financiación de la Unión Europea ha establecido cinco centros regionales de cooperación en tecnología marítima en África, Asia, el Caribe, América Latina y el Pacífico. El objetivo es que estos centros proporcionen ayuda a los países de sus regiones en la elaboración de políticas y medidas nacionales de eficiencia energética marítima, fomenten la adopción de tecnologías y operaciones de bajas emisiones de carbono en el transporte marítimo y establezcan sistemas piloto voluntarios de recolección de datos durante este año y los siguientes.

Como puede apreciarse, la OMI ya venía adoptando medidas, pero las expectativas para que hiciese aún más eran cada vez mayores. La rápida ratificación del Acuerdo de París y su entrada en vigor el 4 de noviembre de 2016 abrió una nueva ventana de oportunidades a la innovación, posibilitando un clima mucho más favorable para que los países estuviesen más dispuestos a hacer frente al cambio climático. Se hacía, por tanto, necesaria la elaboración de un ambicioso plan de trabajo para que la OMI pudiese participar de los esfuerzos de las partes en el ámbito del Acuerdo de París.





Principio estratégico: Responder al cambio climático

Junto a los objetivos fijados en Paris, coexistían otros indicadores como el objetivo 13 de desarrollo sostenible de la agenda 2030 para adoptar medidas urgentes que combatan el cambio climático o la propia decisión de la Asamblea de la OMI de adoptar, en su trigésimo periodo de sesiones de diciembre de 2017, el principio estratégico de la Organización titulado "Responder al cambio climático". En este contexto, el sector del transporte marítimo internacional quedaba ubicado en un punto de no retorno, respecto a una apuesta firme y decidida por dotarse de una herramienta ambiciosa que permitiese reforzar la contribución de la OMI a los esfuerzos mundiales, abordando definitivamente las emisiones de GEI procedentes del transporte marítimo internacional.

Una falta de acción del sector marítimo en una cuestión de extremada sensibilidad como es la lucha contra el cambio climático hubiera generado dudas en cuanto a su papel contribuyente con el comercio mundial y el desarrollo sostenible. Y aunque el sector marítimo internacional presenta sus propias características, el hecho de que la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) hubiese ya desarrollado su Plan de compensación y reducción de carbono para la aviación civil, demostraba que un sector internacional podía actuar en el ámbito de la reducción de emisiones de GEI.

A esta posible incertidumbre, había que sumar también las estimaciones poco favorables que se proporcionan en el Tercer Estudio de la OMI sobre GEI (2014). Si bien, según dicho estudio, el transporte marítimo internacional emitió en 2012 796 millones de toneladas de CO_2, aproximadamente el 2,2% del total de las emisiones mundiales de CO_2 de ese año, las previsiones de que las emisiones de CO_2 procedentes del transporte marítimo aumentasen de manera considerable en los próximos decenios eran evidentes. En función de los cambios económicos y energéticos futuros, las hipótesis que figuran en el estudio prevén un incremento de las emisiones entre el 50% y el 250% hasta 2050.

No cabían por tanto prórrogas o moratorias, era hora de tomar decisiones y el momento adecuado para responder a cuestiones tales como: ¿qué función debería desempeñar el sector del transporte marítimo internacional con respecto a los objetivos del acuerdo de París?, ¿cuándo debería iniciar la OMI la labor futura para abordar las emisiones de GEI ocasionadas por el transporte marítimo internacional? o ¿qué oportunidades podrían surgir para que el sector del transporte marítimo internacional continuase contribuyendo al comercio mundial, a los servicios de transporte marítimo y al desarrollo sostenible?

La Estrategia inicial de la OMI sobre la reducción de las emisiones de GEI procedentes de los buques responde a estas y a otras cuestiones. La Estrategia apunta a una visión encaminada a eliminar gradualmente las emisiones de GEI del transporte marítimo internacional con carácter urgente, incluyendo una referencia específica a un itinerario de reducción de emisiones de dióxido de carbono coherente con los objetivos de temperatura del Acuerdo de París.

La Estrategia identifica igualmente las medidas que ha de implantar el sector del transporte marítimo internacional

para alcanzar niveles de ambición consistentes en una reducción total de las emisiones de gases de efecto invernadero provocados por el transporte marítimo internacional de al menos el 50% en 2050 (comparado con los niveles de 2008), al mismo tiempo que se persigue eliminarlas por completo.

La estrategia inicial de la OMI es un instrumento de carácter político, que representa un punto de partida en la labor de la Organización y que actúa como marco de trabajo para los Estados miembros. Su adopción supone un nuevo ejemplo del reconocido espíritu de cooperación de la OMI, que permite a la Organización otorgar una base sólida para la labor futura en materia de cambio climático, aportando certidumbre a todos los Estados miembros y la industria marítima.

La futura visión para el transporte marítimo internacional, los niveles de ambición para reducir las emisiones de efecto invernadero y una lista de posibles medidas adicionales a corto, medio y largo plazo, junto con sus repercusiones para los Estados, son algunos de los elementos esenciales que conforman la estrategia. A ellos se unen también la identificación de posibles barreras y medidas de apoyo a la investigación y el desarrollo como la creación de capacidad, la cooperación técnica.

El papel de España

Han sido días de intenso trabajo. Largas jornadas de complejos debates, de interminables negociaciones fuera de la sala de reuniones, donde nuestro país, representado por el Ministerio de Fomento a través de su Representación permanente ante la OMI, ha jugado un papel relevante.

La administración marítima española mantuvo siempre entre los objetivos prioritarios de su política marítima internacional, una apuesta decida por la contribución activa por parte del sector marítimo internacional para combatir el cambio climático. Con toda seguridad y desde un punto de vista político, la OMI hacía frente al mayor reto de los asumidos en los últimos 20 años, un debate crucial del que España no solo no podía permanecer al margen, sino que debía afrontarlo desde la posición de un país marítimo que apuesta firme y decididamente por un transporte marítimo seguro y sostenible.

Es por ello que, desde la Dirección General de la Marina Mercante se impulsó activamente la firma de la Declaración Tony de Brum. Durante la Cumbre «One Planet», celebrada el 12 de diciembre de 2017 en Paris y que reunió a líderes de todo el mundo como seguimiento del Acuerdo de París, España expresó su apoyo y suscribió dicha Declaración.

Se confirmaba así el claro convencimiento existente en el seno de la administración marítima española de que, en el sector del transporte marítimo internacional, al igual que en los demás sectores de la actividad humana,



debían adoptarse medidas urgentes, teniendo en cuenta que los objetivos fijados por el Acuerdo de París son esenciales para el futuro del planeta y de la humanidad.

Era el turno ahora de materializar ese convencimiento. A principios de este año, España se unía a un selecto grupo de países que promueven políticas ambiciosas en materia de cambio climático. Alemania, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Kiribati, Islas Marshall, Islas Salomón, Islas Fiyi, Países Bajos, Nueva Zelanda, Reino Unido y Suecia conforman junto con España lo que ha pasado a denominarse como la “coalición de países por la alta ambición”.

Las políticas ambiciosas de este grupo de países, se vieron reflejadas en los documentos presentados ante la OMI, los cuales fueron objeto de consideración y debate por todos los estados miembros de la OMI en el transcurso de las discusiones que precedieron a la elaboración de la Estrategia. Además, los países europeos integrados en



dicho grupo, fueron decisivos a la hora de conformar la posición coordinada de la Unión Europea que debía mantenerse en el seno del Comité de protección del medio marino de la OMI.

El papel de la delegación española en el transcurso del 72º periodo de sesiones del MECP no pasó desapercibido. Contribuyó a equilibrar los posicionamientos y a tender puentes entre las posiciones europeas y la de las islas del Pacífico con América Latina. Desde un primer momento, se constató por parte española que Latinoamérica sería clave en el proceso de elaboración y adopción de la Estrategia de la OMI. España siempre se ha mostrado partidaria de entablar un diálogo abierto con aquellos países latinoamericanos cuyas posiciones eran conciliables en algunos de los aspectos más complicados de abordar.

Se trataba de ampliar el espectro de países con un posicionamiento intermedio respecto de los objetivos y niveles de ambición contemplados en la estrategia, se debía procurar aumentar el número de países ubicados en ese "middle ground", clave en toda negociación multilateral, y en esa labor resultaron decisivas las conversaciones mantenidas con delegaciones como México, Perú, Chile, Colombia, Ecuador, Costa Rica o Nicaragua.

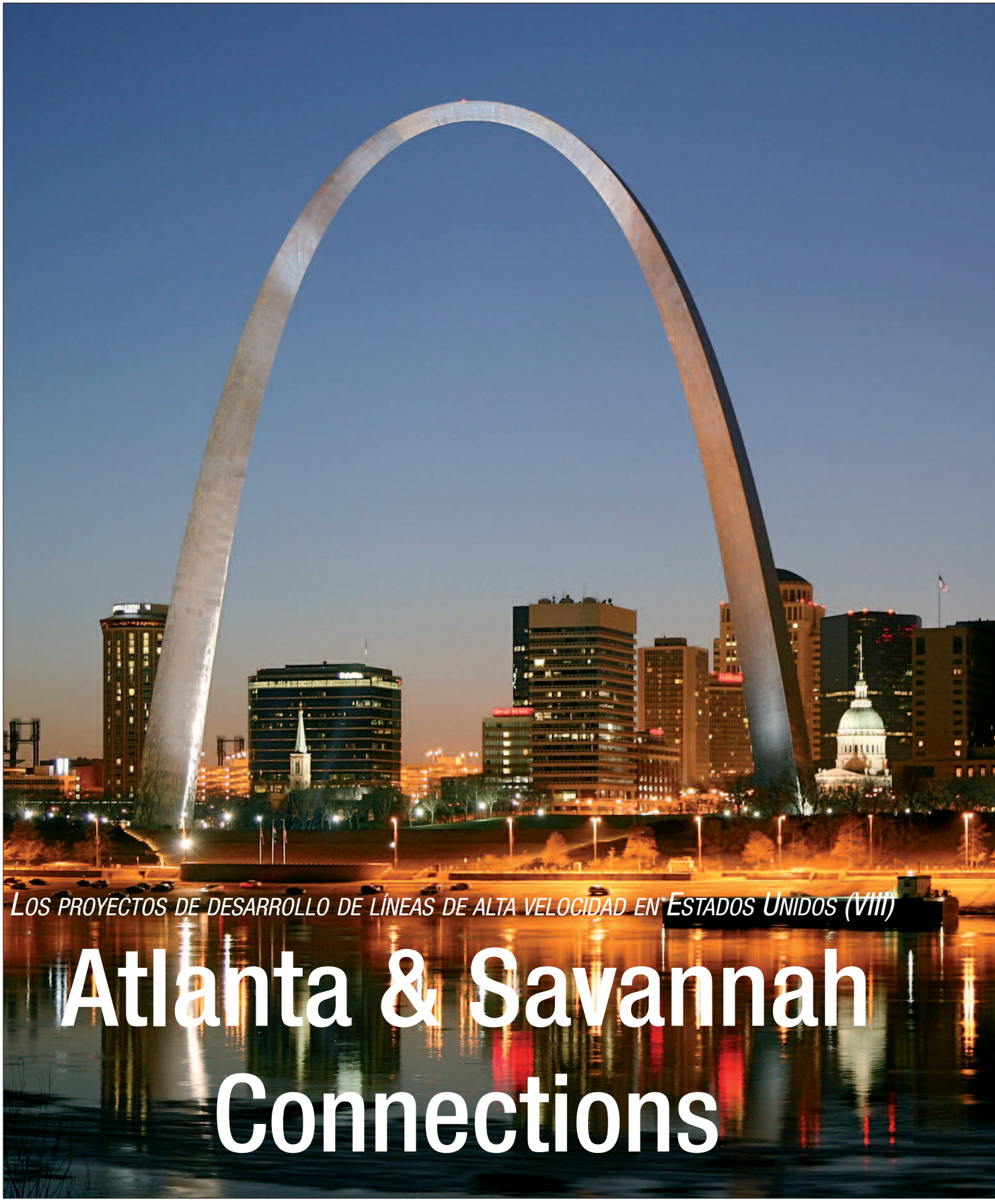
Se ponía así de manifiesto el papel de España como elemento natural de conexión entre Europa y América Latina y su meritoria y determinante contribución al éxito de la adopción de la Estrategia de la OMI.

Conclusión

Con la adopción de la estrategia inicial, la comunidad marítima internacional ha dado un paso decisivo, pero no definitivo, para marcar el camino por el que debe discurrir su contribución al esfuerzo por mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de los objetivos de temperatura fijados en el Acuerdo de París.

Para llegar a la primavera de 2023, plazo marcado en la hoja de ruta para que la OMI disponga de una estrategia general sobre la reducción de emisiones de GEI, queda todavía un arduo camino por recorrer. El liderazgo de la OMI debe seguir siendo decisivo en la elaboración e implantación de políticas que puedan tener un efecto inmediato para lograr la reducción de las emisiones, fomentando al mismo tiempo la elaboración de medidas importantes de medio a largo plazo.

Es por ello que los meses de septiembre y octubre de 2018 volverán a ser claves para determinar unas medidas de seguimiento de la estrategia inicial y para continuar examinando el modo de avanzar en la cuestión de la reducción de las emisiones de GEI procedentes de buques. La administración marítima española, seguirá contribuyendo a esa labor a través de la Representación permanente ante la Organización Marítima Internacional.



Los proyectos de desarrollo de líneas de alta velocidad en Estados Unidos (VIII)

Atlanta & Savannah Connections

Luis Fort López-Tello y Carmen Fort Santa-María

El anteproyecto “South East” de la Alta Velocidad en Estados Unidos, que afectará a los estados de Missouri, Illinois, Kentucky, Tennessee, Georgia, Carolina del Sur y del Norte, Virginia y Maryland, conectará por alta velocidad las llanuras litorales del Atlántico con la región del río Missouri y la ciudad de Chesapeake pasando por los montes Apalaches.



Arco Gateway, en Saint Louis.

Es este el octavo artículo de la serie iniciada en la Revista Fomento “Los Proyectos de desarrollo de Líneas de Alta Velocidad en Estados Unidos”.

Serie ideada a partir del lanzamiento de la primera fase del plan de Infraestructura Ferroviaria de Alta Velocidad de Estados Unidos. Describe varias líneas de alta velocidad como parte del planeamiento del desarrollo de la USHSRS (Red de Alta Velocidad en Estados Unidos) y se basa en el posicionamiento de España como referente mundial en el campo de Alta Velocidad Ferroviaria, para que pueda servir de punto inicial en una posible colaboración coordinada entre los gobiernos de Estados Unidos y de España:

La experiencia y alta capacidad tecnológica española en el campo de la alta velocidad ferroviaria (segundo país, después de China, en extensión de su red nacional), con singularidades de trazado en sus líneas que han requerido la ejecución de túneles largos para atravesar cadenas montañosas importantes o grandes viaductos y tratamientos de mejora y consolidación de terrenos en zonas de suelos blandos con riesgos sísmicos, pueden ser de gran utilidad en el proyecto y construcción de la red de Estados Unidos.

Por otra parte, el pasado histórico de ambos países, con presencia española destacada especialmente en los siglos XVI a XVIII, durante los que, alentados por la Corona española se abrieron los primeros caminos “Historic Spanish Trails”, que contribuyeron a la formación y desarrollo de la gran nación que hoy es Estados Unidos, hacen muy interesante una posible colaboración coordinada de Ingeniería Civil entre ambos países.

El anteproyecto, cuyo nombre completo es: “South East (Missouri-Illinois-Kentucky-Tennessee-Georgia-South-Caroline-North-Caroline-Virginia-Maryland) Project: Atlanta & Savannah Connections” se ocupa de las Conexiones en Saint Louis (MO) y en Washington DC de la Unidad Estructural V ”Ingleses Sudeste” con la Unidad Estructural II “Intercoasts Way” del desarrollo de la Alta Velocidad Ferroviaria en USA USHSRS”. La Unidad Estructural V2 (Miami II) Savannah-Washington DC dará continuidad a la Unidad Estructural IV “b” (Miami I): Savannah (GA)-Jacksonville(FL)-Orlando(FL)-Miami(FL) definida en el “Atlantic Coastal Plains Project” dando así lugar a “Miami Connection” que permite “inyectar” en Washington el importante centro de actividad y turismo de la península de Florida a la columna vertebral de la red de alta velocidad ferroviaria de Estados Unidos. La unidad Estructural V1 hace posible la “incorporación” en Saint Louis (MO), límite entre los “Central Side” y “Appalachian Side” del “Intercoast Way”, de la considerable actividad generada por los Estados del Sudeste de Estados Unidos.

Son objeto de este anteproyecto 1790 km de vía de los corredores HSR, repartidos en dos corredores: Por un lado, “Georgia-Missouri” de 838 km, formado por las

líneas “Georgia Line” Atlanta-Chattanooga, de 178 km, y “Tennessee Line” Chattanooga-Nashville, de 195 km (“Tennessee Connection”) y “Missouri Line” Nashville-Saint Louis, de 465 km (“Kentucky Connection”); por otro, “Georgia-Virginia” de 952 km, formado por las líneas “Georgia Line” Savannah-Columbia, de 205 km, “Columbia Line” Columbia-Charlotte, de 150 km, “North Caroline Line” Charlotte Raleigh, de 203 km y “Virginia Line” Raleigh-Richmond, de 242 km (“Caroline Connection”) y “Richmond Line” Richmond –Washington, de 152 km (“Virginia Connection”).

Una aproximación histórica y geográfica

Cerca de treinta tribus de indios nativos americanos vivían en la región que constituye actualmente los estados de Georgia y Carolina del Sur y Carolina del Norte. Entre ellas, los Catawba, Cherokee, Yamasee y, en el actual estado de Tennessee, también los Creek, Chickasaw y Tanasee (estos en el condado de Monroe, Tennessee, a los que el español Juan Pardo en el año 1567 llamó Tanasqui). En el estado de Kentucky, además de los Cherokee, también habitaban los Delaware, Shawnee e Iroqueses y a ellos les fue comprado por el gobierno británico en los tratados de Stanwix (1768) y Sycamore Shoals (1775). El estado de Missouri recibe su nombre del de los indios Ouemessourita (talladores de canoas), grupo Sioux, así llamado por los Miami-Illinois. Se cree que los primeros en asentarse lo hicieron hace unos quince mil años.

El primer europeo en avistar y desembarcar en la zona fue el español Rubén Laboy en 1521. Cinco años después, en 1526, Lucas Vázquez de Ayllón, fundó el primer asentamiento europeo en el territorio que hoy constituye Estados Unidos, a orillas del río Gualdape, (opinando algunos historiadores que podría ser el Savannah): la misión de San Miguel de Guadalupe. Su establecimiento duró tres meses, a causa de un severo invierno y de una sublevación de esclavos. Vázquez de Ayllón murió allí en los brazos de uno de los dominicos que integraban la expedición: Fray Antonio de Montesinos y Fray Antonio de Cervantes. Es esta, la primera localidad de Estados Unidos en donde se celebró misa.

En 1584, Sir Walter Raleigh financia la fundación de Virginia, en la bahía de Chesapeake, primera colonia inglesa en América. En 1607, la Compañía Virginia, de Londres, fundó Jamestown, primera colonia inglesa que prosperó en Estados Unidos, con una economía basada en las plantaciones de tabaco. En 1620 un grupo de peregrinos ingleses llegados a bordo del Mayflower desembarcó en la bahía de Massachusetts, fundando la colonia de New Plymouth, considerándose esta fecha como el inicio de la colonización anglosajona del Nuevo Mundo. Al sur de las posesiones holandesas, surgió en 1634 la colonia de Maryland. Hacia 1655 Nueva Suecia pasaba a ser Nueva Holanda, fundada en territorio del actual estado de Delaware. La colonización inglesa de la costa atlántica se completó con la conquista de las colonias holandesas en 1664. En estos territorios surgieron las colonias de New York, New Jersey, Delaware y Pennsylvania. Así, a finales del siglo XVII, la América inglesa había adquirido su fisonomía: las cuatro provincias septentrionales de la Nueva Inglaterra (New Hampshire, Massachusetts, Rhode Island y Connecticut) con Boston, capital de Massachusetts, como ciudad más importante; las cinco colonias centrales (Maryland, New York, New Jersey, Delaware y Pensilvania), donde Filadelfia, capital de Pensilvania, ascendía a una posición preeminente; y las tres colonias meridionales (Virginia y las dos Carolinas).

La región fue reivindicada por los españoles de la Florida y los franceses de la Luisiana durante los siglos posteriores. Inglaterra, como se ha descrito anteriormente, desde principios del siglo XVII. El primer asentamiento inglés en la actual Carolina del Sur fue fundado en Albermarle Point en 1670. En 1680 los colonos se trasla-



Sinagoga Mickre Israel, en Savannah.



▶ *Vista del* skyline *de Atlanta y el parque Piedmont.*

daron a la región de Oyster Point. El nuevo asentamiento se llamó Charles Town en referencia al rey Carlos I de Inglaterra, pasando en 1783 a llamarse Charleston. El conjunto de los actuales estados de Georgia, Carolina del Norte y Carolina del Sur, constituyó la provincia colonial inglesa de la Carolana. El rey Jorge I de Inglaterra otorgó en 1719 la autonomía de Carolina del Sur como premio por defender a su población de los ataques de los españoles desde Florida y más tarde, en 1732, la separación de otra nueva colonia: Georgia.

El grupo de las trece colonias británicas de la costa Este de América del Norte proclamaba en el Congreso el 4 de julio de 1776 la Declaración de Independencia. Los independentistas obtuvieron su primera gran victoria contra los ingleses en Saratoga (1777). Esta victoria decidió a Francia y a España, unidas en alianza, a reconocer a las trece colonias convertidas en Estados Unidos de América y a prestarle su ayuda. Cuatro años más tarde, capitulaba el general inglés Charles Cornwallis en Yorktown. El tratado de Versalles (1783) reconocía a Estados Unidos su independencia y la soberanía sobre el territorio que se extendía hasta el Mississippi, e Inglaterra restituía Florida a España, que a su vez devolvía a Francia la Luisiana occidental.

La Guerra Civil estadounidense se inició en Carolina del Sur el 12 de abril de 1861, cuando tropas confederadas iniciaron el ataque sobre Fort Sumter, próximo a Charleston, que se prolongaría durante cuatro años y solo concluiría con la rendición del general sudista Lee al general nordista Grant.

Lo que ahora es Tennessee fue inicialmente parte de Carolina del Norte. Tennessee fue el último estado en abandonar la Unión y unirse a la Confederación en el estallido de la Guerra de Secesión en 1861, y el primero en ser readmitido a finales de la guerra.

La región donde está localizada actualmente Kentucky fue colonizada originalmente por pobladores de la colonia británica de Pensilvania en 1774, pero pasó a ser controlada por Virginia, convirtiéndose en uno de sus condados, durante la Guerra de la Independencia.

Por el tratado de París (1763), la región de Illinois pasó de manos francesas (Marquette y Jolliet fueron los primeros europeos en explorar la región –Misilinoh Project–) a manos británicas. La "Confederación Illinewek", aliada de los colonos franceses, se rebeló contra los británicos en 1764, pero fueron derrotados. En 1778, durante la Guerra de la Independencia, Illinois fue tomado por las fuerzas estadounidenses.

En 1526, Lucas Vázquez de Ayllón fundó en esta zona el primer asentamiento europeo

El estado de Missouri o "Puerta del Oeste", pasó en 1763 a España como compensación por la pérdida de Florida, pero vuelve a Francia en 1801, por el Tratado de Aranjuez. En 1803, Francia vende a Estados Unidos, bajo la presidencia de Thomas Jefferson, Missouri, como parte de Louisiana. Durante la Guerra Civil, como estado esclavista, quedó dividido: parte se adhirió a la Unión, mientras el resto se sumó a los estados de la Confederación.

Desde el punto de vista geográfico-geológico, cabe destacar como rasgos generales tres grandes regiones o unidades geográficas de Oeste a Este:

✓Blue Ridge: (cota >600 m. Cota más alta Sasafras Peak en Carolina del Sur. Mayores altitudes en Carolina del Norte).

✓Piedmont: (150-600 m).

✓Llanuras litorales del Atlántico: (cota <150m).

El estado de Tennessee limita al norte con Kentucky y Virginia, al este con Carolina del Norte y dentro de la región de los corredores objeto de este proyecto, al sur con Georgia y al oeste con Missouri. El río Tennessee atraviesa el estado. El punto más alto del estado es Clingmans Dome (2.025 msnm), que se encuentra en la frontera este del Estado. Se considera generalmente que el río Tennessee es la frontera entre el oeste y el centro del estado, mientras que la planicie de Cumberland se considera la línea divisoria entre el este y el centro.
Se pueden considerar las siguientes regiones:

✓Gulf Coastal Plain

✓Nasville Basin

✓Highland Rim

Tabla Resumen: USHSRS-"Atlanta y Savannah (Miami II) Connections" (Unidad Estructural V : Ingleses Sudeste"a")

		"Atlanta Connection"	"Savannah (Miami II) Connec-	SOUTH EAST "I" Project
Unidades	**Seciones**	**HSL ATLANTA (GA) - SAINT LOUIS (MO) GEORGIA- MISSOURI Connection**	**HSL SAVANNAH (GA) - WASHINGTON DC GEORGIA-VIRGINIA Connection**	**ATLANTA y SAVANNAH (MIAMI II) CONNECTIONS ATLANTA-SAINT LOUIS/SAVANNAH-WASHINGTON DC**
Km	**Longitud Total**	838(688+150) (521mile)	952,0 (592mile)	1.790,0 (1113mile)
Km (%)	**Longitud a cielo abierto (Desmontes y Terra-**	749,0 (89,38%)	896,0 (94,12%)	1.645,0 (91,90%)
Km (%)	**Longitud Total de Túneles**	54,0 (6,44%)	6,0 (0,63%)	60,0 (3,35%)
Km (%)	**Longitud Total de Viaductos**	35,0 (4,18%)	50,0 (5,25%)	85,0 (4,75%)
Estaciones	**Localización estaciones intermedias**	Fairmount-CHATTANOOGA/DALTON-Summitville-NASHVILLE-Clarksville Beulah-Norris City-Mount Vernon-Hofman-Highland	Garnett-Denmark-COLUMBIA-Edgemoor-CHARLOTTE-GRENSBORO-DURHAN/RALEIGH-Roanoke Rapids-RICHMOND-Port Royal	ATLANTA-CHATTANOOGA/DALTON-NASHVILLE-SAINT LOUIS SAVANNAH-COLUMBIA-CHARLOTTE-GREENSBORO-DURHAN/RALEIGH-RICHMOND-WASHINGTON DC
N ú m e r o	**TSAP/PIB/(Línea + estación) (PAET/BIP)**	12 (8+4)	12 (5+7)	24 (13+11)
Km/h	**Velocidad Media**	320 (1 Stop enNASHVILLE)	282 (1 Stop en RALEIGH)	300
Mm³	**Movimientos de Tierras (Total)**	134,31	110,67	244,98
Mm³	**Excavación**	20,14	25,78	45,92
Mm³	**Relleno**	106,86	84,04	190,90
Mm³	**Túneles**	7,31	0,85	8,16
Mm³	**Tras compensaciones**	-86,72	-58,26	-144,98
Mm³	**Déficit (-)**	-88,73	-60,84	-149,57
Mm³	**Exceso a Vertedero (+)**	2,01	2,58	4,59
Number	**Total Túneles**	2	1	3
nb (Km)	**Túneles Gran Longitud (≥ 6 Km)**	2 (54,0)	1 (6,0)	3 (60,00)
nb (Km)	**Túneles menores (≤ 1,25 Km)**	0	0	0
Km	**Longitud grandes túneles**	22-32	6	6-22-32
m²	**Total Estructuras**	978.620	1.102.840	2.081.460
nb	**Viaductos**	40	41	81
nb-m²	**Otros Puentes**	113 460.720	101 430.200	214 890.920
nb-Km	**Puentes colgantes (800 m de luz)**	8 12,80	18 28,80	26 41,60
M$	**Presupuesto (A+B+C+D+E+F+G)**	13.319	13.571	26.890
M$	**Movimiento de tierras (a)**	3745	2931	6.676
M$	**Túneles (b)**	1767	206	1.973
M$	**Estructuras (c)**	2353	3596	5.949
M$	**A - Infraestructuras (a+b+c)**	7865	6733	14.598
M$	**B - Superestructuras**	2180	3128	5.308
M$	**C - Instalaciones**	2631	2989	5.620
M$	**D - Protección medioambiental**	225	228	453
M$	**E - Proyecto, Garantia de Calidad, Direción de**	322	327	649
M$/Km	**F -Suplemento por Estaciones y Edificios en**	96	166	262
M$/Km	**Coste unitario (incluido estaciones)**	15,78/15,90	14,08/14,26	14,88/15,03
M$/Km	**Coste medio de eficiencia Ministerio español de Fomento (ref. 2010)**	16,68	13,99	15,25
FOM(2010) M$/Km	**Relieve - Tipo - Naturaleza**	MS-2-Surb	F-2-Surb	MS/F-2-Surb
M$/estados	**Imputación de Costes**	3099 GEORGIA 4196 TENNESEE 2114 KENTUCKY 3481 ILLINOIS 429 MISSOURI"	442 GEORGIA 4191 SOUTH CAROLINE 5260 NORTH CAROLINE 3079 VIRGINIA 599 MARYLAND	3541 GEORGIA 4191 SOUTH CAROLINE 4196 TENNESSE 5260 NORTH CAROLINE 2114 KENTUCKY 3079 VIRGINIA 481 ILLINOIS 599 MARYLAND" 429 MISSOURI

Es interesante recordar que los montes Apalaches (Appalachian Mountains) están constituidos por un vasto conjunto de pliegues herciniano-caledonianos, que afectan a toda la parte oriental de América del Norte en un frente de unos 2.500 km, desde Terranova hasta casi el golfo de México y con una anchura variable entre los 200 y los 300 km. Después de los plegamientos paleozoicos las cadenas apalachianas fueron arrasadas por la erosión, sucesivamente cubiertas por nuevos sedimentos y finalmente levantadas por el plegamiento alpino (hasta más de 2.000 m de altura), que exhumó las raíces de los antiguos pliegues. En el sistema se pueden distinguir varias secciones longitudinales paralelas entre sí, de NE a SW, cortadas transversalmente por profundos valles. La cordillera “Blue Ridge”, es un rastro de esta formación. Hacia el este está flanqueada por un pie de monte (Piedmont) formado por los conos de



Planta de líneas Saint Louis-Atlanta y Savannah-Washington D.C. Debajo, avenida Pensylvania en Washington D.C.

deyección de los ríos apalachianos superpuestos a formaciones cenozoicas, que domina la Llanura Costera aluvial, la cual se halla limitada a lo largo de la llamada "Falls Line", escalón estructural que representa el borde orográfico exterior del sistema apalachiano.

Descripción del proyecto "South East"

En la tabla Resumen adjunta se desglosa por corredores (grandes líneas) las figuras características, morfológicas, constructivas y económicas de este proyecto. Puede destacarse de forma general que se requiere la construcción de 1.790 km de plataforma de vía, de los cuales 60 km irán en túnel (tres túneles de gran longitud), 85 km en viaducto (veintiséis puentes colgantes, con 41,6 km de longitud) y 1.645 km a cielo abierto (237 Mm³ de movimiento de tierras más 8 Mm³ de excavación en túneles). La explotación de este proyecto, en condiciones de seguridad y adecuado servicio, se propone hacerla con once estaciones (cuatro grandes terminales: Saint Louis, Atlanta, Savannah y Washington DC/Mount Vernon) y trece puestos de adelantamiento y estacionamiento de trenes (PAETs/TSAPs).



Este proyecto supone una inversión total de 26.890 M$, con un coste unitario de 15,03 M$/km, aproximadamente 1,5% inferior al de eficiencia FOM (coste que el Ministerio de Fomento del Gobierno de España aprobó en 2010 para la ejecución de obras públicas de infraestructura ferroviaria de alta velocidad), en condiciones medias aplicables por analogía.

El coste total imputable a cada uno de los nueve estados por los que discurre esta infraestructura ferroviaria interestatal es de 3.541 M$ (186 km) a Georgia (13,17%), 4.196 M$ (264 km) a Tennessee (15,60%), 2.114 M$ (133 km) a Kentucky (7,86%), 3.481 M$ (219 km) a Illinois (12,95%), 429 M$ (27 km) a Missouri (1,59%), 4.191 M$ (294 km) a Carolina del Sur (15,59%), 5.260 M$ (369 km) a Carolina del Norte (19,56%), 3.079 M$ (216 km) a Virginia (11,45%) y 599 M$ (42 km) a Maryland (2,23%).

Se planifica la construcción de estas conexiones desde los "Work Poles" 3, (Pittsburgh), 5, (Atlanta) y 6 (Miami) en un plazo de quince años.

A continuación se describen con algún detalle las dos grandes líneas que forman parte del "South East I Project", esquematizándose su trazado en planta y en perfil en el documento Planos.



Plano geológico de Estados Unidos.

Línea U.S.H.S.R.S. ATLANTA (GA)-SAINT LOUIS (MO). Solución propuesta: "GEORGIA/TENNESSEE/MISSOURI LINES"

"Georgia-Missouri" de 838 km está formado por las líneas "Georgia Line" Atlanta-Chattanooga, de 178 km, y "Tennessee Line" Chattanooga-Nashville, de 195 km ("Tennessee Connection") y "Missouri Line" Nashville-Saint Louis, de 465 km ("Kentucky Connection").

El trazado de esta HSR, parte de la estación terminal de Atlanta (320m) en el Estado de Georgia y termina en la estación de Saint Louis (150m), p.k. 838.

Se proyectan en total diez PAETs, dos en el estado de Georgia, situados en los p.k. 100 (Fairmount) y p.k. 178 (CHATTANOOGA/DALTON), tres en el estado de Tennessee, en los pk 276 (Summitville), p.k. 445 (Clarksville) y en la capital del Estado: Nashville (p.k. 373) uno en el estado de Kentucky en el p.k. 520 (Beulah, desplazado a la boca sur del túnel que se proyecta como Túnel 2 , cuatro en el estado de Illinois en los p.k. 622 (Norris City), p.k. 688 (Mount Vernon), p.k. 733 (Hofman) y pk 769 (Highland) además de los situados en las Terminales HSR de Atlanta (Georgia) y de Saint Louis (Missouri).

La orografía ondulada por donde discurre el trazado, solo hace necesario proyectar dos *Long tunnels* de longitudes respectivas 22 km, para pasar Walden Ridge, y 32 km, en la variante de Beulah. La existencia de numerosos ríos y lagos en todo el trazado y particularmente en las proximidades de Atlanta, Chattanooga, Nashville y Saint Louis, aconsejan disponer en la plataforma de vía ocho viaductos con tipología de "MultiSuspension Bridges" con una longitud total próxima a los trece kilómetros, que hacen espectacular este corredor suroriental de la USHSRS.

Se proyectan otros grandes viaductos en arco y tramo recto con luces superiores a 100 m, hasta totalizar treinta y cinco kilómetros de longitud (4,18% de la longitud total).

Línea U.S.H.S.R.S. SAVANNAH (GA)-WASHINGTON DC. Solución propuesta: "GEORGIA/TENNESSEE/MISSOURI LINES"

"Georgia-Virginia" de 952 km está formado por las líneas "Georgia Line" Savannah-Columbia, de 205 km, "Columbia Line" Columbia-Charlotte, de 150 km, "North Caroline Line" Charlotte Raleigh, de 203 km y "Virginia Line" Raleigh-Richmond, de 242 km ("Caroline Connection") y "Richmond Line" Richmond –Washington, de 152 km ("Virginia Connection").

El trazado de esta HSR parte de la estación terminal de Savannah (GA) (15m) p.k. 0 situada en el estado de Georgia y termina en la Estación Terminal de Washington DC (Mount Vernon) (15 m) p.k. 952

Se proyectan en total diez PAETs, cuatro en el estado de Carolina del Sur, situados en los p.k. 53 (Garnett), p.k. 137 (Denmark), p.k. 205 (Columbia) y p.k. 300 (Edgemoor), cuatro en el estado de Carolina del Norte, en los p.k. 355 (Charlotte), p.k. 468 (Greensboro), p.k. 558 (Durhan /Raleigh) y p.k. 687 (Roanoke Rapids) y dos en el estado de Virginia, en los p.k. 800 (Richmond) y p.k. 888 (Port Royal) además de los situados en las Ter-

minales HSR de SAVANNAH (Georgia) y de Washington DC (Mount Vernon).

Al desarrollarse la línea en Georgia y Carolina del Sur en los 200 km iniciales por las llanuras litorales del Atlántico, con cotas inferiores a los 100 m, y llegar aproximadamente en el p.k. 450 a la altura de la localidad de High Point (Carolina del Norte) con la elevación mayor del trazado a la cota ≈280, para descender después, ininterrumpidamente hasta los estados de Virginia, Maryland y Washington DC, no son necesarios grandes desmontes ni túneles, aunque sí numerosos puentes y viaductos para salvar cursos de agua, como los de los ríos Savannah, Congaree, Santee, Catawba, Pee Dee, Meherrin, Pamunkey, Rappahannock, Potomac y otros muchos, así como numerosas infraestructuras viarias. Por motivos de llegar a Washington D.C. a la terminal subterránea de Mount Vernon, con salida peatonal al Mount Vernon Community Park y a la red viaria de Washington D.C. a través de la Old Mount Vernon Road y la Highway nb 1, se proyecta un falso Long Tunnel de 6 km.



Río Savannah a su paso por la ciudad del mismo nombre.

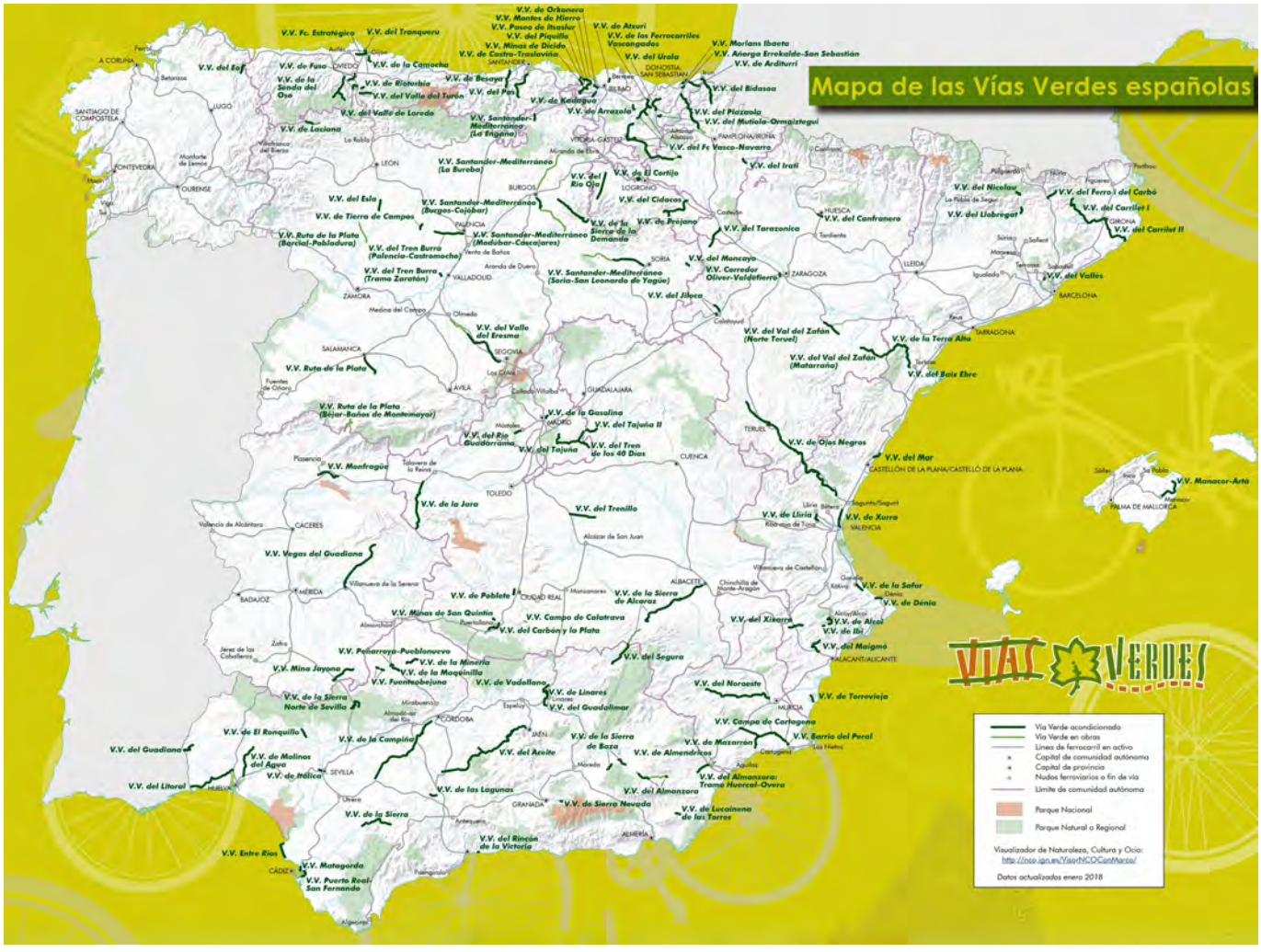
Se proyectan dieciocho viaductos con tipología característica de puente colgante de 800 m de luz central, uno sobre el río Savannah en el límite entre los estados de Georgia y Carolina del Sur, otro a la entrada de Columbia, capital de este último estado, para cruzar el río Congaree, otros, sobre el Catawba y Wateree entre Rock Hill y Charlotte, próximos a la línea limítrofe de las dos Carolinas. En Carolina del Norte cuatro puentes colgantes más sobre el río Pee Dee y afluentes y sobre Falls Lake a la salida de la estación de Raleigh, capital del estado. Sobre el río Roanoke junto al PAET de Roanoke Rapids, próximo al límite de estado, con Virginia. Sobre el río James en la línea de las cascadas Falls Line y como pórtico simbólico de Richmond, capital del estado de Virginia. Sobre el Rappahannock, uno, y sobre el Potomac tres más en el estado de Virginia, que anuncian espectacularmente la entrada a Washington D.C. Completan otros tres, también sobre el Potomac pero en el estado de Maryland, la enumeración de los *Suspension Bridges* de esta línea, con una longitud de 26,80 km. Además, otros grandes viaductos en arco y tramo recto con luces superiores a 100 m, hasta totalizar 50 kilómetros de longitud (5,2 % de la longitud total). ▮

Bibliografía

- *Fort, L. & Fort, C. (2016), "España y la red de Alta Velocidad en Estados Unidos",* Revista de Obras Públicas, *(ROP) nº 3580, octubre 2016, Madrid, España.*
- *Fort, L. & Fort, C. (2016), "Los Proyectos de desarrollo de Líneas de Alta Velocidad en Estados Unidos (I): Del Pacífico a las Rocosas"* Revista del Ministerio de Fomento, *febrero 2016, Nº 658, Madrid, España.*
- *Fort, L. & Fort, C. (2016), "Los Proyectos de desarrollo de Líneas de Alta Velocidad en Estados Unidos (II): El descenso de Las Rocosas"* Revista del Ministerio de Fomento, *septiembre 2016, Nº 664, Madrid, España.*
- *Fort, L. & Fort, C. (2016), "Los Proyectos de desarrollo de Líneas de Alta Velocidad en Estados Unidos (III): Por las Grandes Llanuras al Golfo de México"* Revista del Ministerio de Fomento, *octubre 2016, Nº 665, Madrid, España.*
- *Fort, L. & Fort, C. (2016), "Los Proyectos de desarrollo de Líneas de Alta Velocidad en Estados Unidos (IV): Por las Llanuras de la antigua Florida Española"* Revista del Ministerio de Fomento, *diciembre 2016, Nº 667, Madrid, España.*
- *Fort, L. & Fort, C. (2017), "Los Proyectos de desarrollo de Líneas de Alta Velocidad en Estados Unidos (V): La Alta Velocidad llega a Nueva York"* Revista del Ministerio de Fomento, *abril 2017, Nº 671, Madrid, España.*
- *Fort, L. & Fort, C. (2017), Anteproyecto "Misilinoh Project: Chicago Connection" Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (Ref.152452), mayo 2017, Madrid, España.*
- *Fort, L. & Fort, C. (2017), "Los Proyectos de desarrollo de Líneas de Alta Velocidad en Estados Unidos (VI): Chicago Connection "Desde El Mississippi a Los Grandes Lagos"* Revista del Ministerio de Fomento, *septiembre 2017, Nº 675, Madrid, España.*
- *Fort, L. & Fort, C. (2017), Anteproyecto "Waoridnevut Project: Seattle Connection", Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (Ref.152694), agosto 2017, Madrid, España.*
- *Fort, L. & Fort, C. (2017), "Los Proyectos de desarrollo de Líneas de Alta Velocidad en Estados Unidos (VII): Seattle Connection "Del Pacífico al Gran Lago Salado por la Meseta de Columbia"* Revista del Ministerio de Fomento, *Pendiente próxima Publicación, Madrid, España.*
- *Fort, L. & Fort, C. (2017), Anteproyecto "South East I Project: Atlanta & Savannah Connections" Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, septiembre 2017, Madrid, España.*

Se cumplen 25 años del nacimiento de un programa con el que ya se han recuperado 2.600 km de trazados ferroviarios en desuso

Viejos caminos de hierro





▶ *Vía Verde del F.C. Vasco-Navarro (Navarra).*

Redacción Fomento. Fotos: ©FFE-Vías Verdes

Fue en 1993 cuando, por iniciativa del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, surgió el programa Vías Verdes con el objetivo de acondicionar parte de los más de 7.600 kilómetros existentes de antiguas líneas ferroviarias en desuso. En la actualidad, bajo la coordinación e impulso de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles y con el concurso de varios organismos como los sucesivos ministerios responsables del medio ambiente, Adif, Renfe, Feve y Administraciones territoriales, ya son 2.600 los kilómetros de viejos trazados recuperados para disfrute de caminantes y cicloturistas.

En 2013, con ocasión del veinte aniversario del programa, este Centro de Publicaciones editó un número especial de la Revista de Fomento con una selección de una treintena de vías verdes del centenar existente hasta entonces. Este año 2018, cuando se cumplen precisamente veinticinco años desde la puesta en marcha del programa, ya son 114 los itinerarios acondicionados de unas rutas que, además de fomentar el desarrollo sostenible mediante la promoción de un turismo más ecológico y respetuoso con el medio ambiente, sirven para recuperar y dar nueva vida a un patrimonio ferroviario de extraordinario valor, compuesto por estaciones, túneles, puentes y viaductos que, de no ser por este programa, correrían el riesgo de perderse para siempre. Disfrutados por un número cada vez mayor de personas de todas las edades y condición física, estos itinerarios se han convertido en un motor para la inversión en infraestructuras, un instrumento eficaz para el desarrollo rural sostenible y un modelo de colaboración entre la Administraciones públicas –Estado, Comunidades Autónomas y entes locales– y la iniciativa privada, sobre todo empresas especializadas en un "turismo verde", pero también cultural y patrimonial, teniendo en cuenta los diferentes y variados atractivos de estas rutas.

Transcurrido un lustro desde aquel especial de la Revista Fomento, en este reportaje haremos un breve recorrido por algunos de los itinerarios creados o ampliados desde entonces, pudiendo encontrar el lector información detallada sobre todas las rutas en la página web http://www.viasverdes.com.

Tierras del norte

Varios tramos conforman la vía verde del ferrocarril Vasco-Navarro, un conjunto de rutas enlazadas que recorren el trazado de la antigua línea del mismo nombre, proyectada en 1879 con una longitud de 143 kilómetros. De estos, ya son casi 90 kilómetros, en las provincias de Guipúzcoa, Álava y Pamplona, los acondicionados como vía verde. Entre los tramos recientemente ampliados se encuentra el que une las localidades de Zubielqui y Estella, en Navarra, y el tramo guipuzcoano entre Bergara y Oñati. Verdes montañas, frondosos bosques y varias localidades históricas, además de un rico patrimonio ferroviario, son los atractivos de esta ruta. También en Euskadi, a caballo entre las provincias de Vizcaya y Álava, discurren los poco más de 5 kilómetros de la reciente vía verde de Kadagua. Entre los barrios de Arbuio (Alonsotegi) y Sodupe (Güeñes), la vía, construida sobre un tramo del antiguo ferrocarril de La Robla, ofrece un agradable paseo junto al curso del río Kadagua, con varios elementos de interés como viejas ermitas y caseríos tradicionales.

En Asturias, podemos destacar la nueva vía verde del Valle del Turón, un trayecto de 14 kilómetros que transcurre por el Concejo de Mieres, entre Reicastro (Ujo) y el paraje de la Molinera de Urbiés. Entre sus atractivos está el paisaje protegido de las cuencas mineras asturianas, con la posibilidad de visitar castilletes y otras infraestructuras de las minas, así como dos túneles y dos puentes, uno de ellos construido por un discípulo de Eiffel.

En Cantabria, dos nuevas vías discurren por interesantes parajes de la región: la del Pas y la del Besaya, de 34 y 8 kilómetros, respectivamente. La primera se sitúa entre Obregón y Puente Viesgo, recorriendo el Parque Natural de Peña Cabarga y los innumerables prados pasiegos, junto a un patrimonio cultural en el que destacan el balneario de Puente Viesgo y el Conjunto Histórico-Artístico de Alceda-Ontaneda. Distinto es el paisaje que ofrece el recorrido de la vía verde del Besaya, más próximo a la costa cantábrica, entre Suances y Los Corrales de Buelna, pasando muy cerca de Santillana del Mar, declarado Conjunto Histórico-Artístico, y la cueva de Altamira, Patrimonio de la Humanidad.

Por tierras sorianas y burgalesas discurre la vía verde del F.C. Santander-Mediterráneo, un extenso trayecto del que ya están acondicionados 90 kilómetros en tres tramos: La Engaña, Burgos-Modúbar y Soria-Hontoria del Pinar. Este último, el más reciente y con mucho el de mayor longitud (66 km), supone una buena oportunidad de ver una gran variedad de paisajes, desde campos de cereal hasta frondosos pinares, y un rico patrimonio arquitectónico, empezando por la propia ciudad de Soria, cuyo casco antiguo fue declarado Bien de Interés Cultural.



La Vía Verde del Besaya en Suances (Cantabria).

En la misma Comunidad castellanoleonesa pero en la provincia de León, cabe destacar la vía verde del Esla, 11 kilómetros acondicionados que recorren esta parte más occidental de la Tierra de Campos, entre Valencia de Don Juan y Castrofuerte, siguiendo el cauce del río Esla entre el bosque de ribera y la llanura cerealista. También se asienta sobre la comarca de Tierra de Campos, pero más al este, ya en Palencia, la vía verde del Tren de la Burra, ferrocarril que conectaba Palencia con Villalón de Campos (Valladolid) y que debe el nombre popular a su proverbial lentitud. Inaugurado en 1912, tiene antecedentes aún más antiguos que se remontan a 1877, cuando el mismo trazado lo cubría un tranvía tirado por mulas. Abandonado a principios de los años 70, se han recuperado para vía verde 30 kilómetros entre Palencia y Castromocho, con el Canal de Castilla, una de las grandes obras hidráulicas del XVIII, como principal atractivo.



▶ *Vías de Manacor-Artà (arriba) y del Tarazonica (Navarra).*

(1 -4)B25G9 27 .436D4BBF94:

Nos vamos al tercio este peninsular para encontrarnos en primer lugar con la vía verde del Tarazonica, entre Tudela, en Navarra, y Tarazona, en Zaragoza, localidades unidas antaño por un modesto "trenico" y ahora por estos 22 kilómetros de camino natural que permiten descubrir el valle del Queiles, el Somontano y el entorno del Parque Natural del Moncayo.

Entre Aragón y Cataluña discurre un conjunto de tres vías verdes denominadas del Val de Zafán, que visitan las comarcas turolenses del Bajo Martín y el Matarraña y las tarraconenses de la Terra Alta y el Baix Ebre. Con una longitud total de 101 kilómetros, la tercera y última etapa, la de más reciente creación, comienza en la localidad de El Pinell de Brai para seguir el curso del río Ebro y llegar entre arrozales a Tortosa, declarada Conjunto Histórico-Artístico, cerca de las playas de Riumar y del Parque Natural del Delta del Ebro.

Y ya que estamos a orillas del Mediterráneo, nos adentramos en sus aguas para arribar a las Baleares, donde encontraremos la reciente vía verde Manacor-Artà, 29 kilómetros de camino natural que se sirve del antiguo ferrocarril que comunicaba el extremo oriental de la isla de Mallorca. Situada muy cerca de la costa, la vía recorre un variado paisaje de huertas –olivos, higos, naranjos– y bosque mediterráneo –acebuche, pino carrasco, lentisco–, además de acercarnos a un rico patrimonio, como el conjunto histórico de Manacor, conocido como Ses Dames, o los restos de la cultura talayótica de Artà.

De vuelta a la Península, acabamos el periplo por las más recientes vías verdes del Mediterráneo con las del Campo de Cartagena y Mazarrón. Dos vías comunicadas que nos ofrecen un total de 69 kilómetros entre Totana y Cartagena, la primera, y La Pinilla y Mazarrón, la segunda. El Parque Natural de Sierra Espuña y los hipnóticos paisajes de las antiguas explotaciones mineras son sus principales atractivos.



(1 /:B 47 69D4B6:B A4969CE72B

Sobre el antiguo ferrocarril que unía Plasencia, en Extremadura, y Astorga, en León, se han recuperado, con el tradicional nombre de Vía de la Plata, algo más de 20 kilómetros entre Alba de Tormes y Carbajosa de la Sagrada. La ruta se desarrolla muy próxima a las orillas del río Tormes y de sus afluentes de la margen izquierda, por lo que ofrece un agradable paseo en un entorno de ribera, así como el conjunto arquitectónico de Alba de Tormes, declarado Bien de Interés Cultural, y el Sitio Histórico de Arapiles, escenario de una de las más famosas batallas de la Guerra de la Independencia.

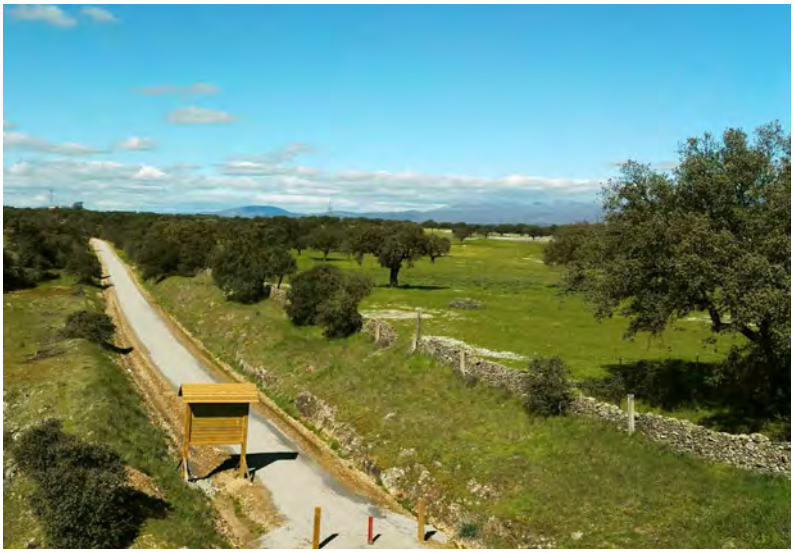
Por el perímetro del Parque Nacional de Monfragüe discurren los 17 kilómetros de la vía verde del mismo nombre, en Cáceres, una excelente oportunidad para acercarnos a uno de los ejemplos de dehesa mejor con-



Vía Verde y Camino Natural del Valle del Eresma.

Todas las vías verdes

ANDALUCÍA	
Lucainena de las Torres (Almería)	5 km
Almanzora (Huércal-Overa) (Almería)	16 km
Valle del Almanzora(Almería)	36 km
De la Sierra (Cádiz)	36 km
Entre Ríos (Cádiz)	16,2 km
Puerto Real-San Fernando (Cádiz)	8,25 km
Matagorda (Cádiz)	3,6 km
La Campiña (Córdoba, Sevilla)	91,38 km
Del Aceite (Córdoba, Jaén)	128 km
De la Maquinilla (Córdoba)	8 km
Peñarroya-Pueblonuevo (Córdoba)	3,2 km
De la Minería (Córdoba)	14,6 km
Fuente Obejuna (Córdoba)	4,5 km
Sierra Nevada (Granada)	1,65 km
Sierra de Baza (Granada)	16 km
Guadiana (Huelva)	16,7 km
Litoral (Huelva)	48,7 km
Molinos de Agua (Huelva)	33,2 km
Guadalimar (Jaén)	15,3 km
Linares (Jaén)	6,6 km
Vadollano (Jaén)	6,7 km
De Segura (Jaén)	27 km
De la Sierra (Sevilla)	36 km
Itálica (Sevilla)	2,75 km
Sierra Norte de Sevilla (Sevilla)	18,7 km
El Ronquillo (Sevilla)	9,2 km
Las Lagunas (Sevilla)	5 km
ARAGÓN	
Canfranero (Huesca)	4,6 km
Ojos Negros II (Teruel)	92 km
Val del Zafán (tramo Teruel) (Teruel)	52,3 km
Tarazonica (Zaragoza)	26 km
Corredor Oliver-Valdefierro (Zaragoza)	2,6 km
ASTURIAS	
La Camocha	7,5 km
Fuso	7,8 km
Senda del Oso	36 km
Tranqueru	1,2 km
Valle del Turón	14 km
F.C. Estratégico	9 km
Valle de Loredo	3,6 km
Rioturbio	3 km
Del Eo	12 km
BALEARES	
Manacor-Artà (isla de Mallorca)	29 km
CANTABRIA	
Castro-Traslaviña	5,5 km
Del Pas	34 km
Piquillo	1,9 km
Dícido	1 km
Besaya	8 km
CASTILLA-LA MANCHA	
Sierra de Alcaraz (Albacete)	74 km
Poblete (Ciudad Real)	5,7 km
Minas de San Quintín (Ciudad Real)	1 km
Tajuña II (Guadalajara)	12,6 km
La Jara (Toledo)	52 km
Trenillo (Toledo)	26 km
CASTILLA Y LEÓN	
Sierra de la Demanda (Burgos)	54 km
F.C. Santander-Mediterráneo (Burgos, Soria)	86 km
Laciana (León)	7,2 km
Del Esla (León)	11 km
Tren Burra (Palencia, Valladolid)	33,1 km
De la Plata (Salamanca)	20,3 km



Vía Verde del Parque Nacional de Monfragüe (Cáceres).

servados de Europa. También en Extremadura, en Badajoz, se han acondicionado recientemente los 20 kilómetros de la vía verde de la Mina La Jayona, que discurren por la plataforma de un antiguo ferrocarril de vía estrecha que unía las poblaciones de Peñarroya y Fuente del Arco, en la campiña sur pacense, entre dehesas de encinas y olivos y al pie de las estribaciones de Sierra Morena, con el aliciente de visitar la vieja mina que da nombre a la ruta.

Entre Segovia y Nava de la Asunción se desarrolla la larga vía verde (casi 50 km) del Eresma. Discurre por un agradable paraje entre el bosque de ribera y la planicie cerealista, pero su mayor atractivo es sin duda la posibilidad de visitar Segovia, declarada Ciudad Patrimonio de la Humanidad, con un conjunto monumental difícilmente igualable. Y al otro lado de la cercana sierra de Guadarrama, ya en Madrid, podemos recorrer la

Valle del Eresma (Segovia)	48 km
Moncayo (Soria)	4 km
Tierra de Campos (Valladolid)	4,5 km
CATALUÑA	
Llobregat (Barcelona)	6,5 km
Nicolau (Barcelona)	6,1 km
Del Vallès (Barcelona)	1,5 km
Carrilet Olot-Girona (Girona)	54 km
Carrilet Girona-Sant Feliù (Girona)	39 km
Ferro i del Carbó (Girona)	15 km
Val de Zafán-Terra Alta (Tarragona)	23 km
Val del Zafán-Baix Ebre (Tarragona)	26 km
COMUNIDAD VALENCIANA	
Dénia (Alicante)	6 km
Alcoi (Alicante)	10 km
Maigmó (Alicante)	22 km
Torrevieja (Alicante)	6,7 km
Xixarra (Alicante)	15 km
Ibi (Alicante)	1,5 km
Del Mar (Castellón)	5,7 km
Ojos Negros (Castellón, Valencia)	67,7 km
La Safor (Valencia)	7 km
Xurra (Valencia)	15 km
Llíria (Valencia)	6 km
EUSKADI	
F.C. Vasco-Navarro (Álava, Guipúzcoa)	112,5 km
Kadagua (Álava, Vizcaya)	5,1 km
Arditurri (Guipúzcoa)	12 km
Urola (Guipúzcoa)	22,5 km
Mutiloa-Ormaiztegi (Guipúzcoa)	4,5 km
Plazaola-Leitzaran (Guipúzcoa)	41 km
Bidasoa (Guipúzcoa)	39 km
Ferrocarriles Vascongados (Guipúzcoa)	13,6 km
Arrazola (Vizcaya)	5 km
Atxuri (Vizcaya)	3,8 km
Montes de Hierro (Vizcaya)	42,5 km
Paseo de Itsaslur (Vizcaya)	2,2 km
La Orkonera (Vizcaya)	3,7 km
EXTREMADURA	
Vegas del Guadiana (Badajoz, Cáceres)	56 km
Mina La Jayona (Badajoz)	20 km
Monfragüe (Cáceres)	17 km
GALICIA	
Del Eo (Lugo)	12 km
LA RIOJA	
Río Oja	28 km
Préjano	5 km
Cidacos	34 km
El Cortijo	3 km
MADRID	
Río Guadarrama	4,5 km
Tren de los 40 Días	14 km
Tajuña	49 km
De la Gasolina	3,18 km
MURCIA	
Campo de Cartagena	53 km
Mazarrón	14 km
Noroeste	76,8 km
Barrio del Peral	1,8 km
NAVARRA	
F.C. Vasco-Navarro	86,2 km
Irati	6 km
Plazaola	44 km
Bidasoa	39 km
Tarazonica	26 km



Vía Verde de los Molinos de Agua (Huelva).

nueva vía verde del Tren de los 40 Días, que debe su nombre al breve tiempo en que fue construida. Con una efímera vida como vía ferroviaria, ofrece ahora 14 kilómetros de ruta natural entre Carabaña y Estremera por el sureste madrileño, los valles del Tajuña y el Carrizales, con buenos ejemplos de cortados yesíferos, y el interesante conjunto arquitectónico de Carabaña.

Caminos del sur

Terminamos este viaje por algunas de las más recientes vías verdes en la Comunidad andaluza. De las tres con que cuenta la provincia onubense, la de mayor recorrido, 33 kilómetros, es la de los Molinos de Agua. Es, además, una de las más pintorescas e interesantes, pues discurre a través de un antiguo tren minero, a orillas del río Tinto y entre las quebradas de la serranía. Si en el aspecto natural presenta el valor de sus alcornocales, en el cultural no le van a la zaga el conjunto etnográfico de Beas y el arquitectónico de Valverde del Camino, las minas romanas y restos de calzadas o los vestigios megalíticos de Trigueros.

En la provincia de Cádiz, podemos reseñar la vía que va de Rota a Sanlúcar pasando por Chipiona, llamada Entre Ríos, que nos permite un paseo junto al cordón dunar del entorno de Doñana. Entre la capital

Vías Verdes, una red que no deja de crecer

En el año 1993, el entonces Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente encargó, conjuntamente con Renfe y Feve, a la Fundación de los Ferrocarriles Españoles (FFE) la realización de un Inventario de líneas en desuso. Gracias a esta investigación se consiguieron inventariar 7.600 km de trazados ferroviarios sin servicio, 954 estaciones, 501 túneles y 1.070 puentes y viaductos. Se trataba de un impresionante patrimonio ferroviario de incalculable valor que estaba necesitado de protección. A tal fin, la FFE organizó un seminario internacional con objeto de conocer las iniciativas de reutilización del patrimonio ferroviario en desuso de otros países. Las experiencias de Gran Bretaña y Estados Unidos en torno a las greenways *sirvieron de referencia para la implantación de nuestras Vías Verdes, adaptando los objetivos, el diseño, la construcción y la señalización a las características de los trazados ferroviarios españoles.*

En la actualidad, ya existen 114 vías verdes, con 2.600 km, que incluyen la reconstrucción de antiguos puentes, viaductos, túneles, estaciones, apeaderos y otros elementos de este fabuloso patrimonio. Y la red no deja de crecer. A día de hoy, otros 200 km se encuentran en obras o en licitación, y nuevas vías o ampliaciones de las existentes ya están en marcha, como las vías verdes de Vigo y Santiago de Compostela, la de la Plata más allá de Salamanca, la del F.C. Santander-Mediterráneo en tierras sorianas, el F.C. Guadix-Almendricos o la extensión de la vía verde de la Sierra de la Demanda hasta el yacimiento de Atapuerca.

Además, la red de Vías Verdes de España trasciende nuestras fronteras como parte integrante de la Asociación Europea de Vías Verdes (European Greenways Association), creada en 1998 en Bélgica y presidida hasta 2004 por la FFE, que actualmente ejerce las funciones de Secretaría General. Una asociación que, como las vías que crea y promociona, no deja de crecer, contando ya con 50 miembros de 15 países y que se embarca en proyectos cada vez más atractivos, como el Greenways Heritage, *que tiene como objetivo el desarrollo y la diversificación de la oferta turística europea mediante la creación de nuevos productos que pongan en relación las vías verdes y los lugares Patrimonio Mundial de la UNESCO.*





▶ *Vías Verdes del Almanzora, en Almería (arriba) y La Campiña (Sevilla y Córdoba).*

cordobesa y Marchena, ya en Sevilla, discurren los 90 kilómetros de la vía verde de la Campiña, que nos traslada por las riberas del Guadalquivir y los conjuntos monumentales de Córdoba, La Luisiana, La Carlota, Écija y Marchena.

Ya en la provincia de Jaén, el trazado del antiguo ferrocarril Baeza-Utiel, convertido ahora en la vía verde del Segura, nos lleva por cerros y lomas junto a los campos de olivos y nos adentra en el Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas, con interesantes visitas a Segura de la Sierra, declarado Conjunto Histórico-Artístico, o al puente romano de Génave, sobre el río Guadalimar.

Por último, en la más oriental de las provincias andaluzas, Almería, se desarrolla la vía verde del Valle de Almanzora, recientemente ampliada, que ofrece un recorrido de 39 kilómetros por la vega de este río, un auténtico vergel rodeado de desierto, con interesantes visitas a los restos nazaríes de alcazabas y castillos que todavía conservan poblaciones como Purchena, Olula del Río o Serón. ▮

Índice

La pasada sequía dejó temporalmente al descubierto algunos puentes históricos de gran interés

PATRIMONIO BAJO EL AGUA (II)



Puente de Ariza en el embalse de Giribaile. Cerca de Úbeda, Jaén

Texto y fotos: Luis Solera Selvi

Si existe una monumentalidad que sobrecoge al visitante es la de una estructura enterrada, oculta o desconocida que, en un momento dado, emerge de las profundidades y se exhibe, achacosa o minusválida ante los atónitos ojos del curioso que ha peregrinado hasta aquel lugar para comprobar una realidad.



En España, debido a la escasez e irregularidad de precipitaciones, ha existido la permanente preocupación por dominar, administrar y gestionar bien el agua. Tal y como proponía la corriente regeneracionista que lideraba el político Joaquín Costa, la construcción de presas posibilita la acumulación de agua y su posterior utilización en tiempos de sequía, tanto para el riego de cultivos como para el abastecimiento de la población.

La profusa construcción de presas entre los años 50 y 70 del siglo XX provocó que se anegaran muchos kilómetros cuadrados en las cuencas peninsulares que ocultaron centenares de obras pontoneras, algunas de las cuales pueden resultar interesantes desde un punto de vista histórico y patrimonial, y que en momentos de sequía,como la sufrida hasta principios de este año, afloran a la superficie mostrándonos parte de la historia cubierta por el agua.

Por fin, en febrero de 2018 las lluvias hacen su aparición, después de meses de muy escasas precipitaciones, los pantanos vuelven a llenarse y aquellas obras reveladas durante un tiempo vuelve a dormir bajo las profundidades.

Si en la primera parte de este reportaje (nº 681 de marzo de 2018) se hacía un recorrido por los puentes de Castilla y León y Madrid, en esta segunda y última parte veremos los de las comunidades de Andalucía, Castilla-La Mancha, Extremadura, Aragón, la Rioja, Galicia y Cataluña.

El análisis que se presenta se refiere a algunas obras civiles que, enclavadas en cuencas significativas como las del río Guadiana, Guadalquivir, Tajo o Ebro, disponen de puentes que podrían considerarse históricos.

Puente de Ariza

Comencemos con la Comunidad de Andalucía, en la que se encuentran dos obras muy interesantes, el puente de Ariza y el de La Venta de la Estrella.

El embalse de Giribaile, en la Cuenca del Guadalquivir, entre las comarcas de La Loma de Úbeda y El Condado, entró en funcionamiento en el año 1997 dejando oculto bajo las aguas procedentes del río Guadalimar este magnífico puente. Conocido como Mar de la Loma, este embalse tiene, además de su función como administradora de aguas para riego y generación de energía, otra función más lúdica pues sirve de esparcimiento a la población del entorno, que lo utiliza para la práctica de deportes náuticos y la pesca.

Bajo las aguas del embalse quedó sumergido el precioso puente de Ariza, construido por Andrés de Vandelvira entre los años 1562 y 1563 a iniciativa del Concejo de Úbeda para dar servicio a la calzada que comunicaba este sector andaluz con el Levante peninsular.

Su estado actual, aunque bajo el agua, sigue siendo bueno. Es un puente largo, con una longitud entre estribos de 100 metros con cinco vanos con arcos de medio punto, siendo excepcional el central, de bella factura y con una luz aproximada a los 32 metros.



Puente Venta de la Estrella. Embalse de Villaviciosa de Córdoba. Espiel.

Excelente labor de cantería con cuidada talla en sillería, rosca de dovelaje en boquillas que se hace doble en el arco central y decorados con arquivoltas al viejo estilo romano. Tajamares en cuña y disparidad de espolones, cuenta con un ejemplar en cuña y otro semicircular que probablemente llegaban hasta el rasante para producir descansaderos. Aunque se diseñó con tablero en lomo de asno, las rectificaciones del mismo para suavizar las pendientes hicieron desaparecer estos descansaderos. Subsiste un pequeño aliviadero en la cuarta pila –visto desde aguas arriba margen izquierda– y en la base del cuarto arco todavía se puede ver el extradós de una bóveda perteneciente a un antiguo puente, sobre el que montó su obra Vandelvira y cuya fábrica podría ser de origen tardorromano o altomedieval.

Esta magnífica obra renacentista fue declarada Bien de Interés Cultural (BIC) por la Junta de Andalucía y actualmente se están haciendo gestiones para su recuperación y traslado a otro punto cercano donde pueda ser admirado. Aunque parte de la vieja calzada a la que daba servicio se oculta bajo las aguas del pantano, se puede acceder a las cabeceras del puente a través de la actual carretera autonómica A-301 en sus puntos kilométricos 31 y 38.

Puente de la Venta de la Estrella

Fue en el año 1972, con la construcción de la presa de Villaviciosa en Córdoba para embalsar las aguas del río Guadiato, cuando se ocultó de forma intermitente esta obra pontonera en fábrica de ladrillo y mampostería.

Este puente daba servicio en aquellos días a un viejo camino carretero que a través de los pueblos cordobeses de Espiel –término donde se ubica la obra– y Fuente Obejuna unía Córdoba con Badajoz. Al tomar forma la actual carretera nacional N-432 el puente perdió su utilidad y su uso quedó reducido al tránsito local agrario que utilizaba la conocida vereda de Peñaladrones. Normalmente oculto bajo las aguas del embalse de Puente Nuevo, como también es conocido, se encuentra en la cuenca del Guadalquivir y lo cubren las aguas del río Guadiato y otros arroyos.

Por lo que podemos observar en la actualidad, se trata de una obra pontonera reducida, de aproximadamente 40 metros de longitud en tablero ligeramente alomado. Dispone de tres vanos con esbeltos arcos de medio punto, cuyas bóvedas aún permanecen firmes, con luces de 4+7,30+11,30 metros. Buen trabajo de fábrica de ladrillo y aspecto decorativo interesante al retranquear las boquillas y añadir una arquivolta que da ligereza y adorna las arcadas.

Es característico del arte pontonero musulmán, dada la angostura del tablero, con un ancho regular de 3,30 metros y pilas de excesiva anchura, una de ellas de casi 6 metros de grueso. Se puede inferir que fue obra levantada en Al Andalus, probablemente entre los siglos XI y XIII. También destaca el uso de ladrillo en arcos, bóvedas y mampostería irregular menuda para cubrir tímpanos y muros de acompañamiento. Se refuerza la es-



Puente de Nolaya. Embalse del Vicario. Peralvillo, Ciudad Real.

tructura con imponentes tajamares de sección en cuña, originariamente de ladrillo, aunque embutidos en un denso aglutinante con mortero que pudiera relacionarse con una intervención clasicista, cuando, con gran esfuerzo, se intentó acondicionar los caminos peninsulares, reconstruyendo firmes de calzadas y reparando puentes que se encontraban hasta entonces en pésimo estado.

En cubierta todavía se exhiben tramos de los antiguos pretiles de mampostería y un firme a base de morrillo que aún presenta buena imagen.

Su posicionamiento en el actual embalse se situaría en la zona comprendida entre el puente moderno de la carretera nacional N-432 próximo al p.k. 218 y el puentecillo que cruza el embalse y que da servicio a la calzada local CO-4400.

Puente de Nolaya

Nos desplazamos a Castilla-La Mancha para destacar dos obras pontoneras de la provincia de Ciudad Real. La primera de ellas es el puente carretero de Nolaya, que tuvo mucha importancia y gran uso hasta hace pocos años pues se encontraba en el viejo Camino Real que conexionaba Toledo con Ciudad Real, actualmente carretera nacional N-401. Fue el año 1973 cuando se inauguró la presa y pantano de El Vicario para el almacenamiento de las aguas del río Guadiana según el proyecto realizado por Manuel de la Barreda Acedo-Rico, ingeniero jefe del Área de Proyectos y Obras de la propia Confederación Hidrográfica del Guadiana. Al mismo tiempo, se completaba la construcción del puente nuevo que daría servicio a la nacional N-401, quedando el vetusto puente, junto a un largo sector de la calzada, ocluido y periódicamente bajo las aguas de este gran embalse.

Se compone de un largo aterramiento que salvaba, en aguas muy bajas, no solo el estricto cauce del río Guadiana, sino también, al estar situado en una amplia terraza, los encharcamientos en periodos de crecidas que impedían el tránsito de carruajes por la calzada real. Por ello se diseñó una obra de alto rasante por medio de terraplenes, con muros de mampostería y una serie de arcadas por las que desaguan las corrientes del río.

Su longitud total es de aproximadamente 315 metros entre estribos. Desde la margen izquierda se construyen sucesivamente siete vanos con arcos de medio punto, un largo muro de acompañamiento y, hacia la cabecera derecha, otros tres arcos menores con la misma geometría. Son interesantes bóvedas y boquillas, donde se puede apreciar un buen trabajo de cantería, siendo el resto lienzos de sillarejo y mampostería. Esta obra, cuyo origen es clasicista, sufrió modificaciones a mediados del siglo XIX, con la incorporación de tajamares bajos de buena factura, a base de sillería y algunos espolones de sección semicircular, coronados con tejadillo de lajas de piedra caliza. Ya en el siglo XX se le adosó una gran tubería en la parte de aguas arriba, también se modificaron drásticamente los tajamares sobre los que se sustentaba la conducción con unos refuerzos de hormigón en masa que desvirtúan la obra histórica.



Puente de Venusto, embalse Vega del Jabalón, Granátula de Calatrava, Ciudad Real. Debajo, muro de acompañamiento del mismo puente cubierto de maleza.

En cubierta todavía subsisten amplios sectores de pretiles de mampostería, guardarruedas y áreas de firme a base de hormigón asfáltico. Al permanecer bajo las aguas con cierta frecuencia varios elementos de su estructura original aún subsisten y nos muestran el modo y arte de la construcción carreteril del siglo XIX. En él, se puede observar que, a nivel de estratos del firme, sobre una primera capa madre a base de mampuestos pequeños puestos en canto (como perseguía el sistema Trèsaget), se añadía una bicapa a base de piedra machacada y recebo y una última capa de grava y arenas que recuerdan los firmes de macadán y que ahora queda absorbida por los recrecidos de alquitrán bituminoso y hormigón asfáltico.

Puente Venusto

Se trata de un viejísimo puente que sucumbió a las aguas del embalse de Vega del Jabalón, cuya presa fue construida en la provincia de Ciudad Real en el año 1992.

Cubierto por las someras aguas del río Jabalón, afluente del Guadiana, este embalse generalmente no sobrepasa un 25 por ciento de su capacidad, aunque puede llegar a acumular hasta 34 hectómetros cúbicos, lo que permite que se haya creado un importante humedal en torno a sus orillas, frecuentado por naturalistas y ornitólogos por su variada fauna avícola.

El embalse se encuentra entre los municipios de Granátula de Calatrava y Calzada de Calatrava y sus aguas han hecho desaparecer una antigua calzada romana de segundo orden. En el entorno cercano se han descubierto restos de un templo romano y otras estancias de carácter religioso. De hecho, junto a este puente se encontró una placa de mármol, ahora depositada en el museo de Almagro, donde –al estilo del Caio Lucius Lacer del puente de Alcántara– se puede leer: [...] Publio Baebio Venusto .../... construyó este puente para honra de su templo [...]. Lamentablemente, de aquella obra romana no queda nada, al menos visible.

Actualmente es un puente muy enterrado en lodos del que apenas quedan tres vanos en un sector y otros dos esbozos de un muro de acompañamiento derruido y cubierto de maleza. La obra actual, de fábrica de mampostería, es muy rústica desde sus propios arranques. Sus bóvedas tienen un dovelaje bien tratado para mantener las roscas pero poco trabajado en cantería. Los vanos que se muestran mantienen la geometría de arcos de medio punto, con luces que no sobrepasan los cinco o seis metros. Se puede datar como obra civil bajomedieval, con grandes intervenciones en reparaciones que culminan a mediados del siglo XX con la incorporación o reconstrucción de potentes tajamares en cuña y espolones semicirculares con tejadillos, en cuyas basas se puede apreciar la presencia de hormigón en masa del tipo portland y el refuerzo interior en bóvedas a base de mortero grosero que desvirtúa su vieja fábrica de piedra.

Para intentar su recuperación, se le ha declarado Bien de Interés Cultural (BIC) por la Junta de Castilla La Mancha y es previsible un posible traslado y rehabilitación.





Puente del Cardenal. Embalse de Alcántara. Villarreal de San Carlos, Cáceres.
Debajo, puentes de Almonte y Tamuja. Embalse de Alcántara. Término de Serradilla, Cáceres.

Puentes extremeños

En Extremadura, y dentro de la propia cuenca del río Tajo, destaca especialmente el embalse de Alcántara, un lento proyecto que terminó en el año 1970 y que anegó varios pueblos y algunos puentes interesantes, como los de Almonte y Tamuja.

Estas dos estructuras, que unen sus tableros formando un ángulo reflejo, se elevan sobre los ríos homónimos pocos metros antes de su unión. Fueron construidos para dar servicio al viejo camino real entre Plasencia y Cáceres, con testimonios que datan su terminación en 1530, en tiempos de Carlos I.

Se localizan en uno de los brazos menores del embalse de Alcántara, cerca del pueblo de Santiago del Campo, saliendo periódicamente a la luz y permitiendo su observación con cierto detalle. Se encuentran en el p.k. 15 de la carretera EX-390, donde subsiste la vieja calzada llamada Vereda Real de Castilla que, aunque algo deteriorada, nos llevará hasta la cabecera sur de estos puentes.

Son dos estructuras muy parecidas, apoyadas íntegramente en roca pizarrosa. El de la cabecera norte salva el cauce del río Almonte y consta de tres vanos con arcos de medio punto, siendo el central de mayor luz, cuenta con tablero ligeramente alomado y predominio de fábrica de sillarejo en zonas bajas y mampostería en muros y tímpanos. Hacia el sur se dispone la otra estructura que salva el río Tamuja y que, semejante al anterior, dispone también de tres vanos en directriz de medio círculo, más elaborados, siendo el mayor el central, escoltado por dos arquillos muy peraltados que hacen las veces de desaguaderos. Fábrica enteramente de mampostería y detalle en boquillas con doble rosca a base de dovelaje rústico de lajas de pizarra. La Junta de Extremadura estudia desde hace tiempo la posibilidad de su rescate y ya figuran tipificados como «Bien patrimonial subacuático».

En la provincia de Cáceres, cabe destacar el éxito de la iniciativa institucional que decidió rescatar de las aguas del embalse de Alcántara los restos del puente romano de Alconetar, que ahora podemos contemplar permanentemente. Pero todavía se mantienen en aguas del pantano, total o parcialmente sumergidas, otras obras pontoneras relevantes, como son el conocido puente del Cardenal, que se levantó en el siglo XV sobre el cauce del río Tiétar; el precioso viaducto de Alconetar, con arcos parabólicos, inaugurado en 1928 y que daba servicio a la nacional N-630 o Ruta de la Plata; los puentes ferroviarios de Villoluengo, o el precioso puente de Serradilla, obra singular del ingeniero Enrique Colás Arias terminada en 1927 en la que destaca la sección del tablero con viga inferior en celosía del tipo Howe en hormigón armado, poco frecuente en la pontonería peninsular.





Puente de Cacaviello. Embalse de la Peña. Huesca.

El puente del Vaso y otras obras aragonesas

En la Comunidad de Aragón existen muchos embalses y variados puentes bajo el agua. Se debe destacar el puente del Vaso, que quedó oculto cuando se construyó el embalse de La Peña, proyecto y obra del ingeniero Severino Bello, concluido en el año 1913, situado en La Jacetania oscense, en la cuenca del río Ebro, donde vierte aguas el Gállego y otros afluentes que lo conforman. Esta enorme balsa ocultó varias obras pontoneras entre las que sobresale el puente del Vaso, obra en hormigón en masa y mampostería, de precioso porte, que la revista de Obras Públicas sacó en portada con motivo de su inauguración en 1898. También quedó sumergido un pontón medieval de un solo ojo ubicado muy cerca de la presa y del puente de acero que con viga en celosía fue proyectado por el propio Bello y que hoy, tras más de un siglo, todavía da servicio a la carretera autonómica A-132.

Además de los ya citados, el pantano de La Peña ocultó el puente de Cacaviello, también conocido por los lugareños como puente de la Gorgocha. Estaba situado sobre el río Asabón, antes de su desembocadura en el Gállego. Por la configuración del valle donde se sitúan puente y embalse es muy improbable que pueda volver a observarse salvo que se decida vaciar la presa para acometer reparaciones. La última vez que se pudo ver fue en 1980 debido a una intervención para limpiar lodos.

Es un bello puente de tablero ligeramente a dos aguas que dispone de cuatro vanos de arcos de medio punto perfectos, el mayor de ellos con una luz aproximada de 20 metros y una impronta muy interesante por su armonía y equilibrio. Las referencias documentales sobre él nos indican que se debió reconstruir en tiempos de Sancho Ramírez, hacia el siglo XI, aunque se ignora si se hizo sobre la base de una obra tardorromana. Lo cierto es que su fábrica, de mampostería, aunque muy cuidada en su colocación y asiento, marca más bien una huella medieval. Las pilas, gruesas y con apoyo directo en roca madre, sí parecen de factura romana, al menos en sus arranques. La cubierta con pretiles y fábrica por debajo de impostas fue demolida en su día para bajar la rasante del puente por debajo de la lámina de aguas del pantano.

En diferentes momentos de su historia, especialmente cuando el ingeniero Andrés Biescas Pacheco estudiaba el recrecido de la presa hacia el año 1960, se contempló la posibilidad del desmontaje y reconstrucción de este bello puente en otra ubicación, pero lo cierto es que, hasta hoy, sigue oculto bajo las aguas del pantano de La Peña.





Puentes de Mansilla de la Sierra, Soria.



Puente de Bárcena. Bárcena de Sil, León.

Otras obras pontoneras

Finalmente, comentaremos algunas otras obras que se han podido ver durante la pasada sequía y que debido al bajo nivel de los pantanos donde se encuentran han sido noticia y han podido ser visitados por curiosos y excursionistas.

En La Rioja, el embalse de Mansilla –cuyo proyecto, aunque republicano, se ralentizó hasta el año 1959 cuando se produjo el llenado del pantano– recoge aguas del río Najerilla, dentro de la cuenca del Ebro. Bajo sus aguas se encuentran las ruinas del pueblo de Mansilla de la Sierra, donde aún permanecen en pie tres pontones de época barroca, de factura rústica pero en aceptable estado. En el año 2000, la población consiguió recuperar del pantano el conocido como puente de Suso, obra esbelta de origen medieval y tablero pronunciadamente alomado, que se reubicó a la entrada de la villa.

En la cuenca del Miño-Sil, situada en su mayor parte en Galicia, pero también en Castilla y León y Asturias, se construyó en el año 1960 el embalse de Bárcena, que ocultó algunos sectores de la mítica calzada romana conocida como Vía Nova, en la que ya existían algunas alcantarillas y tajeas datadas a principios de nuestra Era. Aunque habitualmente cubierto por las aguas del pantano, los lugareños guardan gran estima por uno de sus puentes que pudo tener un origen romano. La fábrica actual es netamente clasicista dentro del proyecto del viejo Camino Real hacia Galicia que fue tomando forma en tiempos de Fernando VI y Carlos III. Es admirable la labra de sus gruesos pretiles biselados y el gran número de guardarruedas de época hincados en las cunetas.

En la cuenca del río Ter, se terminó en 1963 el embalse de Sau, situado en la provincia de Barcelona, muy visitado en épocas de bajo nivel de aguas pues muestra las ruinas del pueblo de San Román de Sau. Debido a su profunda ubicación, su puente medieval de tres grandes arcos y dos aliviaderos en tímpanos no ha podido volver a verse desde los años 40 o 50 del siglo XX.

Otros embalses que ocultan algunas obras pontoneras son el de Ricobayo, Entrepeñas, Barrios de Luna, Irueña, Belesar, Susqueda o el del Ebro, por citar algunos de los que recogen obras civiles documentadas. Aunque en muchos casos son puentes o pontones en ruina, otros se corresponden con obras contemporáneas de estilo decimonónico. Es el caso del puente ubicado en el pantano de Entrepeñas, puente mixto de tablero inferior metálico con una viga en celosía muy interesante y que, por alguna razón desconocida, no se desmontó antes de dejarlo bajo las aguas, por lo que ahora solo en ocasiones deja ver parte de su estructura.

Todos estos ejemplos son testigos históricos de obras públicas españolas que vuelven a tener protagonismo y captan nuestra atención en pleno siglo XXI, renaciendo una vez más la posibilidad de evaluar con garantías su rescate, reconstrucción y exhibición en lugares adecuados donde puedan ser contemplados y admirados.

Con todas estas obras ocultas bajo el agua, vienen a nuestra memoria dos libros de eminentes ingenieros y amantes de la pontonería histórica, que metafóricamente son contradictorios con la realidad de estas obras bajo las aguas: uno de ellos es *Tierra sobre el agua. Visión histórica de los puentes*, de Leonardo Fernández Troyano, y el otro C*aminos en el aire: los puentes*, de Juan José Arenas de Pablo. Estudiemos la posibilidad que señalan estos autores en sus obras y hagamos que puedan cobrar sentido para algunos de los puentes presentados aquí.

Museo del Ferrocarril, un recorrido histórico y lúdico con nuevas iniciativas

Pasado y futuro del tren



Pepa Martín Mora. Fotos: Museo del Ferrocarril

La antigua Estación de Delicias es la sede que acoge el Museo del Ferrocarril en Madrid. Bajo su imponente estructura de hierro se expone una completa colección de material histórico que nos permite conocer este medio de transporte. Tras haber cumplido ya más de siglo y medio, este año contará con un centro de interpretación de tecnología *know how* sobre la alta velocidad.



Nave central del edificio de viajeros de la estación de Dellicias.



Divulgar el ferrocarril, promover su conocimiento, impulsar la investigación y poner en valor el patrimonio ferroviario son los principales objetivos con los que, hace ya más de treinta años, se creó el Museo del Ferrocarril. Con vocación de servicio público, es gestionado por la Fundación de los Ferrocarriles Españoles, vinculada al Ministerio de Fomento, y forma parte de la Red de Museos de España.

Su sede, ubicada en la antigua estación de Delicias, data de 1880 y es uno de los más representativos ejemplos de la arquitectura industrial española. Cuenta con una colección permanente de vehículos y piezas relacionadas con la historia del ferrocarril que permite conocer la evolución de este modo de transporte y a la que a finales de este año se sumará un centro de interpretación sobre tecnología y *know how* sobre la alta velocidad.

Su objetivo es dar a conocer la Alta Velocidad ferroviaria como un factor distintivo de la marca España, teniendo en cuenta que nuestro país, con sus logros y el progreso con orientación de futuro que nos define, es uno de los líderes mundiales del sector, con una red de 3.248 kilómetros, a la cabeza de Europa y tan solo por detrás de China.

Además de Renfe y Adif, participa en la iniciativa impulsada por Fomento la Fundación de los Ferrocarriles Españoles (FFE), organismo que gestiona el museo. Por su parte, la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT) ceden el espacio de la antigua estación de Delicias para poner en marcha un centro de interpretación que estará operativo en octubre de este año, coincidiendo con el 170 aniversario del ferrocarril Barcelona-Mataró, la primera línea de la España peninsular.

Actualmente se está trabajando en la organización de las salas y el diseño museográfico con las diferentes piezas, discursos y contenidos que albergarán los espacios expositivos del museo. Centrándose como tema principal en la alta velocidad, utiliza maquetas y objetos de valor histórico y didáctico, con montajes audiovisuales y elementos interactivos –como la reproducción de una sala de control de tráfico– para incorporar los conceptos de modernidad, evolución, futuro, tecnología y complejidad

▶ *Fachada principal de la estación de Delicias y, abajo, locomotora Talgo II.*





▶ *Locomotora de vapor "El Alagón".*

de sistemas. Además. también se hará referencia a la velocidad, la tecnología de integración, el material rodante, la infraestructura y la construcción de una línea de alta velocidad.

Vehículos expuestos

- Locomotora de vapor 141-F-2416. Rodaje tipo Mikado (Talleres Euskalduna, España, 1960).
- Locomotora de vapor 030-2107. Rodaje tipo Mamouth, El Alagón (Société Autrichienne, Francia, 1861).
- Locomotora de vapor 1 Tardienta. Rodaje tipo Patentee (John Jones & Son, Gran Bretaña, 1862).
- Locomotora de vapor 242-F-2009. Rodaje tipo Confederación (Maquinista Terrestre y Marítima, España, 1956).
- Locomotora eléctrica trifásica n.º 3 (Brown Boveri et Cie, Suiza, 1907).
- Locomotora diésel 1615 (American Locomotive Company, Alco, Estados Unidos, 1955).
- Talgo II (Patentes Talgo, España, 1950).
- Coche de tercera clase C-16 (The Ashbury Railway Carriage & Iron Co. Ltd., Gran Bretaña, 18).
- Coche-restaurante R12-12954 (Leeds Forge Carriage Works & Company, Gran Bretaña, 1926).
- Coche-restaurante WR-3569 (Sociedad Española de Construcción Naval, España, 1930).
- Coche-salón ZZ-307 (Talleres Generales de Madrid, España, 1946).

Exposición permanente

Con el fin de conservar, estudiar y difundir el patrimonio histórico y cultural ferroviario, el Museo del Ferrocarril reúne en su exposición permanente una variedad de colecciones, actualmente formadas por más de 4.800 piezas, que explican la historia del tren en España. La selección de vehículos ferroviarios, que dedica un lugar sobresaliente a las locomotoras de vapor, de gran valor, destaca entre todas ellas, además de otras referidas a infraestructura, lampistería, comunicaciones, modelismo, maquetas, relojes, uniformes y arte.

Respetando las tres premisas clásicas de todo museo: conservar, estudiar y difundir, esta exposición permanente se organiza en distintos itinerarios temáticos. Así, desde la nave central que alberga una selección variada de locomotoras y coches de viajeros que nos muestra el progreso de la tracción –desde el vapor, a la electricidad y al diésel– y las distintas condiciones en las que viajaron los pasajeros en estos trenes, se abren a ambos lados distintas salas, entre las que figuran la dedicada a antiguos relojes de estaciones, otra al modelismo con maquetas animadas y una tercera en la que se explican los principales elementos de las infraestructuras ferroviarias.



Coche salón de 1946.

Bajo la impresionante marquesina de hierro y cristal está la nave central, en la que se ubica el espacio de andenes y vías donde se exponen las locomotoras, automotores y coches de viajeros, que constituyen la parte principal de la colección del museo y que, junto a otras piezas de menor tamaño, se dividen en locomotoras de vapor, desde las primitivas Patentee hasta las Confederación, consideradas como la culminación del vapor en nuestro país; las de tracción eléctrica, que circularon por España desde el último cuarto del siglo XIX hasta la década de los 60, y las de motor diésel, que se empezaron a utilizar en 1930, pero que no se perfeccionaron hasta 1950, cuando se introdujeron las de fabricación norteamericana, más potentes y que supusieron una alternativa al vapor cuando no era posible la electrificación de las vías.

Siguiendo el itinerario encontramos la Sala de Relojes, que recoge una numerosa selección de piezas que se utilizaban habitualmente en las estaciones y oficinas ferroviarias. Hay que tener en cuenta que el interés por la medición del tiempo a lo largo del siglo XIX estuvo muy relacionado con la evolución del tren, dada la necesidad de dotar de relojes las instalaciones ferroviarias, así como los gabinetes de circulación, los talleres, los depósitos de locomotoras, factorías de mercancías, oficinas administrativas, etc. De ahí que se adquirieran numerosos y variados modelos de las firmas europeas más prestigiosas para ofrecer la hora puntualmente a trabajadores y viajeros.

En la Sala de Modelismo se puede disfrutar de tres maquetas animadas de gran atractivo, referidas a diferentes épocas y escalas. En ellas los trenes en

Historia de su creación

La idea para la creación del Museo del Ferrocarril de Madrid surgió en 1948, con ocasión de la conmemoración de la primera línea de tren en España, que unía Barcelona-Mataró, para lo que se organizó el montaje de una gran exposición de piezas y elementos históricos ferroviarios y la exhibición del material rodante más novedoso en el puerto de Barcelona.

El proyecto finalmente no salió adelante, pero con los sucesivos aniversarios de otras líneas españolas, como la de Madrid-Zaragoza o Madrid-Irún, se decidió retomar esta iniciativa. Es en 1964 cuando Renfe vuelve a estudiar el proyecto, pero se encuentra el escollo de no contar con un local (antiguas estaciones, depósitos de máquinas o talleres que no prestaran servicios) que reuniera las condiciones necesarias para albergar un museo de estas características. Se decide entonces reunir las piezas que quedaron dispersas tras la exposición de 1948, eligiendo para su ubicación el palacio de Fernán Núñez, actual sede de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles, donde se reunieron maquetas, grabados y objetos pequeños vinculados a la historia del tren en el que será el primer museo ferroviario de España.

Más adelante, con la firma en 1981 de un acuerdo entre Renfe y el Ministerio de Cultura, el proyecto recibe un nuevo impulso gracias a la declaración de la estación de Delicias como Monumento Histórico-Artístico, hecho que se produce diez años después de su cierre. La nave de las Delicias, el primero y más amplio espacio diáfano que se construyó en Madrid con una moderna estructura metálica, se inauguró en 1880, doce años antes que la estación de Atocha. El proyecto es del ingeniero francés Émile Cachelièvre, quien utilizó las más modernas técnicas constructivas, prefabricando la estructura de hierro en los talleres franceses de la compañía Fives Lille para posteriormente montarla en Madrid.

Una vez declarado el edificio monumento histórico-artístico y realizada la restauración y adaptación necesaria, todo el material rodante que se había ido recuperando durante diez años, además del que estaba expuesto en el palacio de Fernán Núñez, se traslada finalmente al nuevo museo, que se abre al público el 19 de diciembre de 1984. Desde entonces se han ido sumado otras cesiones, compras y donaciones que han ampliado la colección.

Durante este año se ampliará el espacio expositivo del museo con la puesta en marcha del centro de interpretación de tecnología y del conocimiento de la alta velocidad, lo que supondrá la adición de otros 1.000 m^2 al museo.





Visita de público a uno de los trenes de la colección. Debajo, una de las maquetas expuestas.

miniatura circulan por vías, puentes, túneles e instalaciones ferroviarias que nos permiten descubrir una representación a escala de la realidad. Curiosamente, la aparición del ferrocarril dio un gran impulso al mundo del modelismo, ya que en paralelo a su evolución surgió un gran entusiasmo por la fabricación de juguetes y maquetas que evocaban este medio de transporte, y que a día de hoy es un pasatiempo para millones de aficionados en todo el mundo.

Otra de las propuestas es la visita y recorrido por la Sala de Infraestructura, en la que podemos conocer la evolución histórica del sistema ferroviario, los principales aparatos y elementos que lo conforman y su significado a través de modelos a escala, aparatos reales y la reproducción de una instalación de vía completa, con carriles, traviesas, balasto e incluso catenaria eléctrica.

La visita a la exposición permanente finaliza en la Sala de Andaluces, que toma su nombre de la locomotora que preside este espacio: la locomotora de vapor 020-0201 (Schneider & Cie., Francia, 1871), máquina que en 1890 fue la locomotora número 01 de la Compañía de los Ferrocarriles Andaluces y la más pequeña que ha circulado por vías de ancho ibérico. La sala se completa con una variada colección de placas de construcción, numeración o denominación de vehículos ferroviarios, que se muestran en vitrinas ubicadas alrededor de sus paredes y que conforman las cerca de 600 piezas de la colección de modelismo ferroviario Carlos Pascual Quirós, una de las más importantes del mundo en su género.

Actividades

El museo ofrece programas de actividades dirigidas a todos los públicos y diseñados para atender las inquietudes tanto de niños como mayores, a través de distintas modalidades de visitas a la colección del museo y con un completo material didáctico de apoyo con el objetivo de potenciar el conocimiento del material expuesto y acercar el mundo del ferrocarril a los ciudadanos, integrando los aspectos educativos y culturales con los lúdicos.

Para ello dispone de una zona infantil de juego y de talleres didácticos, ofrece además visitas guiadas que se pueden combinar con la asistencia a una obra de teatro para niños, un parque ferroviario y el Ferrocarril de las Delicias, que consta de todos los elementos tradicionales de una explotación ferroviaria.

A todo ello, hay que añadir las actividades del fin de semana. Los primeros sábados de cada mes se celebra la feria de coleccionismo “La Estación”, en la que se presenta, en 250 metros lineales, la mayor oferta de juguetes y cómics de Madrid, y los primeros domingos de cada mes se organiza un mercadillo de modelismo ferroviario para que todos aquellos aficionados acudan a comprar, vender o intercambiar sus artículos. Como actividad extraordinaria, el segundo fin de semana de cada mes el visitante puede acudir a un mercado de productos *vintage* y de segunda mano, donde se aúnan la restauración y la música en los diferentes espacios de las instalaciones del museo.

Archivos históricos

El Museo del Ferrocarril también dispone de una unidad de información única en España, conformada por la biblioteca, la hemeroteca y el archivo histórico ferroviario. Tanto por su historia como por la magnitud de su volumen informativo, constituyen una entidad documental de referencia para el conocimiento del ferrocarril en España, teniendo como principales objetivos la conservación, el estudio y la difusión del patrimonio ferroviario, contribuyendo con sus fondos a la investigación. Logros, todos ellos, a los que sin duda también se sumará el nuevo centro del conocimiento de la alta velocidad. ▮



Ciudad y Territorio

Ya está disponible en la biblioteca del Ministerio el número 195, correspondiente a la primavera de este año, de la revista Ciudad y Territorio, publicada por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo. En este número se tratan temas como el de las características e implantación de la planificación estratégica territorial (M.J. Romero Aloy y V. Vidal Climent); la explosión fragmentada de la ocupación urbana (Rubén Pesci); el planeamiento urbanístico en el litoral andaluz (P. Górgolas Martín); las formas de regulación territorial del crecimiento del alojamiento turístico (J.M. Parreño Castellano, A. González Morales y J.A. Hernández Luis); el *cohousing* como alternativa a las dinámicas de habitar en la ciudad de Madrid (A. García Pérez y L. Moya González); la recualificación de las periferias urbanas a través del patrimonio histórico (J.M. de Ureña y J.M. Coronado); el planeamiento térmico en áreas urbanas (F. Allende Álvarez, F. Fernández García y D. Rasilla Álvarez), y la prevalencia de la evaluación ambiental en los planes urbanísticos (M. Almenar-Muñoz).

Además, en la revista se recogen las habituales secciones de Observatorio inmobiliario, Crónica jurídica y Recensiones y reseñas de revistas y libros recibidos en la redacción.

***Ciudad y Territorio. Estudios territoriales*, n.º 195, primavera 2018.**
Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, Ministerio de Fomento, Madrid, 2018.



El modelo arquitectónico y la fotografía

En este catálogo de la exposición homónima diseñada por el Proyecto Fame (Fotografía y Arquitectura Moderna en España) –que pudo verse entre otros lugares en la sala Arquería del Ministerio de Fomento– se incluyen, además de las fotografías expuestas de más de un centenar de maquetas, cuatro interesantes ensayos sobre la función y significado de las maquetas de arquitectura y sus relaciones con una disciplina fotográfica en la que recalaron desde fotógrafos desconocidos hasta prestigiosos profesionales de la fotografía española del siglo XX.

En "Las maquetas y sus fotos: ideas, sueños y deseos", Iñaki Bergera reflexiona sobre la "nueva realidad" que una fotografía aporta a una maqueta y las complicidades que surgen entre la cámara y su modelo. En "Modernidad en miniatura: puntos de vista", Davide Deriu nos lleva a la época dorada de esa relación, los años 20 y 30 del pasado siglo, en los que tanto las escuelas de Arquitectura como un buen número de revistas utilizaron con profusión la fotografía de maquetas. En "La apariencia del modelo", Juan Carlos Oliver expone las estrategias visuales escenificadas por la fotografía para abarcar y realzar la maqueta arquitectónica. Y Eduardo Prieto, en su texto titulado "El arquitecto y su modelo", pone de relieve cómo a pesar de su función vicaria e interés efímero, la maqueta fotografiada se convierte también en un icono que transciende su finalidad originiaria de mera herramienta representativa.

Cámara y modelo. Fotografías de maquetas de arquitectura en España (1925-1970).
Ministerio de Fomento, Fundación ICO y La Fábrica, Madrid, 2016.



Hacia la ciudad inteligente

Este libro trata de las comunicaciones presentadas al segundo Congreso de Ciudades Inteligentes, que se celebró en Madrid en abril de 2016 organizado por Smartcity (Red Española de Ciudades Inteligentes) y el Grupo Tecmared.

Con la participación de destacados profesionales de diversos ámbitos, profesores, investigadores y representantes de las Administraciones Públicas, se han dividido las comunicaciones en ocho áreas temáticas: Innovación social; Movilidad urbana; Eficiencia energética, gestión medioambiental, habitabilidad y recursos urbanos; Gestión inteligente de infraestructuras y servicios públicos; Gobierno, economía y ciudadanía; Seguridad y servicios asistenciales a las personas; Destinos turísticos inteligentes, e Islas y territorios rurales.

Así pues, se ofrece al lector de este libro una amplia variedad temática desde una perspectiva multidisciplinar de una realidad, la ciudad inteligente, que ya ha dejado de ser una utopía futurista pero en cuyo desarrollo y perfeccionamiento aún queda mucho camino por descubrir.

II Congreso Ciudades Inteligentes (Madrid 13-14 abril 2016). Libro de comunicaciones.
Tecma Red, Madrid, 2016.



Los inicios de la aviación en España

Desde las primeras experiencias aerostáticas no tripuladas de Agustín de Betancourt con un globo de tipo Montgolfier en 1783, hasta la creación de la Gerencia del Tráfico Aéreo del Ministerio del Aire en 1939, pasando por el surgimiento en 1918 de la CEMA (Compagnie Espagne-Maroc-Algérie), primera sociedad aeronáutica con capital español, que cubriría la ruta entre Toulouse y Rabat con escalas en Barcelona, Alicante y Málaga, este texto de Luis Utrilla y Julián Oller realiza un documentado recorrido por la historia de la aviación en España, analizando minuciosamente la evolución de todos los sectores –institucionales, como el Ministerio del Aire o los servicios postales, y empresariales, como Iberia y otras compañías– implicados en el transporte aéreo, poniendo de manifiesto en sus páginas no solo la importancia económica del transporte aéreo, sino también su influencia social, trascendental en muchos aspectos como la eliminación del aislamiento de nuestros archipiélagos o el desarrollo de zonas difícilmente accesibles por otros medios.

Un libro, en definitiva, que más allá de los aspectos puramente históricos revela la gran incidencia del transporte aéreo en la sociedad española de la primera mitad del siglo XX.

Luis y Oller, Julián: ***Historia del transporte aéreo en España (1919-1940).***

Fundación Enaire, Ministerio de Fomento, Madrid, 2017.



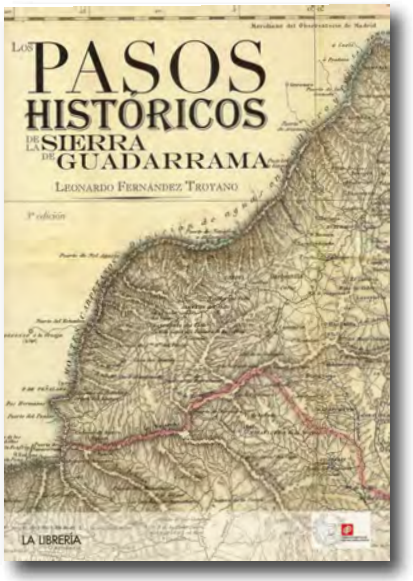
De ingeniería e ingenieros

Se recogen en este libro casi medio centenar de artículos y conferencias del ingeniero y profesor de Historia de la Ingeniería Fernando Sáenz Ridruejo (Soria, 1939). Doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos especializado en obras hidráulicas y en Historia de la Ingeniería, trabajó en la Dirección General del Agua como Jefe del Área de Explotación y fue secretario de la Comisión Central del Acueducto Tajo-Segura, además de profesor asociado a la cátedra de Arte e Historia de las Obras Públicas de la Escuela de Caminos y vicepresidente de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas. Académico de la Real Academia de la Historia, es autor de cinco libros y ha colaborado en otros cincuenta, publicando un centenar de artículos, muchos de ellos en la Revista de Obras Públicas.

En los artículos y conferencias recogidos en este libro, trata el autor, por una parte, de temas sobre el ejercicio de la profesión, su incidencia en la sociedad y las relaciones de la ingeniería con la literatura y el arte, mientras que en la segunda parte presenta la semblanza de varios ingenieros, como Betancourt, Torres Quevedo, Cerdá, Torroja, Benet y otros.

Sáenz Ridruejo, F.: ***Ni pedir ni rehusar. Artículos y conferencias sobre ingeniería e ingenieros.***

Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 2017.



Los caminos de la Sierra

Recientemente se ha reeditado el que ya puede considerarse un clásico de la caminería histórica. Publicado por primera vez hace casi veinticinco años, Los pasos históricos de la Sierra de Guadarrama, del ingeniero Leonardo Fernández Troyano (Madrid, 1938), es uno de esos libros que, más allá de su indudable interés desde el punto de vista de la historia de la Ingeniería, nos transporta a un mundo de referencias literarias, de apuntes sobre el paisaje y la naturaleza y de evocaciones históricas que hacen de su lectura un placer, sobre todo para todos aquellos amantes de unas montañas como las del Guadarrama repletas de connotaciones históricas y culturales.

La lectura del libro, acompañado de fotografías, mapas y documentación –en parte procedentes de los distintos archivos de Fomento–, es una excelente oportunidad no solo de conocer en detalle las características de unas obras públicas con siglos de historia, sino de andar, de la mano de Fernández Troyano, por las calzadas, caminos, sendas y puentes que atravesaron romanos y árabes, los monteros de Alfonso XI, el Arcipreste de Hita, las serranas del Marqués de Santillana, Cervantes con su Rinconete, los intelectuales de varias generaciones o los pioneros de la geografía, la geología y las ciencias naturales de nuestro país, en un entorno que en 2013 mereció, por muchas razones, la declaración de Parque Nacional.

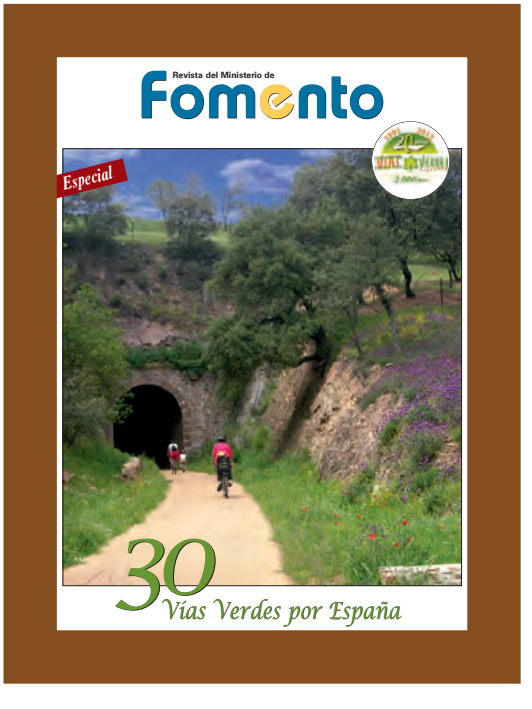
Fernández Troyano, Leonardo: ***Los pasos históricos de la Sierra de Guadarrama.***

Ediciones La Librería, Madrid 2015.

REVISTAS MONOGRÁFICAS









Ministerio de Fomento
Centro de Publicaciones

Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid
tlfn: 915 97 53 96
https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO



LIBRERIA

Centro de Publicaciones
Ministerio de Fomento

https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web/
Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid
tlfn: 915 97 53 96

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO



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

Índice

También en el DVD:

1116 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
117 Vías Verdes

Edición 53
P.V.P.: 22€

Centro virtual de publicaciones
Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales
www.fomento.gob.es

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

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

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento nº 683, mayo 2018**

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

Año de edición: 2018

Características Edición:
1ª edición electrónica: agosto 2018
Formato: PDF
Tamaño: 10 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 €

Los derechos de distribución de esta publicación pertenecen al Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento. La difusión puede realizarse colocando un link que direccione a la página de la publicación en la web del Centro Virtual de Publicaciones/Ministerio de Fomento

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.



Revista del Ministerio de

Fomento

Junio 2018 Nº 684 3€

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO



La autovía A-60 en la llanura leonesa

Recta final en el acceso de alta velocidad a Galicia

Empresas españolas construyen el metro de Riad

Salvamento Marítimo cumple un cuarto de siglo

Revista del Ministerio

Fomento

60 Aniversario 1958-2018



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Contenido

Directora de la Revista: Herminia Cano.
Jefa de redacción: Carmen Fontán.
Redactor: Mariano Serrano.
Maquetación: Aurelio García y Emilio de Palma
Portada: Autopista A-60, enlace en Santas Martas. Provincia de León.
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo).
Colaboran en este número: Javier Rodríguez-Ventosa Zabaleta, Begoña Olabarrieta y Álvaro Parrilla Alcaide.
Comité de redacción: Presidencia: Jesús M. Gómez García. *(Subsecretario de Fomento).*
Vicepresidencia: Angélica Martínez Ortega *(Secretaria General Técnica).*
Vocales: *Alfredo Rodríguez Flores (Director de Comunicación),* Francisco Ferrer Moreno *(Director del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda),* Belén Villar Sánchez *(Jefa del Gabinete de la Subsecretaría),* Mónica Marín Díaz (*Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),* Roberto Angulo Revilla *(Jefe del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),* Regina Mañueco del Hoyo *(Directora del Centro de Publicaciones)* y Herminia Cano Linares *(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

CARRETERAS
En la llanura leonesa
En servicio el subtramo Santas Martas-Puente Villarente de la autovía A-60





FERROCARRIL
En la recta final
El tramo Zamora-Ourense, que completará el acceso de alta velocidad a Galicia, afronta la recta final de la obra

18 Un reto sin precedentes
Empresas españolas construyen el metro de Riad, el mayor sistema de transporte público urbano del mundo

MARINA MERCANTE
25 años vigilando el mar
Salvamento Marítimo cumple un cuarto de siglo



32 Obras de tierra
España referente mundial en obras de tierra. IV Seminario Internacional de Obras de Tierra en Europa

36 Parques Nacionales en 3D
La Realidad Virtual llega al Instituto Geográfico Nacional para aportar una nueva visión de los Parques Nacionales

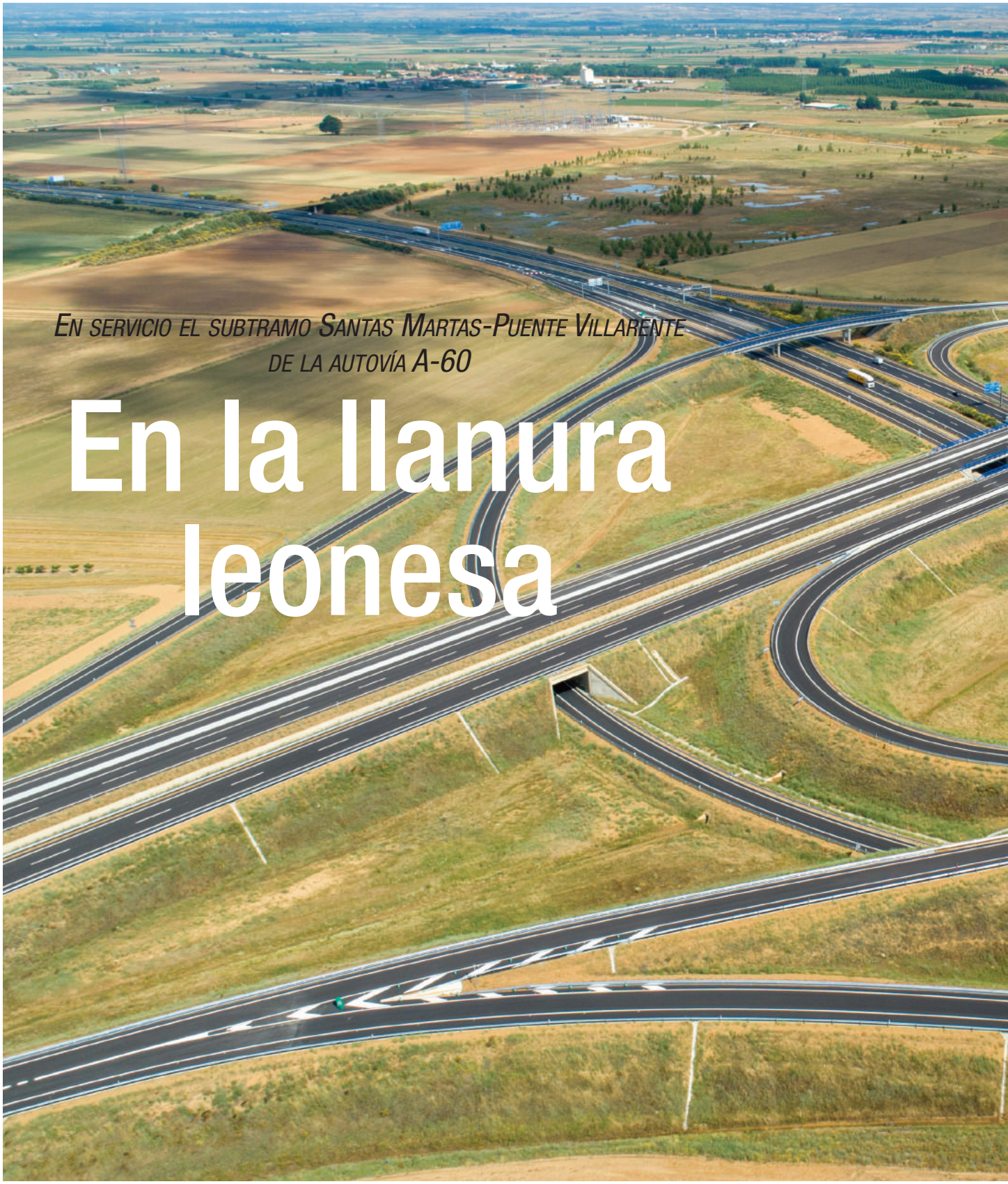
40 Actualidad

42 Lecturas

Nuevo equipo del Ministerio de Fomento



Ministro de Fomento: **José Luis Ábalos Meco**
Secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda: **Pedro Saura García**
Subsecretario de Fomento: **Jesús Manuel Gómez García**
Secretario General de Infraestructuras: **José Javier Izquierdo Roncero**
Secretaria General de Transporte: **María José Rallo del Olmo**
Secretaria General de Vivienda: **Helena Beunza Ibáñez**
Secretaria General Técnica: **Angélica Martínez Ortega**
Director General de Carreteras: **Javier Herrero Lizano**
Director General de Aviación Civil: **Raúl Medina Caballero**
Director General de la Marina Mercante: **Benito Núñez Quintanilla**
Directora General de Transporte Terrestre: **Mercedes Gómez Álvarez**
Director General de Arquitectura, Vivienda y Suelo: **Francisco Javier Martín Ramiro**
Directora General de Programación Económica y Presupuestos: **Mª del Carmen García Franquelo**
Director General de Organización e Inspección: **Javier Sánchez Fuentefría**
Director General del Instituto Geográfico Nacional: **Lorenzo García Asensio**



En servicio el subtramo Santas Martas-Puente Villarente de la autovía A-60

En la llanura leonesa



Enlace de Santas Martas con la autovía autonómica A-231, con tipología de turbina moficiada

Javier R. Ventosa. Fotos: DCE Castilla y León Occidental

León y Valladolid están algo más cerca tras la puesta en servicio del subtramo Santas Martas-Puente Villarente de la autovía A-60, alternativa de gran capacidad a la carretera N-601 que cuando esté finalizada mejorará la conexión entre ambas capitales castellanoleonesas. El nuevo trazado, que completa el tramo norte de la autovía, se desarrolla a lo largo de 20 kilómetros y ha incluido la construcción de más de 30 estructuras y cinco enlaces, así como la implantación de un paquete de medidas correctoras para preservar los restos arqueológicos de la antigua ciudad astur-romana de Lancia, uno de los grandes condicionantes de la obra.

El nuevo subtramo de la futura autovía Valladolid-León (A-60), inaugurado este verano por el ministro de Fomento, da continuidad al subtramo contiguo Puente Villarente-León, abierto al tráfico en octubre de 2012, y entre ambos completan el itinerario de la autovía entre Santas Martas y León (27,3 kilómetros), en lo que constituye el tramo norte de la A-60. Para la culminación de la obra resta únicamente la remodelación de un enlace en el entorno de León, actualmente en ejecución. En el resto de la autovía, está abierto al tráfico el tramo sur (Valladolid-Villanubla, 13,7 kilómetros) y queda por desarrollar el tramo central (Villanubla-Santas Martas, 89 kilómetros), en fase de proyecto. En relación a este gran tramo, el ministro ha anunciado que este año se adjudicarán los proyectos de dos nuevos tramos (Villanubla-La Mudarra y La Mudarra-Medina de Rioseco) y se iniciará el proceso de licitación de la redacción de proyectos de otros dos, todos ellos en la provincia de Valladolid, confirmando de esta forma el compromiso del Ministerio de Fomento con esta infraestructura.

El subtramo Santas Martas-Puente Villarente constituye una alternativa de gran capacidad a la carretera N-601 y moderniza las comunicaciones entre la capital leonesa y los valles de los ríos Esla y Cea, al sur y al este de la provincia, contribuyendo de esta forma a mejorar la vertebración territorial de esta zona de Castilla y León. Se espera que los cerca de 14.000 vehículos que de media realizaban este itinerario por la N-601 se trasvasen a la nueva infraestructura para aprovechar sus beneficios. Y es que su entrada en servicio no solo reduce los tiempos de desplazamiento al sur de León y aumenta la comodidad en la conducción, sino que también contribuye a mejorar la seguridad vial al eliminar cuatro travesías urbanas de la N-601 (Santas Martas, Valdearcos, Villamoros de Mansilla y Puente Villarente) y suprimir un tramo de concentración de accidentes situado en el cruce de esta carretera en Mansilla de las Mulas.



▶ *Paso superior de la carretera CL-624 a Boñar, poco antes del fin del subtramo.*

La inversión en el contrato de obras del tramo Santas Martas-León ha ascendido a 137,5 M€, de los cuales 95,6 M€ corresponden al subtramo Santas Martas-Puente Villarente. Si a esa cantidad se le suman el coste de redacción del proyecto (2,5 M€), el importe de las expropiaciones (10,8 M€) y el coste de la asistencia técnica para el control y vigilancia de la obra (2 M€), se obtiene la inversión global del Ministerio de Fomento en



Autovía Valladolid-León (A-60)

Tramo	Longitud (km)	Situación administrativa
Valladolid-Villanubla	*13,7*	*En servicio (2013)*
Villanubla-La Mudarra	*11,0*	*Adjudicada redacción proyecto*
La Mudarra-Medina de Rioseco	*16,0*	*Adjudicada redacción proyecto*
Medina de Rioseco-Ceinos de Campos	*17,0*	*Pendiente licitación proyecto*
Ceinos de Campos-Mayorga	*21,0*	*Pendiente licitación proyecto*
Mayorga-Valverde Enrique	*15,0*	*Pendiente licitación proyecto*
Valverde Enrique-Santas Martas	*8,3*	*Pendiente licitación proyecto*
Santas Martas-Puente Villarente	*20,0*	*En servicio (2018)*
Puente Villarente-Ronda Sur León	*7,3*	*En servicio (2012)*

todo el tramo, que asciende a 153 M€. La obra, bajo la dirección de la Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Occidental, ha sido ejecutada por la UTE formada por las constructoras Ferrovial Agromán y Compañía de Obras Castillejos, la redacción del proyecto corrió a cargo de las consultoras de ingeniería Urbaconsult y Torroja Ingeniería, mientras que la asistencia técnica para la vigilancia y control de la obra la realizó Getinsa/Euroestudios TPF Ingeniería.

Características y trazado

El nuevo subtramo de la A-60 discurre por terrenos llanos y de cultivos agrícolas de los términos municipales de Villamoratiel de las Matas, Santas Martas, Mansilla de las Mulas, Villasabariego y Mansilla Mayor, en la provincia de León. Con una longitud de 20,3 kilómetros –longitud que lo convierte en uno de los tramos más largos inaugurados en España en los últimos años–, presenta características geométricas de una autovía apta para una velocidad de 120 kilómetros/hora, entre ellas un radio mínimo de 1.660 metros y una pendiente máxima del 3,11%. La sección del tronco de la autovía está formada por dos calzadas, una por sentido de la circulación, con dos carriles de 3,50 metros de anchura cada una, arcenes exteriores de 2,50 metros y arcenes interiores de 1,0 metros. La mediana tiene una anchura de 1,0 metros, disponiéndose pasos de mediana cada 2 kilómetros como máximo.

El trazado arranca unos 2,5 kilómetros al sur de la localidad de Santas Martas, donde conecta con la carretera N-601 a la que sustituye. Tras separarse de la misma, gira suavemente hacia el noreste hasta alcanzar el enlace con la autovía A-231 (León-Burgos), de titularidad autonómica. Inmediatamente después, hacia el pk 4+560, la traza salva la línea de alta velocidad Palencia-León y luego, en el pk 5+500, la línea de ferrocarril convencional Palencia-León y el arroyo Valdearcos, todos ellos mediante viaductos. En la mayor parte de los primeros 6 kilómetros la traza se desarrolla en terraplén, encontrándose en esta última zona los terraplenes más altos, en torno a 12 metros.

> El nuevo subtramo culmina la parte norte de la A-60, con 27,3 kilómetros ininterrumpidos de autovía

A partir del pk 6+000 el trazado discurre en desmonte durante unos 450 metros, para posteriormente atravesar una zona llana de regadíos del Canal Bajo de Payuelos. En el pk 8+400 se dispone el cruce con el Camino de Santiago, en el denominado Camino Ancho de Reliegos, para lo cual se ha construido un paso superior con acera suficiente para el tránsito de los peregrinos. Antes de llegar al río Esla, primer gran accidente geográfico del subtramo, se cruzan sucesivamente la carretera de acceso al centro penitenciario de Calzada de los Peregrinos y la carretera N-625 de Mansilla de las Mulas a Cistierna y Riaño, donde se ha dispuesto un enlace tipo trébol parcial. Poco después, tras cruzar el Canal de la Margen Izquierda del río Porma y la Colada de Vilomar, la traza gira hacia el noroeste para afrontar el paso sobre el río Esla, resuelto mediante un viaducto a la altura del núcleo de Villafalé.

A partir del pk 13+000, y hasta el cruce sobre el río Porma en el pk 19+000, se adentra en una zona de cultivos de regadío, situada entre las llanuras de inundación de los ríos Esla y Porma, lo que ha condicionado el trazado en alzado. En esta zona se encuentra el principal condicionante del proyecto y de la obra: el yacimiento arqueológico de la antigua ciudad astur-romana de Lancia, emplazado en un promontorio, y la zona conocida como sub-Lancia, que alberga los nuevos

Sobrevolando Lancia

La construcción del subtramo Santas Martas-Puente Villarente ha incluido una importante actuación para preservar los restos arqueológicos de Lancia, ciudad astur fundada en la Edad del Bronce, romanizada a partir del siglo I y con periodos de auge hasta su abandono a finales del siglo IV, catalogada como Bien de Interés Cultural (BIC) desde 1994. El yacimiento de Lancia, situado unos 18 kilómetros al sur de León, está emplazado en el cerro de Villasabariego y ha sido objeto de numerosos estudios, pero las excavaciones al pie del cerro, realizadas por prescripción de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del tramo Santas Martas-León, sacaron a la luz un inédito barrio de la civitas romana, con restos de un edificio de termas, una vía empedrada, una necrópolis, un almacén agrícola y un complejo industrial con hornos y fundiciones, entre otros. El Ministerio de Fomento adoptó las medidas necesarias para compatibilizar la construcción de la autovía con la conservación y lectura permanente y visible de los restos arqueológicos de este nuevo yacimiento, bautizado como Sublancia, a petición de la Comisión de Patrimonio Cultural de Castilla y León.

Para dar cumplimiento a esta demanda, la Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Occidental redactó un documento con las medidas correctoras a desarrollar, incluidas en un modificado del proyecto original destinado a preservar el yacimiento, con un coste de 6,5 M€, que en junio de 2016 recibió el visto bueno de esa Comisión. La principal medida ha sido la construcción de tres viaductos, de 50, 91 y 89 metros de longitud, que salvan a 5 metros de altura la superficie afectada en los tres sectores de excavación elegidos para la puesta en valor de los restos. Otras medidas, ya ejecutadas, han sido la protección del yacimiento mediante el extendido de una capa de material de 30 centímetros de espesor (geotextiles y arena) en la fase de obras, el seguimiento arqueológico durante la misma y la ejecución de un cerramiento perimetral de los tres sectores, independiente del cerramiento de la autovía.

En junio pasado, la Consejería de Cultura y Turismo de la Junta de Castilla y León y la Diputación Provincial de León suscribieron un convenio de colaboración para promover un plan de conservación y difusión del yacimiento de Lancia, incluidos los hallazgos durante las obras. Ambas instituciones aportarán los medios necesarios para la redacción del proyecto de conservación y divulgación de los restos hallados en el yacimiento (área de la acrópolis y área de la zona baja de la ciudad romana). Para la ejecución del proyecto se aspira a contar con fondos del programa del 1,5% Cultural del Ministerio de Fomento.

yacimientos hallados durante la ejecución de la autovía. En este punto, la traza se aproxima a la carretera N-601 y discurre encajonada junto al mencionado promontorio y el Canal del Porma, disponiéndose poco antes un cuarto enlace. Ya en la parte final, el trazado gira de nuevo hacia el norte, alejándose de la N-601, y salva de forma consecutiva mediante viaductos y pasos superiores el encauzamiento del río Moro, la carretera LE-213, el río Porma, la Colada del Boñar y la carretera autonómica CL-624 a Boñar, donde se sitúa el quinto enlace, punto final del subtramo y conexión con el subtramo contiguo Puente Villarente-León, ya en servicio.

.\ Enlaces y estructuras

A lo largo del trazado se han dispuesto un total de cinco enlaces, que permiten la conexión directa de la nueva autovía con las distintas vías de comunicación con las que se cruza. Desde el punto de vista constructivo, el más relevante es el enlace con la autovía autonómica A-231, denominado de Santas Martas, resuelto mediante una tipología de turbina modificada, con ramales directos para los principales flujos de tráfico y lazos para los ramales con una intensidad prevista menor. En este enlace se ha tenido en cuenta un escenario de operatividad en el que se considera autovía todo el itinerario Valladolid-León, en el que es previsible la atracción de los flujos de tráfico procedentes del centro peninsular hacia la parte asturiana de la cornisa cantábrica.

El subtramo Santas Martas-Puente Villarente incluye un catálogo de cinco enlaces construidos con tipologías diferentes

Los demás enlaces presentan distintas tipologías. El inicial, que conecta con la N-601, tiene carácter provisional y ha incluido la construcción de un paso superior sobre la carretera para uno de los sentidos de la circulación. Más adelante se sitúan los enlaces de Mansilla de las Mulas, un trébol parcial volcado hacia el sur para cumplir con las distancias mínimas entre los ramales y el viaducto sobre el río Esla, que permite la conexión con la carretera N-625; y de Villasabariego, con tipología de diamante con pesas, que da acceso tanto a la N-601 como a los cercanos yacimientos de la antigua ciudad de Lancia. El último enlace, de Valdefresno, que conecta con la carretera CL-624, tipo diamante con glorietas y paso superior sobre la autovía, fue construido en el marco del contrato del subtramo Puente Villarente-León y entró parcialmente en servicio en 2012.



Viaducto sobre el río Porma (490 metros), una de las principales estructuras del subtramo.

Magnitudes de obra

Movimiento de tierras

Excavación de tierra vegetal	787.322 m³
Excavación en desmonte	4.143.150 m³
Terraplén procedente de excavación	2.748.260 m³
Terraplén procedente de préstamo	2.574.973 m³
Suelo estabilizado	399.008 m³

Firmes

Zahorra artificial	206.238 m³
Suelo cemento	249.945 m³
Mezclas bituminosas en caliente	206.238 m³

Materiales

Cemento para explanadas y firmes	64.652 t
Betún asfáltico	15.560 t
Hormigón	68.419 m³
Acero B/500-S	10.680.882 kg

En el capítulo de estructuras, en el subtramo se han construido un total de ocho viaductos, 16 pasos superiores (14 de caminos y 2 de carreteras), 8 pasos inferiores y 16 estructuras de enlace, además de cuatro pasos de fauna. Por sus magnitudes, las estructuras más relevantes son los viaductos que salvan los ríos Esla (570 metros) y Porma (490 metros), ambos con tipología de cajón pretensado, construidos con cimbra autolanzable por fases, y con luces principales de 52,5 metros. Otros viaductos reseñables son los tres que salvan el yacimiento arqueológico de Lancia (con longitudes de 88, 91 y 50 metros) y los que cruzan sobre la línea ferroviaria convencional Palencia-León y el arroyo Valdearcos (41 metros) y sobre la línea de alta velocidad Palencia-León (37 metros). En cuanto a los pasos superiores, la mayoría son de tipología de losa pretensada.

Enlace con la LE-30

Como ya se apuntó, la actuación que completará definitivamente la obra del tramo Santas Martas-León es la

remodelación del enlace de la autovía A-60 con la Ronda Sur de León (LE-30) y la carretera N-601, que actualmente se ejecuta en la zona del alto del Portillo, al suroeste de la zona urbana de la capital leonesa. Esta obra, dotada con un presupuesto de 6,4 M€ y plazo de ejecución hasta enero de 2019, permitirá dar continuidad a los movimientos de entrada en León desde la Ronda Sur y la A-60, con dos carriles por sentido de circulación. Para esta actuación es necesaria la remodelación integral de la LE-30 entre los pk 0+000 a 0+200 y de la N-601 entre los pk 322+800 a 324+100.

El enlace remodelado contará con dos nuevas glorietas y los correspondientes ramales de incorporación y salida para permitir la conexión de la N-601 y el barrio de Puente Castro con la LE-30 y la A-60. La nueva estructura del enlace albergará, además de dicha conexión, la reposición del Camino de Santiago sobre la Ronda Sur de León, por lo que se ha habilitado un itinerario alternativo para el tránsito de peregrinos durante la ejecución de las obras.



Enlace de Mansilla de las Mulas con la N-625, con tipología de trebol parcial, y al fondo, el viaducto sobre el río Esla



El tramo Zamora-Ourense, que completará el Acceso de alta velocidad a Galicia, afronta las últimas etapas de obra

AVE a Galicia: En la recta final





Ejecución del viaducto de Portela a la salida del túnel de Prado, en el subtramo Prado-Porto, en Ourense.

Javier R. Ventosa. Fotos: Adif Alta Velocidad

El Acceso de alta velocidad a Galicia, proyecto del Ministerio de Fomento para garantizar la movilidad de los ciudadanos y la vertebración territorial entre el centro y el noroeste peninsular, prosigue su proceso constructivo. Actualmente se desarrollan los trabajos de construcción y equipamiento en los tres tramos que restan para su finalización: Zamora-Pedralba de la Pradería, Pedralba de la Pradería-Taboadela y Taboadela-Ourense, que suman casi 230 kilómetros. El más avanzado es el primero, que terminará las obras a final de año para dar paso a la fase de pruebas, mientras que los dos restantes se terminarán a finales de 2019, según los plazos ratificados por el ministro de Fomento.

El nuevo acceso, o línea Olmedo-Zamora-Lubián-Ourense-Santiago, es la parte final del Corredor Madrid-Galicia y tiene por objeto mejorar la conexión entre la Meseta Central y Galicia, históricamente mal comunicadas, mediante la implantación de un nuevo trazado con parámetros de alta velocidad (plataforma de doble vía en ancho estándar, electrificación a 25 kV y sistema de protección del tren ERTMS nivel 2, apto para 350 km/h, de uso exclusivo para tráfico de viajeros) en sustitución del convencional. En la última década, el Ministerio de Fomento ha modernizado esta conexión con la progresiva entrada en servicio de los distintos tramos del corredor (Madrid-Olmedo, Ourense-Santiago –que enlaza con el Eje Atlántico– y Olmedo-Zamora), actuaciones que, junto al empleo de moderno material móvil, han mejorado la seguridad, fiabilidad y comodidad del servicio ferroviario a Galicia, además de acortar drásticamente los tiempos de viaje, que aún se reducirán más. Cuando el Acceso a Galicia este operativo, el trayecto Madrid-A Coruña, que antes de arrancar las obras del corredor suponía casi 8 horas y media en tren, se hará en 3 horas y 10 minutos.

Con los dos extremos del acceso ya en servicio, actualmente se construye la parte central, formada por tres tramos situados en las provincias de Zamora y Ourense, que suman cerca de 230 kilómetros: Zamora-Pedralba de la Pradería, Pedralba de la Pradería-Taboadela y Taboadela-Ourense. Los dos primeros, que conforman el grueso de la obra (211 kilómetros), son los más avanzados ya que tienen varios subtramos terminados y los restantes están en fase de ejecución, aunque en distintos grados de desarrollo pues fueron iniciados con una diferencia

de tres años, y en el tercero acaban de arrancar las primeras actuaciones. El grado de ejecución global del proyecto se aproxima al 84% (se han ejecutado 3.694 M€ sobre un presupuesto de 4.395 M€), según datos oficiales de junio. El plazo de ejecución vigente para terminar las obras entre Zamora y Pedralba de la Pradería está fijado para el cuarto trimestre de 2018, lo que permitirá dar paso a la fase de pruebas antes de iniciar la explotación comercial, mientras que para los dos tramos restantes está establecido un año después. Estos plazos fueron ratificados por el ministro de Fomento, José Luis Ábalos, en su primera comparecencia ante la Comisión de Fomento del Congreso de los Diputados.

Como ya ocurrió el pasado siglo con la línea convencional Zamora-La Coruña, terminada en 1958, la construcción del nuevo acceso de alta velocidad a Galicia está requiriendo un importante esfuerzo y despliegue de medios, con empresas de ingeniería y constructoras, para doblegar la montañosa orografía gallega. Este esfuerzo ya se puso de manifiesto en el tramo Ourense-Santiago, que necesitó una inversión superior a 2.500 M€ para construir un trazado que discurre en más del 57% de su longitud en túnel o viaducto. Pero estas magnitudes se superan en la zona que conecta las provincias de Zamora y Ourense, y sobre todo en la que atraviesa el Macizo Central ourensano, tramo que por su complejidad orográfica y geotécnica es una de las obras ferroviarias más exigentes de la red de alta velocidad española. Solo en 60 kilómetros, entre Lubián y Porto (Ourense), el 77% del trazado se desarrolla de forma subterránea, con una sucesión de túneles de más de 6 kilómetros de longitud que no tiene parangón en la red de alta velocidad española.

A continuación se repasa la situación de los tres tramos que completarán el Acceso a Galicia.

.\ Zamora-Pedralba de la Pradería

Este tramo, el primero en iniciar las obras en 2008 y el más avanzado de los tres, será también el que antes entre en servicio. Según las estimaciones realizadas contribuirá a reducir en media hora el viaje entre Madrid y Galicia. Con 110 kilómetros, es el de mayor longitud y discurre desde el centro hasta el noroeste de la provincia de Zamora, en un nuevo trazado independiente de la línea Zamora-A Coruña. Se inicia por terrenos llanos, con el embalse de Ricobayo y varias carreteras como obstáculos, y al llegar a la comarca de Sanabria, en el límite provincial con Ourense, se adentra en una zona más abrupta. Aquí



Plataforma con vía montada y electrificación instalada en el subtramo Perilla de Castro-Otero de Bodas, en Zamora.



Tren carrilero circulando sobre el viaducto del río Tera, la principal estructura del tramo zamorano.

se construyen los principales túneles del tramo y la estación de Sanabria.

La obra de plataforma en este tramo se encuentra finalizada en sus cinco subtramos (Zamora-La Hiniesta, La Hiniesta-Perilla de Castro, Perilla de Castro-Otero de Bodas, Otero de Bodas-Cernadilla y Cernadilla-Pedralba de la Pradería), restando únicamente remates de cerramiento y caminos de acceso en los subtramos Zamora-La Hiniesta y Cernadilla-Pedralba, así como la galería de emergencia del túnel de Puebla. Las principales obras de ingeniería son quince viaductos (entre los que destaca, por su longitud, el de Puebla Este –756 metros– y, por su tipología de arco, el del Tera –645 metros–), dos túneles de más de un kilómetro de longitud (Otero y Puebla), la adecuación de los túneles a la salida de Zamora (Bolón y Valorio) y unos 90 pasos superiores e inferiores,

> La apertura del tramo Zamora-Pedralba de la Pradería reducirá en media hora el viaje entre Madrid y Galicia

además de dos puestos de adelantamiento de trenes (PAET). Cerca de Pedralba, en la conexión con el siguiente tramo, se ha construido un cambiador de ancho que conectará la línea de alta velocidad con la línea convencional Zamora-A Coruña, permitiendo así el aprovechamiento conjunto de ambas.

En los cinco subtramos entre Zamora y la zona montañosa de Sanabria se ultiman los trabajos de montaje de vía, que tendrá configuración doble, con un tramo inicial de vía única (3 km de ancho mixto y otros 8 km de ancho estándar). A finales de junio estaban montados unos 80 kilómetros de vía doble desde La Hiniesta, y ya en Cernadilla se continúa con el lecho de balasto y el posicionado de traviesas en los últimos 20 kilómetros del tramo. El material necesario para ejecutar esta fase, iniciada en abril, se ha distribuido a la plataforma desde distintos puntos: el balasto, desde seis acopios temporales anexos a la traza, distantes unos 25 kilómetros entre sí; las traviesas, con camiones directamente a lo largo del trazado; y el carril (26.000 toneladas) y los aparatos de vía, mediante trenes desde la base de montaje de La Hiniesta, construida sobre los terrenos de una antigua estación de ferrocarril próxima a Zamora y con accesos de carretera y de vías en ancho estándar e ibérico. Este enclave logístico será una base de mantenimiento de la nueva línea.

Los trabajos de catenaria y energía también avanzan a buen ritmo: los postes de electrificación ya están levantados en prácticamente todo el trazado y las ménsulas que soportan la catenaria se encuentran en fase de montaje, mientras que las subestaciones de Tábara y Arbilla, que proporcionarán electricidad a la línea, están preparadas para entrar en servicio y en pruebas, respectivamente. Por su parte, los trabajos de telemando de energía están a punto de arrancar. En el apartado de señalización y comunicaciones, a lo largo del trazado se ejecutan los trabajos de instalaciones de seguridad, control de tráfico centralizado y protección automática del tren (ERTMS nivel 2), telecomunicaciones fijas y telecomunicaciones móviles GSM-R. Además, en las estaciones afectadas de la red convencional se están adecuando las instalaciones de seguridad y comunicaciones por afecciones de la línea de alta velocidad. Finalmente, respecto a las instalaciones de protección civil, ya adjudicadas, su implementación está en parte condicionada a la finalización de la galería de emergencia del túnel de Puebla. El ritmo y grado de avance actual de todos estos trabajos se ajusta a las previsiones de Adif Alta Velocidad para culminar el tramo en el plazo fijado.

.\ Pedralba de la Pradería-Taboadela

Este tramo, de algo más de 101 kilómetros, supone la entrada y el desarrollo del nuevo trazado de alta velocidad en Galicia. En los primeros 20 kilómetros atraviesa la comarca zamorana de Sanabria, junto al corredor de la línea



El tramo entre Lubián y Porto incluye diversos túneles bitubo de gran longitud

convencional, hasta desembocar en el valle de Lubián, limítrofe con Galicia. Accede de forma subterránea a la provincia de Ourense por el sureste, inicialmente junto a la autovía A-52, y a partir de A Gudiña se desarrolla un nuevo trazado que discurre por los montes del Invernadeiro, en la parte sur del Macizo Central ourensano, cruzando transversalmente la provincia. Unos 40 kilómetros antes de Ourense, el trazado encuentra terrenos más favorables, hasta concluir al este de Taboadela. La mayor parte de las obras en este segundo tramo intermedio, dividido en subtramos de escasa longitud, dio comienzo en 2012, tres años después que las del tramo previo.

La complicada orografía local junto a la premisa de conseguir unos parámetros de alta velocidad han configurado en buena parte del tramo gallego un segmento único en la red de alta velocidad española, con dos grandes singularidades: buena parte del trazado discurre de forma subterránea por 27 túneles y hasta 61 kilómetros del mismo se construyen mediante dos vías únicas paralelas, con contratos de plataforma independientes, por lo que proliferan los túneles de tipología bitubo (un tubo para cada vía). El tramo comprendido entre Lubián y Porto despliega el mayor agrupamiento de grandes subterráneos (más de 5.000 metros) de la red de alta velocidad española, con 12 túneles que suman 87 kilómetros. Se trata de los túneles de O Corno vía derecha (8.577 metros) y vía izquierda (8.583 m) –los cuartos más largos de la red de alta velocidad española, tras los de Guadarrama, Pajares y Acceso Norte a Vigo–, O Espiño vía izquierda (7.909 m) y vía derecha (7.853 m), Prado vía derecha (7.606 m) y Cerdedelo-Prado vía izquierda (7.628 m), A Canda vía izquierda (7.301 m) y vía derecha (7.304 m), Bolaños vía derecha (6.785 m) y vía izquierda (6.776 m) y O Cañizo vía izquierda (5.369 m) y vía derecha (5.372 m). A ellos se suma, en la vertiente zamorana, el nuevo



En la imagen, boca sur del túnel de O Cañizo

túnel de Padornelo (6.407 m), futura vía derecha de la línea, como complemento al túnel existente (5.990 m), que será la vía izquierda.

La obra de plataforma del tramo presenta un estado avanzado, con más del 92% ya ejecutado y ocho de sus 23 subtramos finalizados (Túnel de A Canda vía izquierda, Túnel de A Canda-Vilavella, Túnel de O Cañizo vía derecha, Túnel de O Espiño vía izquierda, Túnel de O Espiño vía derecha, Vilariños-Campobecerros vía derecha, Campobecerros-Portocamba y Miamán-Ponte Ambía, con un total de 52,2 kilómetros) y los demás se encuentran en ejecución, según datos de Adif en junio. La previsión es terminarla a mediados del próximo año. Los 12 grandes túneles del tramo gallego terminaron la perforación entre 2014 y 2016, siguiendo el nuevo método austriaco de avance y destroza (salvo los de Bolaños, construidos mediante tuneladora), y ahora se realizan en su interior –salvo en los ya acabados- trabajos de obra civil (contrabóveda, revestimientos, canalizaciones, galerías, acabados…). En el tramo zamorano, donde se ultima la obra civil del nuevo túnel del Padornelo, Adif Alta Velocidad desarrolla obras complementarias (refuerzo, drenaje y galerías de evacuación) en el túnel que ahora presta servicio a la línea convencional Madrid-Galicia. En paralelo a los grandes túneles, se avanza, sobre todo en la parte gallega, en la ejecución de otra docena de subterráneos monotubo y bitubo que suman casi 20 kilómetros, algunos terminados (Portocamba, 3.745 y 3.688 m) y otros en estadios más iniciales. En la vertiente zamorana, en junio concluyó la perforación de la sección superior del túnel de Requejo (vía izquierda), de 2.540 metros.

En el capítulo de estructuras, en este tramo se han proyectado un total de 26 viaductos, seis de ellos ya acabados. Por su longitud, los más relevantes se alzan en la parte zamorana –Requejo, de 1.718 metros, y Los Pe-

Las estaciones del tramo

El tramo Zamora-Ourense tendrá cuatro estaciones en su trazado, dos ya existentes en sus extremos, las de Zamora y Ourense, y dos intermedias de nueva planta, Sanabria y Porta de Galicia. En el extremo oriental, la estación de Zamora ya adaptó su playa de vías para recibir los servicios de alta velocidad y presta servicio a los trenes AVE desde diciembre de 2015. En el otro extremo, en la estación de Ourense-Empalme, hay en marcha una actuación similar que permitirá, en una primera fase, acoger estos servicios cuando se inicie la explotación del tramo. La intervención, iniciada en agosto con un presupuesto de 13,7 M€ , comprende la adecuación de vías y andenes. En una fase posterior está previsto desarrollar la estación intermodal, proyecto en fase de reajuste que contempla la ampliación del edificio de viajeros, el cubrimiento de las vías, la construcción de una pasarela que unirá los barrios separados por la estación y la integración en el conjunto de los diversos modos de transporte urbanos.

Las dos estaciones intermedias, de menor entidad, se han proyectado en sendos puestos de adelantamiento y estacionamiento de trenes (PAET), siendo su construcción independiente de los plazos de puesta en servicio del tramo. La estación de Sanabria, ubicada en la pedanía zamorana de Otero de Sanabria, es la más avanzada: adjudicada en marzo con un presupuesto de 4 M€ y un plazo de ejecución de nueve meses, en junio han arrancado los movimientos de tierras previos a su construcción. El proyecto incluye no solo el edificio de viajeros y la infraestructura ferroviaria, sino también la construcción de un nuevo tramo de 160 metros para conectar el vial de acceso al PAET con la estación. Porta de Galicia, en A Gudiña (Ourense), será algo posterior, ya que actualmente se ultima la adaptación del proyecto de construcción, que una vez aprobado permitirá licitar las obras. La inversión prevista ronda los 4 M€ .

Fuera del tramo Zamora-Ourense, pero integrado en el contiguo (Olmedo-Zamora) del Acceso a Galicia, en diciembre de 2017 comenzó su explotación comercial la estación de Medina del Campo Alta Velocidad, en Valladolid. Situada un kilómetro al sur del casco urbano, la estación está formada por un edificio de viajeros funcional, diseñado con criterios de eficiencia y sostenibilidad, y una plataforma ferroviaria con cuatro vías, dos generales y dos laterales con andén. En su construcción se han invertido 3,5 M€ . Presta servicio tanto a la línea Madrid-Galicia como a la línea Salamanca-Madrid.

dregales, de 1.272 metros–, pero por su singular tipología de arco ojival sobresalen dos en la parte gallega: Arnoia, cerca de Baños de Molga, de 1.014 metros, con el que se salva un río y la línea férrea, ya terminado; y el viaducto doble de Teixeiras, cerca de Cerdedelo, de 514 y 529 metros de longitud y 92 metros de altura máxima de pilas, que será de los últimos en acabarse. Otras estructuras finalizadas son el cajón hincado que permite el paso superior de la nueva variante convencional junto a los túneles de Requejo y los PAET de A Gudiña, Campobecerros y Miamán (Ourense).

La fase de superestructura del tramo ya ha sido lanzada, con los proyectos y obras en distintas fases de desarrollo. Adif Alta Velocidad adjudicó entre mayo y junio los contratos de suministro y transporte de traviesas (157.000 unidades, con un importante porcentaje para construir vía en placa de los túneles), balasto (405.000



Base de montaje de La Hiniesta (Zamora), principal centro logístico del tramo Zamora-Pedralba de la Pradería.



Traviesas a la espera de su instalación sobre la plataforma en el subtramo Cernadilla-Pedralba de la Pradería, en Zamora.

toneladas), carril (25.000 toneladas) y desvíos para el tramo Pedralba-Ourense. Por su parte, los contratos de montaje de vía de los tramos Pedralba-Campobecerros (56,1 km) y Campobecerros-Taboadela (46,5 km), las dos bases de montaje previstas (A Mezquita y Miamán), los sistemas de protección civil y la catenaria y sistemas asociados están en licitación. El resto de contratos (subestaciones eléctricas y centros de autotransformación, instalaciones de seguridad y comunicaciones) se encuentra en fase de redacción de proyectos y varios de ellos serán licitados próximamente.

Taboadela-Ourense

Para anticipar la llegada de la alta velocidad a Ourense, la nueva línea aprovechará inicialmente los 17 kilómetros del corredor convencional entre Taboadela y la estación de Ourense-Empalme, como solución complementaria al proyecto de la variante exterior. La adecuación de este corredor, cuya titularidad ya ha sido traspasada desde Adif a Adif Alta Velocidad, implicará cuatro actuaciones: la implantación del ancho mixto (triple hilo) en todo el pasillo ferroviario, solución compatible para trenes de ancho ibérico (1.668 mm) y estándar (1.435 mm); la construcción de un cambiador de ancho en Taboadela, que permitirá la circulación de trenes de ancho variable por la línea de alta velocidad, de forma que la estación de Ourense podrá recibir trenes de cualquier ancho y seguirá funcionando como nudo distribuidor hacia todas las líneas de Galicia; un nuevo ramal de conexión desde la línea de alta velocidad a la convencional, y la instalación de la superestructura asociada. La inversión prevista en estas actuaciones asciende 103 M€. Los trabajos de adecuación del corredor convencional, que previamente han obtenido la declaración de impacto ambiental, arrancaron en abril con el inicio de la construcción de plataforma del ramal de conexión, de 1.985 metros de longitud, al tiempo que Adif Alta Velocidad ha licitado ya los correspondientes al cambiador de ancho y a la implantación del ancho mixto.

Los contratos de montaje de vía del tramo Pedralba de la Pradería-Toboadela ya están en fase de licitación



Construcción de viaductos en la línea 4 a su paso por el distrito financiero de Riad.

Empresas españolas construyen el metro de Riad, el mayor sistema de transporte público urbano del mundo

Un reto sin precedentes



Javier R. Ventosa. Fotos: Consorcio FAST

En la capital saudí, una constructora y varias ingenierías españolas juegan un papel central en la construcción de la nueva red automática de metro, considerado como el mayor sistema de transporte público masivo del mundo en ejecución. En este multimillonario proyecto se están desarrollando desde cero seis nuevas líneas con 170 kilómetros en el ajustado plazo de cinco años, una empresa jamás acometida antes. Su entrada en servicio en 2019 abrirá una nueva era de movilidad en la congestionada capital del reino saudí.

Riad, habitada por más de 6 millones de personas, es una urbe en expansión demográfica y se estima que en 2030 habrá crecido hasta 8,5 millones de habitantes, pero carece de un sistema de transporte público masivo homologable a estándares internacionales que satisfaga sus necesidades de movilidad. En la capital saudí, el modo de transporte dominante es el vehículo privado, protagonista de 7,2 millones de desplazamientos diarios (un 60% más que en Madrid) y causante de graves problemas de congestión, contaminación y siniestralidad. El crecimiento de la red viaria, en curso, paliará estos problemas pero no los resolverá, ya que a la postre significará la acumulación de más vehículos. Y las proyecciones apuntan a que en 2030 los viajes en vehículo privado se habrán duplicado hasta 15 millones diarios, lo que colapsaría, previsiblemente, las calles de la ciudad.

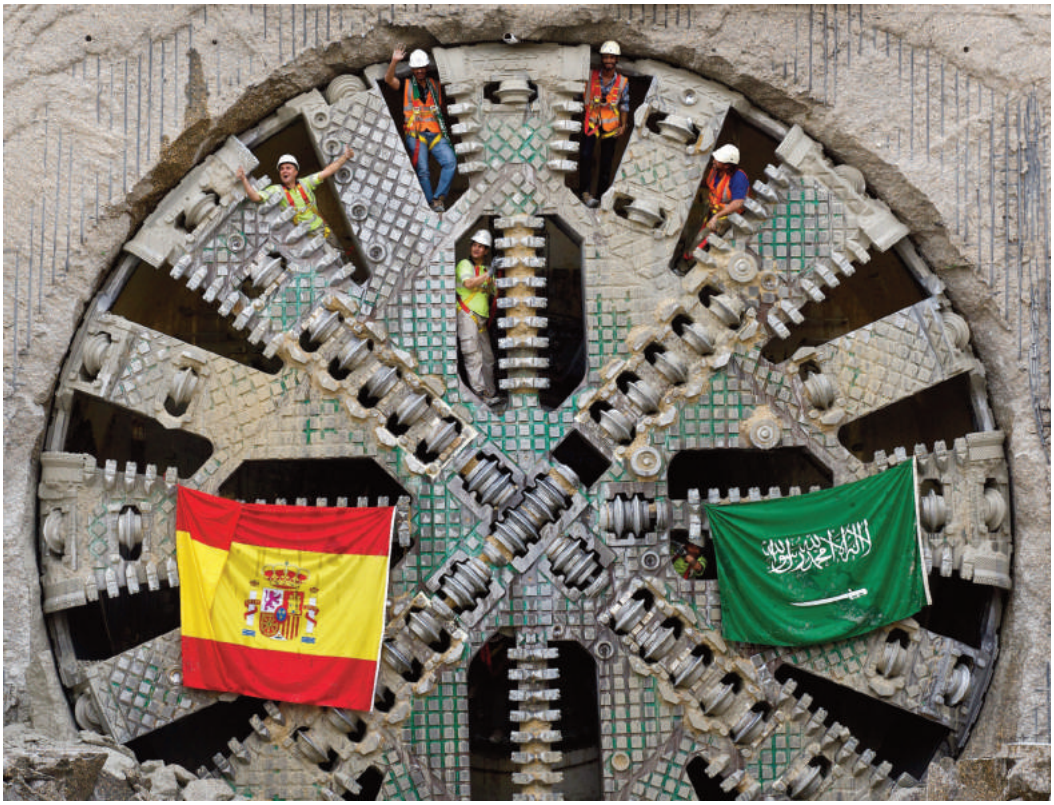
Ante este desafío de futuro, las autoridades saudíes diseñaron una estrategia para cambiar de modelo y crear un nuevo sistema de transporte público masivo que tuviera un impacto decisivo en la movilidad de la capital. Esta estrategia cristalizó en el proyecto Rey Abdulaziz para el Transporte Público en Riad, aprobado a finales de 2011, que contemplaba el desarrollo de una red de metro y otra paralela de autobús, capaces de integrar todos los distritos de Riad y reducir la dependencia del petróleo, con un fin revolucionario: elevar la cuota del transporte público urbano desde el 2% actual hasta el 20% a finales de la década, lo que eliminará 250.000 viajes diarios en coche particular. Es un proyecto innovador en Arabia Saudí con un componente de experimento sociológico, ya que aspira a cambiar los hábitos de movilidad de los riadenses, sin cultura de transporte público y habituados a moverse en vehículo privado.

En 2013, la Autoridad para el Desarrollo de Riad (ADA) convocó el concurso para desarrollar el que hoy está considerado como el mayor sistema de transporte urbano del mundo en construcción. La espina dorsal del sistema es el metro, una red de 176 kilómetros distribuidos en seis líneas y 85 estaciones, automática, con capacidad para 1,1 millones de pasajeros/día al inicio de la operación y 3,6 millones más adelante, y con una singularidad que la hace única: las seis líneas se construyen en su totalidad de forma simultánea partiendo desde cero y en un plazo de cinco años, algo nunca acometido antes en ninguna ciudad en tan poco tiempo, y que contrasta con los metros tradicionales, construidos a partir de una línea inicial y luego ampliados durante décadas con nuevas líneas. El segundo componente del futuro sistema de transporte de Riad es una red de autobuses conectada al metro, que cubrirá 1.200 kilómetros de rutas y podrá transportar a 900.000 pasajeros/día en un millar de vehículos.

Con un presupuesto estimado en más de 20.000 M€, el proyecto del metro, dada su magnitud, se dividió en tres lotes, a desarrollar mediante contratos EPC (*Engineering, Procurement & Construction*, es decir, diseño, suministro y construcción) y metodología *fast-track* (el diseño del proyecto y la ejecución de la obra se realizan de forma solapada, lo que mejora los plazos), que se adjudicaron a finales de 2013 a tres consorcios: BACS, liderado por una empresa estadounidense, que construye el lote 1 (líneas 1 y 2, con 63,3 km), ANM, encabezado por una compañía italiana, que ejecuta el lote 2 (línea 3, con 41,7 km), y FAST, dirigido por la española FCC, contratista principal del lote 3 (líneas 4, 5 y 6, con 64,1 km). El proyecto tiene un fuerte componente español, ya que al liderazgo del tercer consorcio se suma el relevante papel de las ingenierías: Typsa e Idom son responsables principales –junto a dos compañías más– de los proyectos de diseño y constructivo de cuatro de las seis líneas (4, 5 y 6 en el primer caso y 3 en el segundo), y otra media docena de ingenierías desarrolla trabajos para los tres lotes. Asimismo, 30 empresas españolas especializadas operan en el consorcio FAST gracias al "efecto arrastre". Además, Indra implanta la tecnología de billetaje y control de accesos en todo el sistema, en el que ha sido considerado como el mayor contrato de *ticketing* del mundo.



Mapa de la futura red de metro de Riad.



Cabeza de corte de la tuneladora Dahfrah tras completar un tramo de la excavación.

Transcurridos algo más de cuatro años desde el inicio de la obra (abril de 2014), el trazado de la futura red está totalmente perfilado en los distritos de Riad que cruza, una vez que la obra civil encara la recta final: los túneles están perforados (73,4 km, 37 de ellos ejecutados por siete tuneladoras) y la mayoría de los viaductos alzados (83,8 km), mientras progresa la construcción de 85 estaciones (50 subterráneas, 31 elevadas y 4 en superficie) y siete cocheras-taller. Actualmente se realizan los trabajos de instalaciones electromecánicas y ferroviarias (vía, electrificación, señalización, seguridad, ventilación, etc.). El grado de ejecución del proyecto ronda el 75% y según el cronograma oficial la red se estrenará en 2019 y estará totalmente operativa en 2021.

El lote 3

De los tres lotes del proyecto, el que desarrolla el consorcio FAST es el de mayor longitud de obra (64,1 kilómetros, casi el 37% de la red) y el de segundo mayor presupuesto (6.700 M€). Está formado por tres líneas: línea 4 (amarilla), de 29 kilómetros, que enlaza el distrito financiero Rey Abdalá con el aeropuerto Rey Khaled, discurre sobre todo elevada (17,3 km), con tramos a nivel y en túnel, incluyendo ocho estaciones; línea 5 (verde), de 13,7 kilómetros, con un desarrollo norte-sur a lo largo de uno de los grandes ejes del centro histórico, discurre casi totalmente en túnel e incluye 11 estaciones soterradas y un complejo de cocheras bajo tierra en el extremo norte; y línea 6 (violeta), de 21,4 kilómetros, comparte el tramo inicial con la línea 4 y luego gira hacia el sureste situándose sobre un importante eje norte-sur, se ha construido mayoritariamente elevada con un tramo en túnel e incluye seis estaciones.

La construcción de estas tres líneas, al igual que el resto del proyecto, progresa de acuerdo a lo planificado y actualmente está ejecutado el 75% del contrato, según datos de junio. Todos los trabajos de obra civil a lo largo del trazado están acabados (32,3 kilómetros de viaductos, 22,6 de túneles y 9,2 en superficie). Sobre la nueva plataforma se acomete desde hace meses el montaje de vía, que según fuentes del consorcio "ya está próximo a su final", y se desarrolla la instalación de la superestructura ferroviaria. El grueso de las obras se concentra ahora en las estaciones y las cocheras-taller, donde progresan los trabajos de instalaciones electromecánicas y arquitectura, mientras en la superficie se despliegan actuaciones de integración urbanística. Además, en algunos tramos se han realizado las pruebas dinámicas iniciales con el primero de los 69 trenes que debe suministrar el fabricante adscrito al consorcio. Según las previsiones, la obra de este lote estará finalizada en su gran mayoría a finales de 2019.

La ejecución de una obra de estas magnitudes en un plazo tan ajustado es el mayor desafío que afronta el con-

La línea más larga

El proyecto del metro de Riad lo completan dos lotes: el lote 1, formado por las líneas 1 (mayoritariamente subterránea) y la línea 2 (en superficie), que suman 63 kilómetros y 35 estaciones, y es ejecutado por el consorcio BACS con un presupuesto superior a 8.000 M€; y el lote 2, integrado por una única línea, la 3, que con 42 kilómetros es la más larga de la red, mayoritariamente elevada (27,7 km) e incluye 22 estaciones, estando a cargo del consorcio ANM con un presupuesto de 5.900 M€. Entre las siete empresas de este consorcio figura la consultora e ingeniería vasca Idom, co-responsable del diseño y el proyecto constructivo de la línea, tareas a las que ha destinado más de 350 técnicos de ingeniería civil, industrial y arquitectura.

El trazado de la línea 3 se ha diseñado en viaducto en la zona oeste, discurre soterrado en la parte central y se desarrolla a nivel en la zona este, a lo largo de la mediana de una autopista. La parte central incluye un tramo en túnel de 5,3 kilómetros, perforado por la tuneladora Jazlah a razón de casi 600 metros/mes, que completó su labor en enero de 2017. La máquina atravesó terrenos calizos con potencial riesgo kárstico y zonas con riesgo de bolsas freáticas a un nivel poco profundo relacionadas con filtraciones de los servicios –el mismo escenario que la línea 5–, circunstancias que obligaron a realizar un modelado geotécnico detallado y a dimensionar el túnel bajo esa condición de contorno. El resto de la obra subterránea son falsos túneles.

La mayor parte de los viaductos se han diseñado con tipología isostática y han sido ejecutados mediante dovelas colocadas con hasta seis vigas de lanzamiento distintas. En las zonas donde la urbanización o las condiciones de tráfico han exigido la ubicación de pilas más allá de la distancia admitida para vanos isostáticos se han diseñado estructuras singulares con dos tipologías: estructuras continuas de tres vanos, con luz central de 50 metros y laterales de 37 metros; y estructuras en avance en voladizo de tres vanos, con luz central variable desde 72 hasta 95 metros y laterales de 59 metros.

En este lote 2 Idom ha proyectado 20 estaciones de cuatro tipologías (9 elevadas, 7 subterráneas profundas, 3 enterradas y un intercambiador). Las estaciones enterradas, para obviar el problema del nivel freático en superficie, han sido diseñadas como estancas. Para las estaciones profundas, formadas por cuatro niveles cerrados por una contrabóveda, se ha creado un prototipo (con tipologías de subterránea estrecha y subterránea ultra-estrecha) dadas las limitaciones geométricas impuestas por las estrechas calles del barrio de Batha. Las elevadas se han diseñado a partir de pórticos sobre los que se ubica el vestíbulo, de los que arrancan los pilares que sustentan la viga que constituye el andén. El diseño de todas ellas, de gran sencillez para facilitar la orientación, con un tratamiento inteligente de la luz y potente climatización, se completará con la integración de la estación en el tejido urbano, creando en el exterior zonas sombreadas para pasear muy apreciadas debido al clima.



sorcio, más aún en un país con importantes retos logísticos y de recursos humanos. A este reto se suma, en clave interna, otro no menos complejo, como es la gestión de un consorcio multinacional formado por ocho empresas de seis países (España, Corea del Sur, Francia, Holanda, Reino Unido y Arabia Saudí) y por unos 8.000 empleados de 38 nacionalidades, que hablan 22 lenguas diferentes. En este sentido, la coordinación de actividades de un equipo multidisciplinar tan amplio y multicultural es básica para desarrollar con eficacia la planificación y la gestión



Tramo en viaducto con estación elevada y las vías ya instaladas en la línea 6.

diaria del contrato. La aportación española a este heterogéneo equipo se cifra en unas 400 personas desplazadas por FCC de forma permanente, con picos de hasta 1.500 en los momentos álgidos, y en unos 110 técnicos de Typsa, con un despliegue máximo de 250, contando en ambos casos con la involucración de otros departamentos corporativos, tanto con trabajos en remoto como con viajes de apoyo *in situ* a Riad. A estas cifras hay que sumar el personal de las empresas españolas subcontratadas.

Túneles, viaductos y estaciones

El lote 3 incluye un importante conjunto de obras subterráneas, con una longitud total de 22,6 kilómetros entre las tres líneas, que se han ejecutado mediante distintos sistemas (tuneladora, nuevo método austriaco y falso túnel). La actuación más compleja ha correspondido a la línea 5 al desarrollarse casi íntegramente en túnel (12,9 km sobre 13,7 km) en una céntrica zona urbana densamente poblada, con las estaciones y los pozos intermedios excavados a



▶ *Tramo en túnel, ya perforado y revestido con dovelas de hormigón, de la línea 5.*

cielo abierto, lo que ha condicionado los desvíos del tráfico y de servicios afectados. Otros condicionantes relevantes, además de los plazos, han sido las características geotécnicas del subsuelo, un macizo calizo altamente fracturado con presencia de cavidades kársticas y materiales agresivos para el hormigón, y la compleja hidrogeología local, con un nivel freático cambiante que alterna zonas sin agua con otras que han requerido medidas para impermeabilizar el túnel y las estaciones. La aportación de la ingeniería –realización de un estudio hidrogeológico integrado de las tres líneas para evaluar la evolución del nivel freático y análisis particulares de estructuras en su interacción con el terreno y el agua–, que ha mejorado el conocimiento del terreno, ha permitido implementar soluciones técnicas para afrontar los problemas de gestión del agua y de protección de estructuras enterradas.

Para ejecutar esta obra, FCC ha operado con dos tuneladoras TBM de escudo simple, de 9,77 metros de diámetro, que han construido la sección completa del túnel a una profundidad de 25-30 metros, revistiéndolo de más de 7.300 anillos de dovelas de hormigón. Ambas máquinas, bautizadas como *Dahfrah y San'ah*, se han repartido la perforación del trazado, dividido en tramo central (7,2 km) y tramo norte (4,8 km) –a su vez subdivididos en secciones de excavación por las 10 estaciones subterráneas atravesadas y por los dos pozos de montaje–, más la conexión del túnel norte con las cocheras, ejecutado mediante un falso túnel (850 m) en el que se integra otra estación. Sus viajes subterráneos, realizados durante un año, concluyeron con éxito a mediados de 2016, habiendo alcanzado avances medios superiores a 550 metros/mes, con un récord de 54,4 metros en un día. *Dahfrah,* primera tuneladora del proyecto del metro en iniciar la excavación, ha sido también la primera TBM en operar en Arabia Saudí.

Otro elemento de la obra civil, el trazado elevado, ha consistido en la construcción de 33,3 kilómetros de viaductos, a lo largo de las líneas 6 (17,3 km) y 4 (16 km), que ya se alzan en su totalidad en las calles y en la periferia de Riad. Pese a la gran variedad de vanos que presentan estas estructuras, los más habituales son de 36 metros, siendo el más largo de 120 metros. Como rasgo característico de los viaductos, para su ejecución se han utilizado todas las tecnologías de producción masiva de puentes en un mismo proyecto y de forma simultánea en el tiempo: cimbrados *in situ*, vigas prefabricadas con montaje convencional, voladizos sucesivos, lanzamiento de dovelas y lanzamiento de vigas sobre el propio tablero construido. La elección de cada sistema constructivo ha dependido del emplazamiento de la estructura y ha buscado minimizar el espacio de trabajo requerido y la afección al tráfico. Según fuentes del consorcio, el empleo de este sistema ha permitido realizar un análisis técnico-económico de los pros y contras de cada metodología, que será muy útil para futuros proyectos de viaductos en otros países.

En paralelo a estos trabajos, el consorcio FAST también ha finalizado la construcción de las estructuras de las 25 estaciones y las dos cocheras-taller previstas en el proyecto de obra civil, sobre las cuales se desarrollan ahora los trabajos de instalaciones electromecánicas y arquitectura. Análogamente a los otros lotes, en las líneas del lote 3 se



Tramo elevado del trazado de la línea 4 situado en la mediana de una autopista urbana.

Singularidades del proyecto

Automatización. *El metro automático (sin conductor) ya está en servicio en varias ciudades, pero el de Riad será, con 176 kilómetros, el más largo del mundo. Esta tecnología está basada en un sistema de señalización y control ferroviario, apoyado en la comunicación vía radio tren-vía y gestionado automáticamente desde un centro de control, que permite reducir el intervalo entre trenes (por ejemplo, cada 90 segundos), manteniendo la seguridad de la línea y aumentando así su capacidad, algo decisivo en horas punta.*

Energía. *El proyecto de Riad apuesta por la sostenibilidad ambiental, destacando el empleo de placas fotovoltaicas en estaciones y cocheras que ayudarán a reducir el impacto energético de su funcionamiento y ahorrarán hasta un 20% del consumo. Los trenes incorporarán un innovador sistema de recuperación de energía que "devolverá" a la red la energía de frenado de los convoyes al llegar a las estaciones.*

Estaciones. *La red tendrá 85 estaciones, equipadas con avanzados sistemas de confort, seguridad e información, además de wifi universal. Cuatro de ellas, diseñadas por prestigiosos arquitectos, serán los iconos de la red y actuarán como intercambiadores. Los sistemas de climatización de las estaciones se han diseñado para mantener la temperatura interior dentro de los niveles de confort humano, cuando en el exterior pueden alcanzarse los 50º. También los túneles incorporarán sistemas de ventilación para hacer frente, mediante sobrepresión, a las tormentas de arena que sufre Riad.*

Material móvil. *Tres grandes fabricantes suministrarán los 190 trenes de la red, que tendrán un diseño unificado y estarán identificados por el color de la línea en la que circularán. Con una velocidad punta de 80-90 km/h y capacidad para 230 pasajeros, cómodos, totalmente accesibles y con wifi, los trenes se han diseñado para adaptarse al rigor climático de Riad, manteniendo una temperatura interior de 25º.*

Innovación constructiva. *La obra de Riad es escenario del uso de tecnologías constructivas avanzadas, algunas de ellas inéditas en Arabia Saudí, como la perforación con tuneladoras o el sistema de lanzamiento de vanos completos en los viaductos. Para la vía en placa se ha empleado un sistema automatizado que construye la plataforma y monta las vías de forma cuatro veces más rápida que los sistemas convencionales. En diseño, las ingenierías han generalizado el uso de la metodología Building Information Modeling (BIM) para facilitar la coordinación de los proyectos entre equipos dispares y la integración de las distintas disciplinas que intervienen en la obra, lo que ha permitido desarrollar los proyectos con altos niveles de calidad y en los plazos establecidos.*

han construido cuatro tipologías de estación: 12 subterráneas (profundas y superficiales), ocho elevadas y cinco en superficie, de las cuales seis conectan con otras líneas. Como singularidad, en las estaciones subterráneas de la línea 5, ejecutadas a 30 metros de profundidad y divididas en tres niveles, se ha implementado un innovador sistema que ha permitido ejecutar gran parte de las estructuras, al tiempo que se evacuaban los materiales procedentes de la excavación del túnel en otras zonas, con un notable ahorro de plazos. Por otro lado, en las estaciones elevadas, los sistemas de climatización se están sobredimensionando con respecto a los metros de otras ciudades para afrontar el "efecto invernadero" provocado por las fachadas de vidrio que, por cuestiones arquitectónicas y estéticas de integración urbana, las revestirán.

Todos los trabajos de construcción acometidos por el consorcio desde 2014 han exigido un importante esfuerzo de logística para el suministro de materiales desde los dos parques logísticos hasta los distintos tajos de la obra y para la retirada de escombros, así como el desarrollo de un plan coordinado con las autoridades locales para realizar los desvíos, con el objetivo de minimizar las afecciones al tráfico. Desde el consorcio, además, se destaca que durante la realización del proyecto se han superado los 15 millones de horas de trabajo sin que se hayan producido accidentes laborales, un registro que responde en buena medida a los elevados estándares de seguridad y salud en el trabajo aplicados en la obra, inéditos en Arabia Saudí. El propio cliente desea que estos estándares sirvan de referente para su aplicación como buenas prácticas en las obras futuras en este país. ▮

Marina Mercante

Begoña Olabarrieta. Fotos: Salvamento Marítimo

Salvamento Marítimo es, 25 años después de su fundación, un referente internacional entre los servicios de guardacostas. Cerca de 310.000 personas atendidas, la vigilancia cada año de una superficie marítima asignada equivalente a tres veces el territorio nacional, 1.500 profesionales trabajando en sus 20 centros y sus campañas de prevención y seguridad hacen del salvamento español lo que es hoy.



Ver una salvamar en nuestras costas o imágenes de rescates en situaciones extremas son escenas a las que ya estamos habituados, pero la salvaguarda del mar no siempre fue así: un servicio profesionalizado y dedicado en exclusividad al salvamento y la lucha contra la contaminación.

Sus orígenes hay que buscarlos en las sociedades benéficas de náufragos del siglo XIX formadas por voluntarios, marinos y pescadores, que acudían a las llamadas de socorro de los navíos con sus propias embarcaciones.

No será hasta 1880 cuando se cree la primera Sociedad Española de Salvamento de Náufragos, siguiendo el ejemplo de otras similares que ya iban surgiendo en distintos países europeos; pero los medios eran pocos, la formación inexistente y las dotaciones económicas muy escasas: 15 años después de su creación disponía de 30 botes y 1.000 voluntarios para cubrir todo el territorio.

Aun así, gracias al despliegue de centros locales, que rara vez se coordinaban entre sí, el salvamento se fue organizando poco a poco hasta que, en la España de 1940, sea la Armada quien asuma esta tarea. En 1970, después de haber sobrevivido casi un siglo, aquella sociedad de náufragos se extingue definitivamente y pasa el testigo a la Cruz Roja del Mar.

Eran unos años en los que tráfico marítimo aumentaba rápidamente entre mares y fronteras, y la necesidad de un protocolo de actuación común en caso de rescate y de vigilancia se concretó en el llamado Convenio SAR (búsqueda y rescate, por sus siglas en inglés) 79, resultado de una conferencia celebrada ese año por la Organización Marítima Internacional (OMI), en la que se creó el actual modelo de actuación que hoy siguen todos los estados ribereños del planeta. España no podía quedarse fuera, pero tenía que ponerse al día si quería estar dentro del acuerdo.

Aún pasarían algunos años más hasta conseguirlo, y así llegó la Ley 27/92 de Puertos del Estado y de la Marina Mercante “para la creación de una sociedad estatal de-



Salvamento Marítimo vigila una superficie marina equivalente al triple del territorio nacional.

SALVAMENTO MARÍTIMO CUMPLE UN CUARTO DE SIGLO

25 años vigilando el mar



Remolcador de altura Clara Campoamor *de Salvamento Marítimo.*

nominada Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima", aprobada en el Parlamento con el apoyo de todos los grupos, abriendo una nueva era.

Cien años después de aquella primera Sociedad Española de Náufragos, la creación de un organismo único que coordinara todas las entidades de SAR se hacía realidad.

El preestreno

Un mes después de la publicación de ley, la incipiente Sasemar, aún no constituida como tal, se enfrenta a su primera gran emergencia. Un petrolero que transportaba 79.081 toneladas de crudo hacia A Coruña encalló frente a la torre de Hércules, próxima a la entrada del puerto, partiéndose en dos secciones y liberando su peligrosa carga.

Se activó entonces el Convenio SAR 97, se coordinaron todos los medios y se actuó con rapidez. Los 28 tripulantes del buque pudieron ser rescatados, y los vecinos del barrio más próximo fueron evacuados ante la nube de humo procedente del barco que cubrió durante varias horas el cielo de la ciudad. La marea negra resultante afectaría a más de 300 kilómetros de costa.

Cuando finalizó la operación, la organización SAR española recibió la felicitación de las autoridades de la UE. Fue el preestreno de una nueva manera de hacer las cosas

Oficialmente, la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima abrió sus puertas en abril de 1993 en una pequeña oficina improvisada, con un director y un director financiero, como único personal adscrito; al finalizar aquel año la plantilla contaba con 132 personas, disponía de 11 buques de salvamento, 18 embarcaciones de intervención rápida salvamares, 4 lanchas de limpieza y 3 helicópteros con base en A Coruña, Jerez de la Frontera y Las Palmas de Gran Canaria.

Los primeros equipos de comunicaciones y de vigilancia radar también se instalaron antes de finalizar ese año, pero de manera urgente y provisional, en espacios cedidos por las autoridades portuarias o por las nuevas capitanías

El Convenio SAR 79

La vigilancia de las costas y la prestación de auxilio a las vidas en peligro traspasan las fronteras nacionales y se realiza de forma conjunta y bien coordinada por los estados ribereños. Es una red mundial, perfectamente comunicada, con procedimientos operativos uniformes capaces de abarcar toda la superficie oceánica del planeta.

Así se estableció en el Convenio SAR (Search And Rescue) de 1979, un acuerdo promovido por la Organización Marítima Internacional con el objetivo prestar asistencia a todos los países costeros del mundo en la organización de sus sistemas de búsqueda y salvamento, mediante actividades de cooperación e intercambio, consiguiendo el uso eficaz de los recursos disponibles.

La calve del Convenio SAR79 era, y es hoy en día, la coordinación de todos los medios susceptibles de ser empleados en una emergencia marítima, y también entre estados para alcanzar un sistema mundial integrado de Salvamento Marítimo. España firmó el Convenio SAR 79 en marzo de 1993, el año en que se creó Salvamento Marítimo, entrando así en la red internacional coordinada de rescate en el mar.



Salvamento Marítimo cuenta con 73 unidades marítimas, 11 helicópteros, 4 aviones y una red de 20 centros y 6 bases estratégicas.

marítimas, a la espera de que los edificios definitivos fueran concluidos y entregados.

Poco a poco la sociedad tomaba cuerpo y, el hoy rey emérito, Juan Carlos I, daba su apoyo institucional al nuevo organismo, inaugurando en mayo de 1993 el Centro de Seguridad Marítima Integral "Jovellanos" –el espacio de formación de Salvamento ubicado en la localidad asturiana de Veranes–, el Centro Regional de Coordinación (CRCS) del Mediterráneo Norte en Barcelona y el edificio del CRCS del Cantábrico Occidental en Gijón.

En aquellos primeros años Sasemar evolucionaba, crecía y sus intervenciones se diversificaban. El aumento de las actividades náuticas y de recreo hacía necesario actuar más allá de los grandes buques, se lanzan las primeras campañas de verano de prevención y concienciación, y la vigilancia contra la contaminación se hace cada vez más importante.

Pero será en invierno de 2003 cuando otro accidente frente a las costas gallegas ponga de manifiesto la necesidad de aumentar los recursos para ser más eficaces ante situaciones similares, y así, a mediados de noviembre de 2003, el Ministerio de Fomento sometió a revisión el IV Plan Nacional 2002-2005 para potenciar a la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima con medios más adecuados, especialmente aquellos destinados a la detección, recogida y almacenamiento de vertidos de hidrocarburos en el océano.

Se implantó entonces un Plan Puente que no fue un mero adelanto financiero, sino que supuso lo que algunos han denominado la "segunda fundación", consiguiendo el salto desde una organización sólida y de tamaño medio, hasta un organismo mucho más avanzado y competente.



Las abuelas de las salvamares

Hoy Salvamento Marítimo atiende las emergencias 24 horas al día, siete días a la semana, pero el auxilio en el mar no siempre fue así.

Durante siglos, pescadores y tripulantes quedaron a su suerte, o a la de quienes tuvieran a bien ayudarles si sufrían un percance en el mar. Ya en 1861, antes de que se creara la Sociedad Española de Náufragos, el Ministerio de Fomento de aquel entonces recibía la petición de crear algún tipo de sociedad benéfica dedicada a prestar este auxilio. La respuesta fueron 13 embarcaciones, las 'abuelas' de las actuales, versátiles y rápidas salvamares.

Puertos como los de Bilbao, Barcelona, València, A Coruña o Cádiz recibieron estos botes de última generación traídas desde el Reino Unido. Pero, según se relata en los registros, tan modernos y bonitos eran que algunas autoridades locales los guardaron como su más preciado tesoro.

Como cuenta Juan Carlos Arbex en su libro El Salvamento Marítimo en España,15 años de historia *(publicado con motivo de ese aniversario), "del bote británico destinado a Cádiz poco se supo a partir de su llegada. Nadie sabía dónde lo habían guardado celosamente las autoridades cuando el buque* Mismosa *naufragó y sus tripulantes tuvieron que ser rescatados mediante botes convencionales".*

Apoyo institucional

El pasado junio, en uno de sus primeros actos públicos como nuevo ministro de Fomento, José Luis Ábalos acudía, junto con una representación de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima, a una recepción ofrecida por Felipe VI en palacio de la Zarzuela con motivo del 25 aniversario. Un acto en el que se reconocía, al máximo nivel, la labor que realizan.

Ábalos destacaba entonces cómo "durante estos años Salvamento Marítimo ha llevado a cabo diferentes operaciones relacionadas con proteger la vida humana en la mar, la lucha contra la contaminación marina y el control del tráfico marítimo en unas aguas asignadas internacionalmente a España, que suponen tres veces el territorio nacional".

Pocas semanas más tarde, el titular de Fomento visitaba los centros de coordinación en Tarifa y Algeciras y dos de sus embarcaciones, la Salvamar Arcturus y el buque Luz de Mar, poniendo de relieve el "esfuerzo de los trabajadores de Salvamento Marítimo en estos días debido al aumento de rescate de personas en pateras que se ha producido".

José Luis Ábalos mostraba una vez más su apoyo a la labor de salvamento con un anuncio: al concluir este año el Plan Nacional de Salvamento 2010-2018, el Gobierno tiene la intención de aprobar un nuevo marco normativo en el Plan Nacional de Salvamento 2019-2021, que "asegurará las inversiones necesarias para el mantenimiento de un servicio imprescindible para la seguridad de nuestros mares".

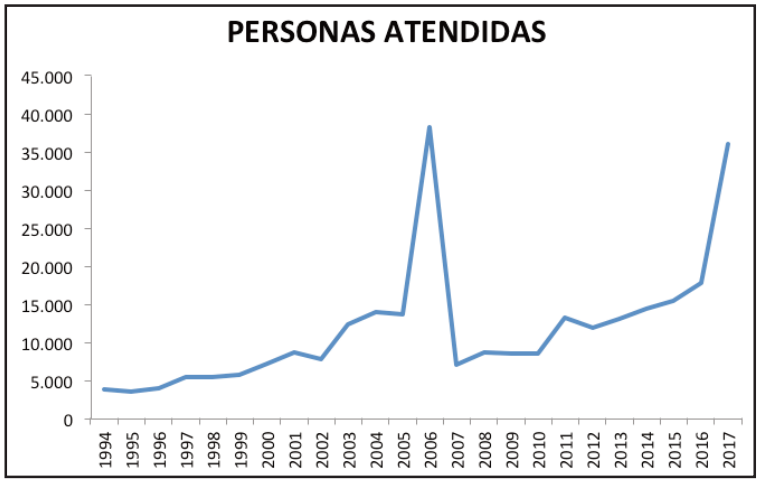
Salvamento del siglo XXI

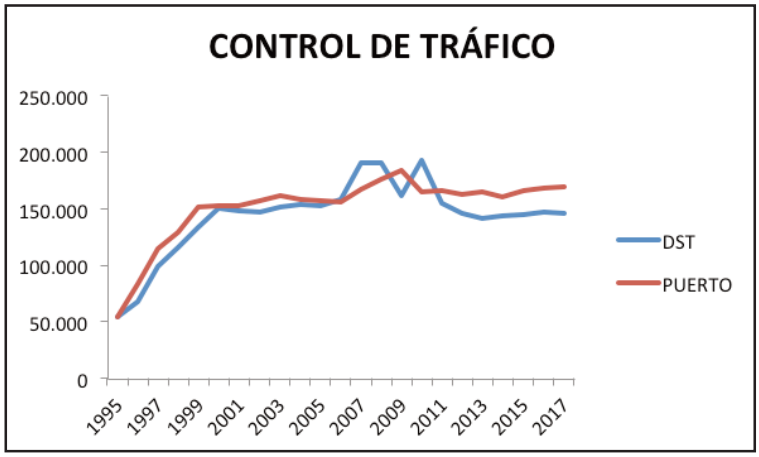
Fueron años de inicio y escasos medios pero hoy, un cuarto de siglo después, Salvamento Marítimo se ha consolidado como garante de la seguridad, la vigilancia y la prevención frente a la contaminación.

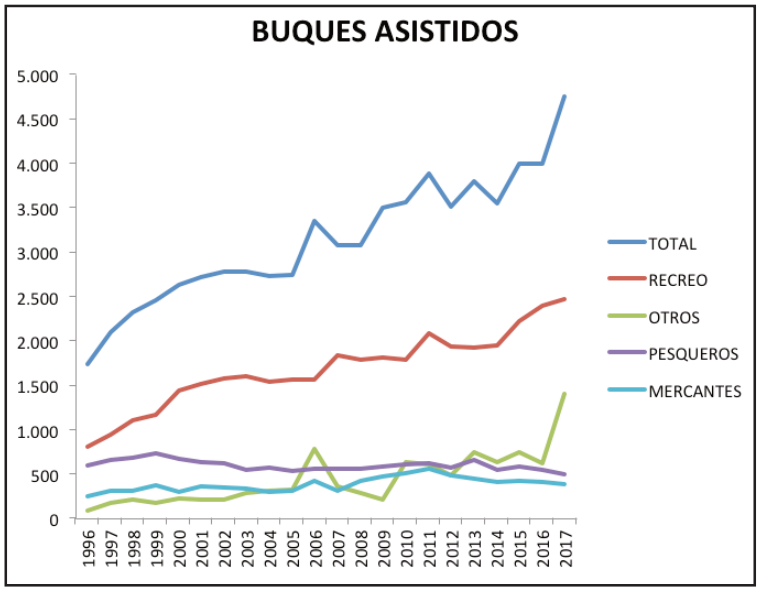
Los diversos planes nacionales que se han ido aprobando periodo a periodo (en la actualidad se está desarrollando el séptimo, que corresponde a 2010-2018), le han ido dotando de recursos humanos y materiales, sedes en propiedad, efectivos aéreos y marítimos, más formación a sus cuadros en el centro de formación Jovellanos y mayor proyección internacional.

En la actualidad el salvamento se organiza a través de una red coordinada de 20 centros que dan respuesta a las emergencias, con una flota compuesta por 73 unidades marítimas de diferentes características: 4 grandes buques polivalentes diseñados para el salvamento, la lucha contra la contaminación y recogida de hidrocarburos; 10 remolcadores que aseguran la capacidad de dar remolque a buques e intervenir en grandes siniestros, 4 guardamares y 55 salvamares, las más rápidas en llegar ahí donde haga falta.

Una batería de efectivos que se complementa por aire, con 11 helicópteros que son activados para dar respuesta







Desde el comienzo de actividad de Salvamento Marítimo ha atendido, en todo el territorio nacional a una media de 33 personas al día. Asimismo, se ha asistido a una media de 8 buques al día, y se han controlado, en los dispositivos de separación de tráfico (DST) y en el ámbito del tráfico portuario, un promedio de 800 buques al día.



La lucha contra la contaminación, el rescate de personas y el control del tráfico marítimo son algunas de las competencias asignadas a Salvamento Marítimo.

a las emergencias que necesitan una actuación inmediata por las condiciones de gravedad, supervivencia o evacuaciones médicas, en que se encuentran vidas en peligro.

A ellos se unen 3 aviones incorporados en 2007, equipados con la más avanzada tecnología, que se emplean para la localización de náufragos y embarcaciones en la mar, la detección de vertidos en el medio marino y el seguimiento e identificación de los buques infractores.

Son aeronaves que pueden patrullar durante más de 9 horas, llegando a intervenir en operaciones con un alcance superior a los 3.706 kilómetros y un radio de acción de 1.853 kilómetros, con una velocidad de 437 kilómetros por hora. Sus equipos son los más modernos del momento.

Para cerrar el círculo, hay 6 Bases Estratégicas donde se almacena y mantiene el material de lucha contra la contaminación y salvamento, preparado para poder ser desplazado al lugar de la emergencia con la mayor efectividad posible.



Educación y prevención

Desde sus inicios Salvamento Marítimo apostó por la educación y la prevención como la mejor manera de evitar accidentes en el mar y de luchar contra la contaminación.

Ya en 2005 puso en marcha una iniciativa interesante: cursos itinerantes destinados a los pescadores y sus entornos familiares, para ahondar en la seguridad del sector. Aquella campaña se centró en puertos pesqueros de Galicia, Andalucía e islas Canarias, buscando la complicidad de los entornos de los trabajadores con el objetivo de explicar la importancia de usar el chaleco salvavidas.

Hoy, en la era de las redes sociales, la iniciativa tiene su propio *hagstag* "#CampañaPonteElChaleco", y se difunde en Twitter y en Facebook, dando consejos útiles para conseguir reducir la siniestralidad.

También tiene su propia etiqueta la campaña "#MaresLimpios", con la que Salvamento Marítimo se adhiere al lema del Día Mundial de los Océanos propuesto por la ONU: "Limpiemos nuestros océanos", que busca impulsar iniciativas para prevenir la contaminación por plástico y soluciones para unos mares libres de residuos. En verano y coincidiendo con una mayor afluencia a playas, y costas se intensifican los mensajes y consejos y se difunde el Decálogo Ciudadano contra las Basuras Marinas.

Y para educar a las nuevas generaciones en el respeto al medioambiente marino, en la campaña se presta una atención especial a los más pequeños, con un video especialmente creado para ellos y con el folleto "Un día de mar", en el que los protagonistas, Salva y Mar, repasan junto a los superhéroes de la "patrulla marítima" los principales consejos para cuidar del mar y disfrutar de la navegación y la playa con seguridad.



España referente mundial de obras de tierra

IV Seminario Internacional europeo de

Obras de tierra

Plataforma en tierras de la Autovía A-23, en Sarrión (Teruel).

Álvaro Parrilla Alcaide (DGC- Ministerio de Fomento)

Las obras de tierra constituyen un sector específico dentro del campo de la obra pública que, en general, es poco conocido y escasamente valorado, incluso dentro del ámbito de la ingeniería, pero que tiene sus propios fundamentos científicos y técnicos. De ahí la importancia de este Seminario Internacional que, ya en su cuarta edición, se celebró en Madrid el pasado mes de abril.



Maquinaria trabajando en obras de explotación de careteras en el Coll de La Teixeta (Tarragona).

Los terraplenes sobre los que se asientan las vías férreas o las autopistas, las grandes explanadas de nuestros puertos –por las que transita buena parte del comercio internacional– o alguna tipología de presa, son ejemplos de obras que podríamos denominar "de tierra", por estar construidas fundamentalmente con este material.

El concepto de obra de tierra que se maneja en la actualidad es más amplio que la literalidad de sus términos, puesto que incluye no solo a obras construidas con materiales tipo suelo, sino también con materiales rocosos. En uno y otro caso, este tipo de obras suponen una modificación del terreno natural mediante la construcción, tanto de terraplenes y pedraplenes, como de excavaciones en desmonte.

Las obras de tierra constituyen un sector específico dentro del campo de la obra pública que, en general, es poco conocido y escasamente valorado, incluso dentro del ámbito de la ingeniería, pero que tiene sus propios fundamentos científicos y técnicas. A nivel europeo y como promedio, este tipo de trabajos constituye entre el 15 y el 20% del presupuesto de la obra pública de nueva planta, cifra que se puede elevar hasta en quince puntos porcentuales en carreteras y ferrocarriles de alta velocidad de nuevo trazado.

El Seminario Internacional Obras de Tierra en Europa se celebró en Madrid los días 19 y 20 de abril de 2018, con organización y dirección del Ministerio de Fomento (Dirección General de Carreteras y CEDEX) conjuntamente con la Asociación Mundial de la Carretera y su sección española (PIARC y ATC respectivamente) y congregó a expertos nacionales e internacionales en la materia.

Se presentaron cuarenta conferencias entre ponencias y comunicaciones libres, por parte de treinta y un oradores de nueve países, que ocuparon el estrado para exponer sus conocimientos a los más de ciento cuarenta asistentes que poblaron la sala de conferencias del CETA (CEDEX), sede del evento.

El Seminario en sí, ha sido el cuarto de la serie homónima (París 2005, Londres 2009, Berlín 2012) dedicada a la evolución del proyecto, construcción y conservación de las obras de tierra en el Viejo Continente, en que se analizaron y pusieron al día los siguientes temas:

- ✔ Normativa europea en materia de obras de tierra.
- ✔ Proyectos y realizaciones especiales.
- ✔ Análisis de riesgo geotécnico.
- ✔ Adaptación de las obras de tierra al cambio climático.
- ✔ Sostenibilidad y uso óptimo de los materiales locales.

Normativa europea

En cuanto al primero de los temas, normativa europea en materia de obras de tierra, durante una década y bajo los auspicios del Comité Europeo de Normalización, CEN, especialistas de todo el continente (entre ellos los españoles) han venido trabajando juntos para tratar de alumbrar la primera norma técnica europea sobre este particular, esencial, por otra parte, como herramienta para tratar de armonizar el mercado interior en un sector que mueve cientos de millones de euros al año; el comité permanente constituido se denomina CEN-TC396 Obras de Tierra.



▶ *Terraplén de carretera inmediatamente antes de su puesta en servicio en las proximidades de Ausejo (La Rioja).*

La gran experiencia que se empezó a acumular en Europa con la eclosión de infraestructuras de comunicación acaecida desde el final de la Segunda Guerra Mundial, permitió la redacción de una serie de normas técnicas que surgieron casi al mismo tiempo y que no miraban allende las fronteras de cada país. La situación de partida y por lo tanto el panorama existente hasta la fecha, se basaba en regulaciones de ámbito nacional para la construcción de este tipo de obras, en la práctica de muy difícil extrapolación entre países, que comienzan por la clasificación de los materiales y que integran las diferentes fases de la vida útil de la infraestructura de que en cada caso se trate. Por ello, una regulación europea que pretenda la armonización técnica en este campo, debe redactarse con planteamientos abiertos y amplitud de miras por los diferentes países.

Durante la celebración del Seminario, se recibió la notificación de la aprobación formal por parte de los Estados miembros de CEN del texto completo de la norma conocida como EN16907 Obras de Tierra, dividida por el momento en seis partes de actualización quinquenal, que fue presentada de forma global por el presidente del comité CEN TC 396 y de manera monográfica por algunos de sus autores, con la que se pretende sentar las bases técnicas comunes del modo de proyectar, construir y conservar las obras de tierra en Europa. Está previsto que en el futuro se normalicen algunos otros aspectos que comprenderán partes adicionales de esta norma que, tal y como se acaba de indicar, se presentó por vez primera en Madrid, el mismo día de su aprobación.

Obras especiales y riesgo geotécnico

La segunda sesión, relativa a Proyectos y realizaciones especiales, se centró en la presentación de una serie de ejemplos concretos de grandes proyectos y obras de tierra que comenzaron por la génesis y bases teóricas y concluyeron con algunos casos de obras portuarias, ferroviarias y carreteras que fueron presentadas, bien por ingenieros de las empresas que las construyeron, o por otros que intervinieron en su proyecto o control de ejecución y comportamiento.

La sesión dedicada al análisis de riesgo geotécnico puso al día un tema cada vez más relevante en el ámbito de la ingeniería. El riesgo es un concepto genérico en el que intervienen la probabilidad de ocurrencia de determinado tipo de fallo o fenómeno concreto y las consecuencias de su acaecimiento; no sería lo mismo que, por ejemplo, un evento de lluvia extrema se produjera en una ciudad poblada por millones de personas o que lo hiciera en un lugar deshabitado. En la actualidad y con la perspectiva de los Eurocódigos (conjunto de normas europeas para la ingeniería, de carácter voluntario, redactadas por el Comité Europeo de Normalización –CEN– destinados a unificar los procedimientos de cáculo en toda Europa), los proyectos estructurales y geotécnicos se basan en buena medida en la aplicación de estos conceptos a través de variables de cálculo que los tienen en cuenta. En esta sesión se pusieron al día algunos de estos conceptos en su relación con las obras de tierra propiamente dichas.

Nuevos retos que plantea el cambio climático

¿Cómo puede afectar una hipotética subida del nivel del mar al comportamiento resistente de una explanada portuaria? ¿Están preparados los grandes terraplenes para recibir lluvias mucho más intensas y concentradas



Mesa inaugural del Seminario, con representantes (de izquierda a derecha) de Piarc (2), CEDEX (1) y Dirección General de Carreteras (1).

en el tiempo que lo que venía siendo habitual hasta la fecha? La cuarta sesión, relativa a la adaptación de las obras de tierra al cambio climático, partió de la presentación de una serie de escenarios climáticos a medio y largo plazo manejados a nivel continental y se centró en su aplicación al mundo de la obra pública construida con tierras. Se presentaron trabajos relacionados con obras de tierra y cambio climático bien con un ámbito territorial nacional (a partir de datos de AEMET) o bien, con mucho más de detalle, presentando algún ejemplo de actuación en una sección de una carretera concreta.

Sostenibilidad

La quinta y última sesión dedicada a la sostenibilidad y uso óptimo de los materiales locales fue la que congregó mayor número de comunicaciones libres. Bajo este concepto se entiende, ya con una cierta perspectiva histórica, el posible aprovechamiento para la construcción de terraplenes (inicialmente para carreteras, pero hoy de cualquier tipo) de materiales naturales o subproductos industriales que tradicionalmente se venían desechando, pero que pueden llegar a emplearse siguiendo ciertas técnicas o determinadas precauciones, con las consiguientes ventajas medioambientales y normalmente también económicas que ello acarrea.

A modo de ejemplo, la utilización para un terraplén de carretera de varios cientos de miles de toneladas de excedentes de la minería, que a menudo se acumulan formado lomas en ciertos lugares de nuestra geografía, obtendría el doble beneficio de su eliminación como escombrera y su uso –sin necesidad de recurrir a canteras o graveras– para la formación de terraplenes, por ejemplo, en una carretera de nuevo trazado. El problema tradicional que se planteaba era que estos materiales, no convencionales, pueden tener contraindicaciones para la infraestructura que soportan, por lo que se requiere de este conocimiento y puesta en común de experiencias (que pueden incluir tratamientos, confinamiento, encapsulado de tierras, etc.) en diferentes lugares y con materiales de lo más diverso.

En este sentido, la normativa del Ministerio de Fomento (Orden FOM 1382/2002, PG-3, artículo 330) fue pionera en el empleo de estos materiales, denominados como marginales, para la construcción de terraplenes carreteros. En ellos se trabaja siempre con un cierto grado de empirismo, por lo que la puesta al día de conocimientos entre técnicos de todo el continente resulta especialmente necesaria.

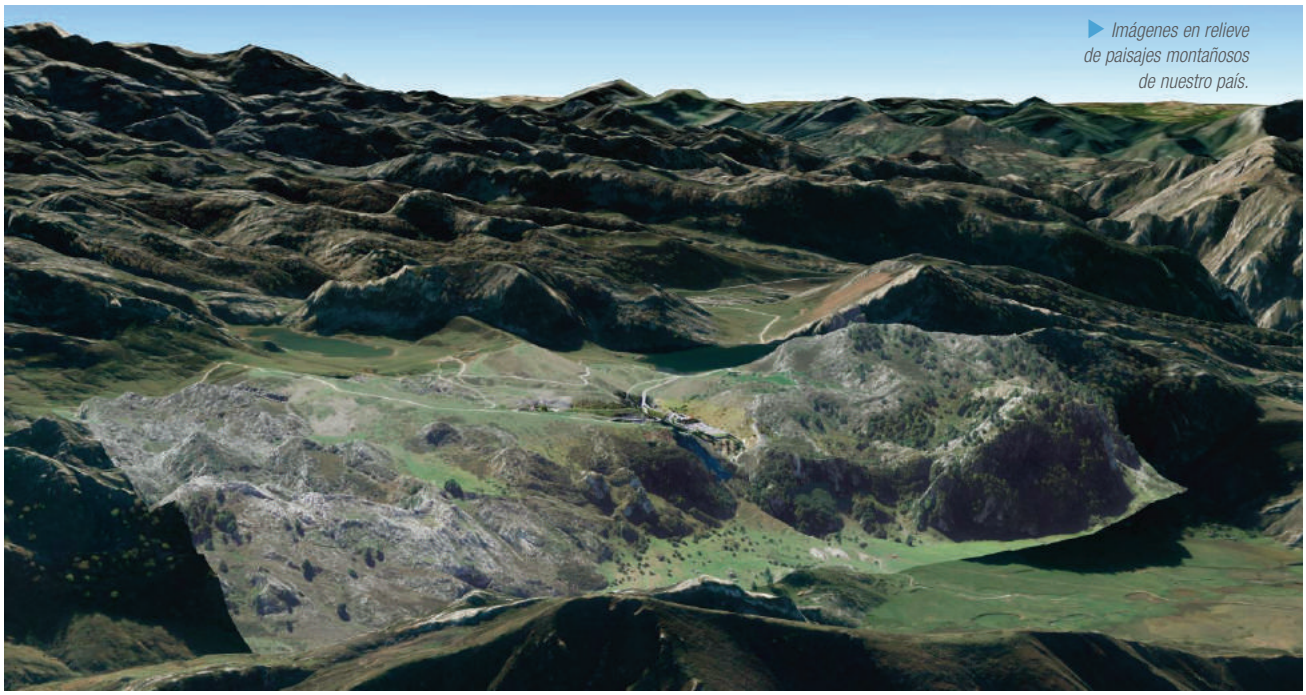
En esta quinta sesión del seminario se pusieron al día los principios generales para su empleo y se presentaron ejemplos concretos relativos a varios tipos de suelos naturales, residuos y subproductos de la industria minera. Por último y aunque fuera del ámbito geográfico del Seminario, se presentaron tres experiencias de empleo de estos materiales, procedentes de otros tantos países hispanoamericanos.

La próxima edición del seminario se celebrará en Praga 2021, donde se presentarán nuevas experiencias a este foro global de la obra de tierra, que se encuentra ya plenamente consolidado y que pretende servir como referente técnico para los profesionales del sector, no sin antes remarcar que un mejor conocimiento de la obra de tierra y sus posibilidades, redundará en un empleo más racional de los recursos naturales y económicos, que tan necesario es en el contexto de la obra pública y en el que España, referente mundial en obras de tierra, está plenamente comprometido. ▮

Cartografía

La Realidad Virtual llega al Instituto Geográfico Nacional para aportar una nueva visión de los parques nacionales

Parques Nacionales en 3D



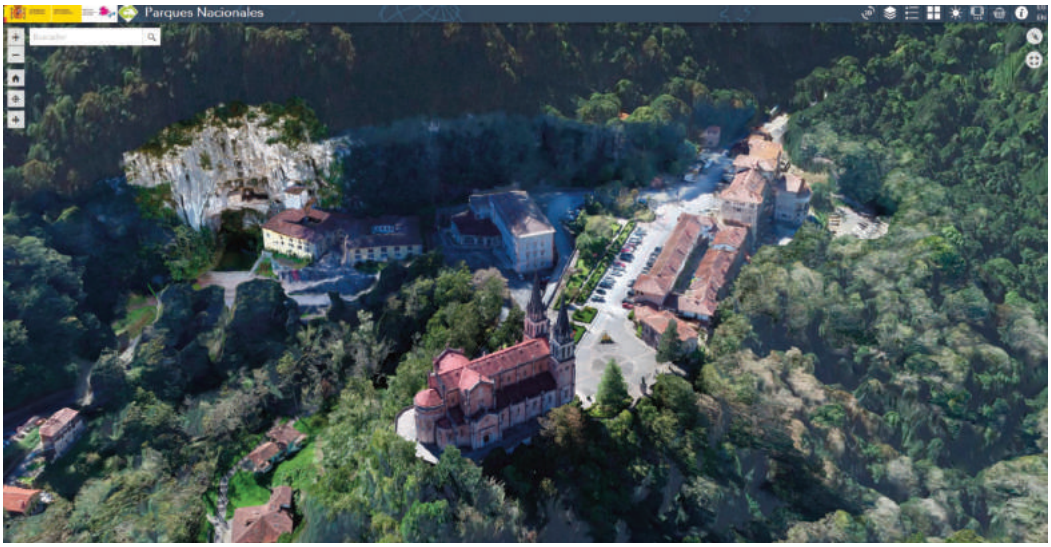
Imágenes en relieve de paisajes montañosos de nuestro país.

Redacción Fomento. Fotos: IGN

La situación actual, tan avanzada en las técnicas fotogramétricas y otras nuevas tecnologías, ha sido aprovechada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) para generar nuevos productos y servicios enfocados, tanto a los ciudadanos, como a organismos públicos y otras organizaciones.

El proyecto "Parques Nacionales en 3D" ha nacido en el año 2017 con el objetivo principal de poner al alcance de todos los ciudadanos un Geoportal web (sitio web que ofrece recursos y servicios basados en la información geográfica) que contribuya a acercarlos a los Parques Naturales y pueda serles de utilidad a la hora de planificar posibles rutas a realizar en estos espacios naturales. Un proyecto de sumo interés para el mayor número posible de personas, tanto deportistas que quieren planificar su visita a un Parque Nacional, como curiosos que tan solo buscan información, o incluso personas impedidas físicamente que puedan acercarse a la naturaleza a través de las nuevas tecnologías.

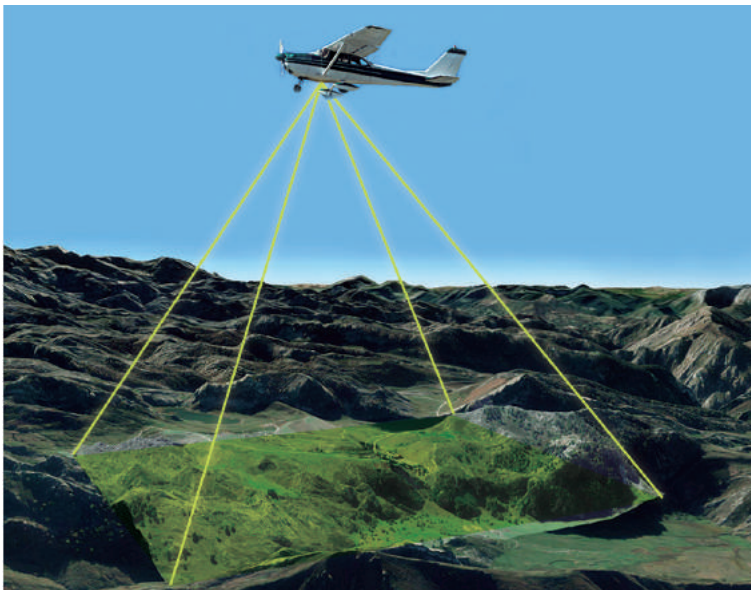
Ermitas, miradores u otros puntos de interés especial en el recorrido de los parques tienen un trato especial en el



Prototipo de visualizador de parques nacionales 3D

proyecto y para ellos se incorporan fotografías terrestres, tomadas desde drones en los que se pueden ver detalles de las fachadas u otros elementos verticales de difícil acceso, contribuyendo a que la visita al parque sea más fructífera.

Uno de los productos clave utilizados en este proyecto ha sido el de las fotografías aéreas del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea de España (PNOA), que es el resultado de un trabajo colaborativo entre varios organismos públicos estatales y regionales, coordinado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). El objetivo del PNOA es abarcar todo el territorio nacional cada 3 años, realizando fotografías aéreas digitales con un tamaño de 22 a 45 cm de pixel medio, según la importancia de las diferentes zonas. También, cada 6 años, cubrir el territorio al completo con nubes de puntos LIDAR de 1 a 2 pulsos/m^2, además de que, en ciertas zonas urbanas de la costa, u otras de mayor interés, se efectúe con fotos aéreas de 9 cm. Las fotografías del PNOA se han utilizado para generar modelos digitales 3D del terreno con datos altimétricos de gran precisión (precisión altimétrica del modelo digital, RMSz <0,20 m) por correlación superdensa de zonas extensas, lo que supone un gran ahorro en costes y tiempos de producción, dada la envergadura de los Parques Nacionales, que ocupan muchos kilómetros cuadrados. De esta forma se evita tener que realizar vuelos nuevos en toda la superficie y tan solo se realizan los vuelos de alta resolución de las zonas de mayor interés, asequibles para su realización con drones. La calidad del producto 3D resultante supone una importante mejora respecto a los productos 2.5D, obtenidos con la texturización de modelos digitales del terreno con las ortofotos.



La calidad del 3D del PNOA supone una considerable mejora respecto de la conseguida con modelos anteriores

El IGN y el CNIG colaboran con el Organismo Autónomo Parques Nacionales (OAPN) para la creación de herramientas que hagan uso de las nuevas tecnologías y de esta forma desarrollar un primer proyecto piloto destinado a explorar sus posibles aplicaciones prácticas en la visualización mediante escenas en 3D de la Red Española de Reservas de la Biosfera y la Red de Parques Nacionales. El Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Aragón) y el de Picos de Europa (Cantabria, Asturias y León) fueron los elegidos como zona piloto. Debido al éxito del proyecto se ha decidido extender al resto de

Parques Nacionales, abarcando los quince que hay en el territorio nacional.

Con todo ello se pretende alcanzar la mejor gestión de nuestros recursos naturales proporcionando al visitante un mayor número y calidad de datos y herramientas de consulta que le sirvan para poder planificar adecuadamente su visita a estos espacios singulares de nuestro territorio y hacer más enriquecedora la visita a la naturaleza.

Además, se acaba de publicar la actualización de la aplicación para móviles de Parques Nacionales que permite consultar información sobre la historia, fauna, flora y rutas de los Parques Nacionales de España, así como información adicional de puntos de interés como centros de información, alojamientos, miradores, refugios, etc., con su localización e información de contacto, utilizando para ello como fondo cartográfico los servicios web del Instituto Geográfico Nacional.



Participantes en los talleres de gafas de realidad virtual y del mapa topográfico dinámico, organizados por el IGN durante la pasada Feria del Libro de Madrid.

Nuestra visión tridimensional

Los seres humanos contamos con una visión tridimensional que se consigue gracias a la visión del mismo objeto desde dos puntos de vista ligeramente distintos. Nuestros ojos están situados en dos posiciones diferentes por lo que cada uno de ellos recoge en la retina una imagen diferente de la realidad, que una vez que se fusionan en el cerebro dan por resultado la tercera dimensión. Esta técnica se conoce como estereoscopía.

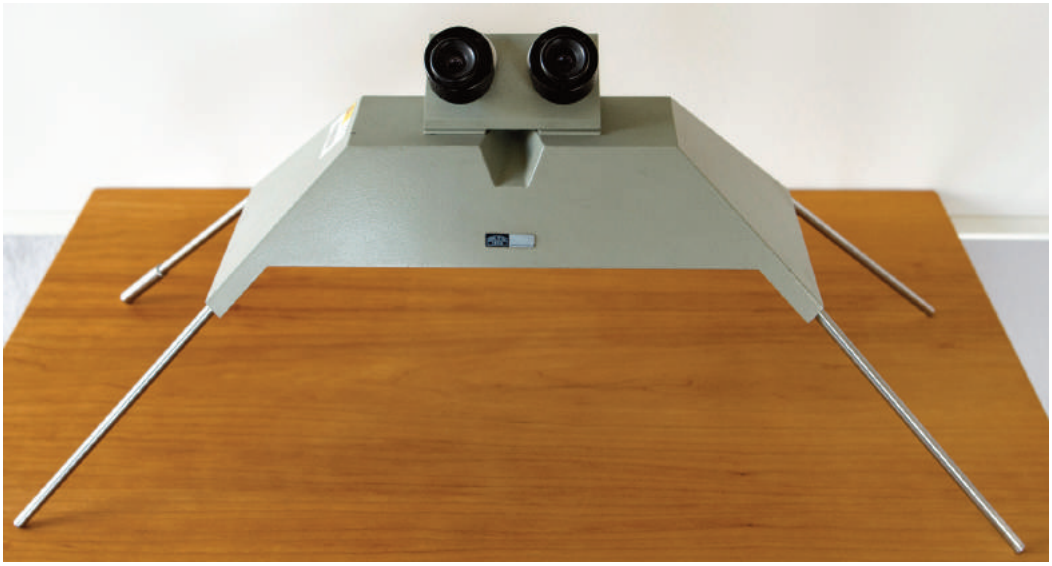
En el avance del conocimiento humano se ha utilizado la estereoscopía para la fotogrametría, la ciencia que permite obtener la posición, forma y dimensiones de los objetos a partir de mediciones sobre fotografías. Con la fotogrametría se realizan fotografías del terreno u objetos sustituyendo nuestros ojos por una cámara aérea métrica y la distancia entre nuestros ojos (distancia interpupilar) por la distancia entre los disparos de la cámara. Las fotografías resultantes se pueden observar con diferentes aparatos, entre ellos, los estereóscopos y los restituidores, que son utilizadas para realizar cartografía. Con los restituidores fotogramétricos se puede reconstruir la toma y dibujar las entidades por medio de la estereoscopía y de una serie de manivelas que permiten moverse por la imagen en todas las direcciones. Con estas técnicas se ha logrado, a lo largo de la historia, delinear, cartografiar y confeccionar mapas. Hoy en día estos trabajos se realizan mediante métodos digitales, tanto en las fotografías aéreas como en los restituidores fotogramétricos, utilizando potentes ordenadores que siguen manteniendo la visión 3D mediante otro tipo de gafas, como es el caso de las polarizadas.

En los últimos años han confluido múltiples avances en campos relacionados con la fotogrametría, tanto para *hardware* como para *software*. Entre ellos, las cámaras digitales no fotogramétricas de alta resolución, drones de ala fija y rotatoria, GPS, IMU (sistema de medición inercial), toma de datos LIDAR de bajo coste, gafas de realidad virtual y aumentada, y otros muchos elementos de *hardware* que acompañados de algoritmos como la correlación superdensa, la generación de MDS (*modelo digital de superficie)*, ortofoto verdadera *(true orto)*, escenas 3D realistas y otros muchos han contribuido al éxito. Además, estos avances han ido acompañados por los desarrollos de software altamente sofisticado, que permiten mezclar varios tipos de imágenes y datos en el mismo proceso, el tratamiento de nubes de millones de puntos, la aceleración de procesos intensivos de cálculo mediante uso de GPU (Unidad de Procesamiento Gráfico),la computación en la nube y tantos otros.

Aplicación en cartografía de la fotogrametría y la estereoscopía

Para la elaboración de mapas y planos de gran extensión se utiliza la fotogrametría aérea, que consiste en tomar fotografías bajo unos condicionantes geométricos, donde cada fotografía debe cubrir al menos el 60% de la superficie cubierta por la fotografía anterior. El efecto estereoscópico se consigue en la zona común





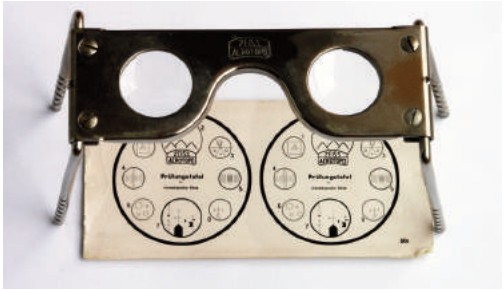
Dos modelos de estereóscopos.

a ambas fotografías (zona de recubrimiento). La profundidad del efecto estereoscópico aumenta con la distancia entre disparos de las fotografías. Además, si se disponen las fotografías en una mesa y se observan en las condiciones expuestas, aparece una impresión tridimensional de la escena.

La técnica de la estereoscopía, haciendo uso de la visión binocular con la observación de la misma imagen desde dos puntos de vista, permite capturar información tridimensional, siendo esta técnica utilizada en cartografía para reproducir la tercera dimensión, el relieve, a partir de imágenes aéreas bidimensionales obtenidas con fotogrametría.

Existen múltiples técnicas para conseguir la estereoscopía, entre ellas destacan los anaglifos, los estereóscopos de espejos o de bolsillo y los dispositivos de realidad virtual o VR.

Con unas gafas anaglifo se consigue la visión estereoscópica mediante una imagen repetida, ligeramente desplazada y superpuesta, en dos colores complementarios. Estas gafas filtran para cada ojo el color del filtro, dejando pasar la opuesta y con ello revelan una imagen tridimensional.



Los estereóscopos de espejos consisten en cuatro espejos colocados de tal manera que las imágenes se trasmitan por reflexión a los oculares, realizándose la observación de las fotografías en forma ortogonal que alinean verticalmente el eje óptico del observador.

Los estereóscopos de bolsillo se forman con dos lentes separadas aproximadamente 65 mm (distancia interpupilar) montadas en un marco soportado por patas que permiten que se observen las fotografías a través de las lentes formando la imagen estereoscópica. Estos elementos se han utilizado tradicionalmente para la fotointerpretación o identificación de los elementos y características del terreno a través de la utilización de fotografías aéreas con una zona común.

Los dispositivos de realidad virtual o VR sumergen al usuario en un mundo alternativo permitiéndole interactuar con el entorno; en estos dispositivos la visión estereoscópica se consigue mostrando la misma imagen repetida para cada uno de los ojos o bien mostrando y ocultando rápidamente la misma imagen un lapso de tiempo muy corto.

Con el objetivo de dar a conocer a los usuarios la evolución de la visión 3D del terreno a lo largo de los años y la utilización de la visión estereoscópica para la realización de la cartografía, el IGN organiza visitas y talleres, y utiliza para ello diferentes entornos culturales, con el objetivo de acercar la Geomática y las Tecnologías de la Información Geoespacial a los ciudadanos. Ejemplo de estos talleres fue el organizado el 4 de junio en la Feria del Libro de Madrid en el que se pudieron visualizar fotogramas aéreos con estereóscopos de bolsillo y de espejos, visualizar el territorio de España en 3D con anaglifos utilizando el portal de Iberpix del IGN, la visualización de vídeos de Parques Nacionales con gafas de realidad aumentada y la creación de un mapa topográfico dinámico interactivo. ▮

Nuevo tramo de la autovía A-23 en Huesca



El pasado 2 de julio se inauguraron los primeros 4,5 kilómetros del tramo Caldearenas-Lanave de la autovía A-23 en Huesca, en un acto que supuso la primera puesta en servicio de un tramo de carretera de José Luis Ábalos como ministro de Fomento y que contó con la presencia del presidente del Gobierno de Aragón, Javier Lambán. Se trata de un segmento del tramo más largo de la subida de la autovía al puerto prepirenaico de Monrepós, consistente en una variante de 3 kilómetros de longitud y la duplicación de 1,5 kilómetros de la carretera existente (N-330), que discurren por un terreno montañoso con una pendiente del 6%. El nuevo tramo, cuya inversión ha sido de 45,9 M€ , incluye los viaductos sobre los ríos Guarga (un tablero único para las dos calzadas, de tipo mixto acero-hormigón, de 350 metros de longitud dividido en cuatro vanos y 45 metros de altura máxima) y Atos (hiperestático, de 105 metros), además de un enlace de tipología glorieta elevada. El ministro anunció que tanto el resto de este tramo como el Congosto de Isuela-Arguis, también de la A-23, se abrirán al tráfico en 2019.

Transporte bonificado para residentes extrapeninsulares



El Gobierno ha aprobado recientemente un acuerdo para incrementar del 50 al 75% la subvención de las tarifas de transporte regular, aéreo y marítimo, de los pasajeros residentes en los territorios no peninsulares (Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla) con el resto del territorio nacional, dando respuesta de esta forma a una demanda social planteada desde hace tiempo por los gobiernos de estas regiones. Esta medida, consolidada días después con la aprobación del Real Decreto 949/2018, potencia la política de cohesión territorial del Ministerio de Fomento y facilita la movilidad de los residentes en estas comunidades y ciudades autónomas en los trayectos entre el territorio de la respectiva comunidad autónoma, o ciudad con estatuto de autonomía, con el resto del territorio nacional. En los primeros días, tras la aplicación de la medida, se ha constatado un significativo incremento de la demanda en este segmento de mercado, llegándose a doblar el número de billetes vendidos respecto a las cifras de 2017. La dotación, reflejada en los Presupuestos del Estado 2018, destinada a bonificaciones al transporte aéreo y marítimo de los residentes en regiones extrapeninsulares asciende a 492 M€ , un 16% más que el pasado año 2017.

Ineco cumple 50 años

Se cumple medio siglo de vida de Ineco, consultora de ingeniería que ha jugado un papel esencial en la transformación de las infraestructuras del transporte en España, al participar en los proyectos, estudios y obras de buena parte de las líneas de alta velocidad, la red de autovías y la expansión aeroportuaria. Fundada por el ingeniero Carlos Roa para dar apoyo tecnológico a los programas de transporte, estuvo ligada inicialmente a Renfe y fue fusionada en 1999 con la consultora ferroviaria Tifsa.

La actividad de Ineco ha evolucionado desde los iniciales estudios de economía del transporte hasta abarcar hoy todas las fases de proyecto en todos los campos del transporte (planificación, carreteras, ferroviario, aeronáutico, puertos y transporte urbano, además de arquitectura y medio ambiente), en un proceso de crecimiento que la ha convertido en la empresa de ingeniería y consultoría española de referencia, con un equipo de más de 2.500 profesionales. Adscrita desde 2008 al Ministerio de Fomento, el accionariado de esta sociedad mercantil estatal se lo reparten Enaire, Adif, Adif Alta Velocidad y Renfe, a partir de 2012 reforzó su actividad internacional y hoy está presente en proyectos en más de 50 países.

Premio Acueducto de Segovia



La ampliación del puente de Rande en la AP-9 se ha alzado con la octava edición del premio Acueducto de Segovia, convocado por la Fundación Caminos y el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos con objeto de destacar la importancia del enfoque ambiental sobre el proyecto, la ejecución y la explotación de las obras públicas.

El galardón fue entregado el 25 de junio en Santander, en el marco del IV Foro de Ingeniería Global y Obra Pública, a los tres actores principales de la obra: la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (promotor) y las empresas Dragados (constructora) y MC2 (proyectista). El jurado destacó la innovación tecnológica empleada para alargar la vida del puente existente, la ejecución de la obra manteniendo la estructura en servicio y la nula afección medioambiental a la ría de Vigo.

La mención de honor fue para la pantalla anticontaminación del puerto de Gijón, un novedoso entramado de pilares de acero y hormigón colocados de forma que reducen la velocidad del viento y limitan la dispersión de las partículas del carbón almacenado en la explanada de Aboño, mejorando así la calidad del aire en el entorno.



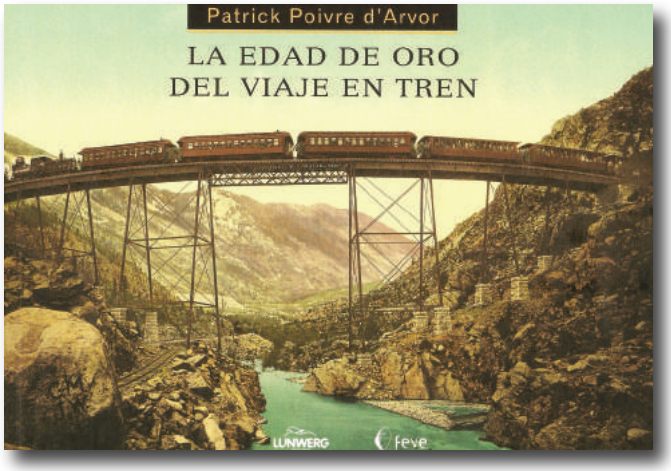
Una disciplina cautivadora

Este libro, editado por el Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento, ha vuelto a cobrar vida como catálogo de la reciente exposición de la sala de La Arquería. En él se recoge gran parte de la extensa obra de este arquitecto catalán, galardonado con el Premio Nacional de Arquitectura 2010, y para el que esta profesión ha sido "una disciplina vasta, inabarcable y cautivadora", según confesó en el discurso de entrega del premio, y que –son también sus palabras– le ha permitido "observar y experimentar las estrechas relaciones entre fealdad, estupidez y maldad, pero también entre emoción, conocimiento y generosidad".

Nacido en Barcelona en 1941, arquitecto desde 1961 en el Studio Per junto a Alfonso Milà, Federico Correa y Oscar Tusquets, acabaría formando equipo con este último, una fructífera relación que duraría hasta 1983, fecha en que ambos arquitectos tomarían caminos separados.

A lo largo de sus cincuenta años de vida profesional, Clotet se ha entregado a todos los campos de la arquitectura, desde la edificación y rehabilitación hasta los planes urbanísticos, pasando por el diseño de interiores y mobiliario, convirtiéndose en un referente de la arquitectura española contemporánea.

Sánchez Lampreave, R. (Coord.), Mariné, M. (Dir.): *Lluís Clotet.* Premio Nacional de Arquitectura 2010. Ministerio de Fomento, Madrid, 2015.



Épica y poesía del ferrocarril

Dice el autor de este libro que si el tren ha inspirado a tantos poetas y novelistas es porque reúne dos ingredientes tremendamente evocadores: el hermetismo de un reducido espacio cerrado y el desplazamiento. Viajar en tren, al menos en aquellos grandes clásicos que tuvieron su edad de oro a principios del siglo XX, es para muchos algo más que una forma de desplazarse. Es también entregarse al lujo, un lujo que no consiste en el consumo compulsivo de bienes que se agotan de inmediato, sino en el de un tiempo enriquecedor que transcurre moroso y plácidamente. Para los grandes viajeros de esta edad de oro del tren, viajar en sus cómodos vagones, acudir al salón restaurante, asistir a las despedidas desde el andén de cada estación, dejar que el cambiante paisaje se deslice a través de la ventanilla sin que importe demasiado cuál sea el próximo destino… es, más que una forma de viajar, una filosofía.

Este es el espíritu con el que el autor, Patrick Poivre d'Arvor, ha realizado todas las travesías ferroviarias que nos cuenta en este libro, un total de once ferrocarriles, desde los míticos Orient Express o Transiberiano, hasta los que discurren por las vertiginosas alturas de los Andes o las grandes praderas de Nortamérica, pasando por el Mombasa-Nairobi, cuya construcción supuso toda una epopeya. Y, junto a estos, dos clásicos españoles, el Transcantábrico y el Al Andalus, que cada vez tienen más adeptos entre estos otros viajeros que buscan algo distinto al mero desplazarse de un lugar a otro.

Poivre d'Arvor, Patrick: *La edad de oro del viaje en tren.* Lunwerg Ediciones, Barcelona, 2011.



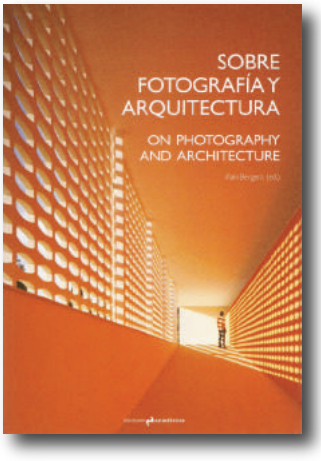
Una relación enriquecedora

El autor, doctor Ingeniero de Caminos y que ha sido profesor tanto de la Escuela de Arquitectura como de la de Ingeniería de la Universidad de A Coruña, analiza en este libro las relaciones entre ambas disciplinas y, especialmente, las aportaciones de la ingeniería a la arquitectura contemporánea. Lo hace a través de un recorrido por las obras de seis estudios de arquitectura y otros seis de ingeniería, todos ellos entre los más destacados del pasado siglo.

Así, se analiza en este libro el trabajo de Gaudí, entre la estructura y la forma; Eduardo Torroja y la colaboración creativa; Le Corbusier y la estética industrial; Pier Luigi Nervi o la expresión de lo resistente; Mies van der Rohe, en el que se destaca la transparencia de la estructura; Ove Arup, la filosofía del consultor estructural; Louis I. Kahn, ingeniero en la sombra; SOM, la transformación estructural de las torres de oficinas; Schlaich, la conquista de la ligereza; Peter Rice, la escala de los materiales y los detalles constructivos; Foster, el diseño compartido, y Bollinger+Grohmann, la ingeniería al servicio de las formas.

Una relación compleja, a veces competitiva y rival en la demanda de la autoría creadora, pero que pone de manifiesto que las contribuciones estructurales al diseño, y viceversa, son en la mayoría de los casos sumamente enriquecedoras.

Nárdiz, Carlos: *Entre la arquitectura y la ingeniería 6+6.* Universidade da Coruña, CICP, Fundación Ingeniería Civil de Galicia. A Coruña, 2017.



A través de la cámara

Existe un interés creciente en la fotografía de arquitectura, una especialidad que, si bien ha sido una constante desde los primeros tiempos de la imagen, vive en la actualidad una época dorada. El salto de la fotografía química a la imagen digital, con la popularización que esto ha supuesto, a lo que cabría añadir el desarrollo de las ciudades y un protagonismo casi absoluto de la vida urbana en las sociedades modernas, así como el valor icónico de muchos edificios contemporáneos, ha llevado a una hiperinflación de las imágenes arquitectónicas, del edificio como protagonista de la imagen, y, paralelamente, al interés por la reflexión y el análisis sobre esta disciplina, que se manifiesta en debates y congresos en los que participan tanto fotógrafos como arquitectos.

Esto es lo que se pretende con el presente libro, en el que se reúnen las ponencias de las V Jornadas de Arquitectura y Fotografía celebradas en Zaragoza en 2015: una reflexión sobre unas relaciones, ya antiguas pero cada vez más complejas y enriquecedoras, entre dos actividades que se necesitan y complementan, aunando el aspecto artístico de la fotografía con el documental, en este caso como una herramienta fundamental para el conocimiento de la arquitectura.

Bergera, I. (ed.): *Sobre fotografía y arquitectura.* Ediciones Asimétricas, Madrid, 2016.



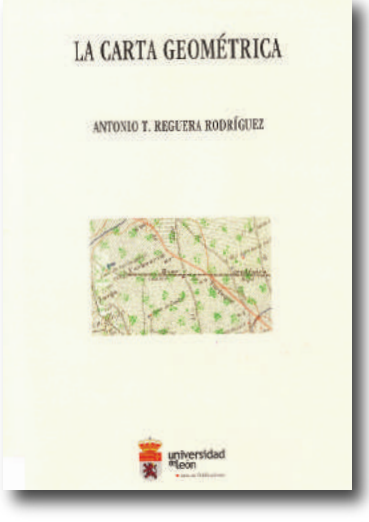
La mirada del arte a la ingeniería de la Ilustración

Hay obras artísticas que más allá de su valor intrínseco como piezas de arte adquieren, pasado el tiempo, un interés mayor: el de servir de referencia iconográfica de una época. Y así, por encima de la técnica o la belleza de una obra se alza lo representado, el motivo que nos muestra, y que sirve para comprender el presente a través de la visualización del pasado. Eso ocurre con las pinturas de Mariano Sánchez (1740-1822), que si bien hoy no se encuentran entre las obras más reconocidas de nuestra historia del arte, tienen la virtud de reportarnos a una de las épocas más interesantes de la ingeniería civil española.

En el libro se hace un análisis de este pintor y del centenar de pinturas en las que plasmó de forma minuciosa, a veces sirviéndose de la técnica de la cámara oscura, los puertos, fortificaciones, arsenales y puentes de las costas españolas. Financiado por Carlos IV, Mariano Sánchez realizó numerosos viajes por todo el litoral español. Fue entre los años 1868 y 1880, una época especialmente fructífera de la ingeniería marítima en España, sin olvidar que fueron también los años del reconocimiento científico de nuestras costas que darían lugar al Derrotero de Vicente Tofiño.

De ahí que, junto al análisis de las pinturas de Sánchez, tenga también interés el resto de estudios que acompañan la obra y que tratan de los ingenios e ingenieros de puertos en el siglo XVIII, de las técnicas de construcción naval o de la importancia de contar con una poderosa flota en una época en la que todas las potencias rivalizaban por el dominio de los mares.

Navascués Palacio, P. y Revuelta Pol, B. (dirs.): *Una mirada ilustrada. Los puertos españoles de Mariano Sánchez.* Fundación Juanelo Turriano, Madrid, 2014.



Antecedentes del Mapa Topográfico Nacional

En la geometría y las matemáticas de la Antigüedad clásica hunden sus raíces tanto las cartas geográficas de finales del Medievo y del Renacimiento, como los actuales mapas. Por ello, según explicita el autor de este libro, la diferencia entre estas dos formas de representación y las cartas geométricas no es más que una cuestión de grado, el que aportó la Revolución Científica a todos los campos y, entre ellos, a la geografía matemática o geodesia, que enseguida se reveló, en una época de afirmación de los grandes Estados, como un instrumento fundamental para fijar de forma precisa las dimensiones y fronteras de sus territorios. Si holandeses y franceses fueron pioneros en esos trabajos, también enseguida los españoles vieron la necesidad de dimensionar las tierras pertenecientes a la Corona. Así, a Jorge Juan y Antonio de Ulloa, primeros españoles en abordar una expedición geodésica, siguió una pléyade de jóvenes científicos que muy pronto contaron con laboratorios y academias con el fin de hacer cada vez mejores mapas.

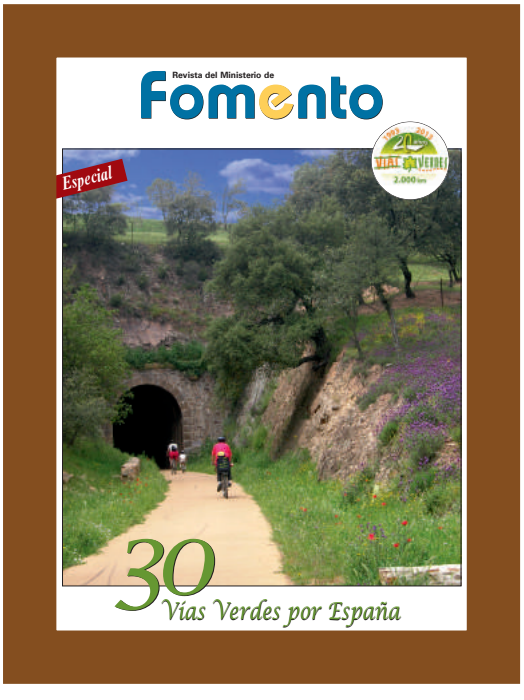
Este libro es un recorrido por la historia de la geodesia española, desde aquella expedición de principios del siglo XVIII que llevó al Perú a Ulloa y Jorge Juan, hasta la aprobación en 1853 de un plan de trabajos geodésicos que daría lugar al Mapa Topográfico Nacional.

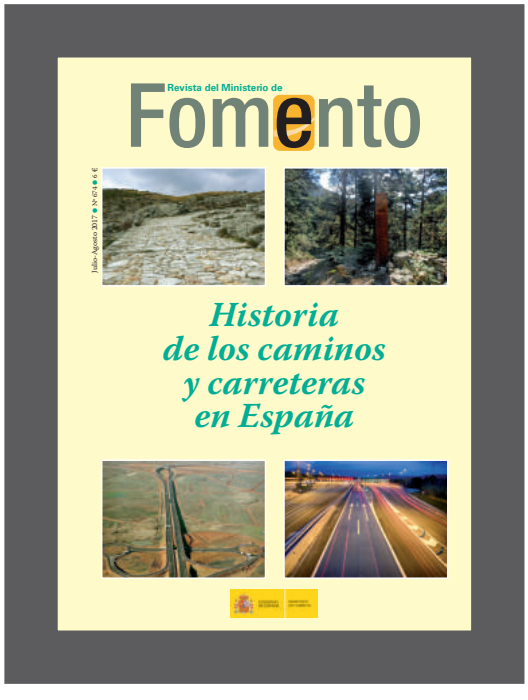
Reguera Rodríguez, A.T.: *La carta geométrica.* Universidad de León, 2017.

Índice









REVISTAS MONOGRÁFICAS

Ministerio de Fomento
Centro de Publicaciones

Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid
tlfn: 915 97 53 96
https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Índice

Revista del Ministerio

Fomento

60 Aniversario 1958-2018



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Índice

2018

Mapa Oficial de Carreteras©

ESPAÑA



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO



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

También en el DVD:

1116 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
117 Vías Verdes

Edición 53
P.V.P.: 22€

Centro virtual de publicaciones
Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

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

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento, nº 684, junio 2018**

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

Año de edición: 2018

Características Edición:
1ª edición electrónica: octubre 2018
Formato: PDF
Tamaño: 17 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 €

Los derechos de distribución de esta publicación pertenecen al Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento. La difusión puede realizarse colocando un link que direccione a la página de la publicación en la web del Centro Virtual de Publicaciones/Ministerio de Fomento

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.



Revista del Ministerio de
Julio-Agosto 2018
Nº 685 6 €
Fomento

Premios Nacionales de Ingeniería Civil

SEMBLANZAS

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

EDITORIAL

El **Premio Nacional de Ingeniería Civil del Ministerio de Fomento,** se instituye con carácter anual en el año 2001, como recompensa y reconocimiento a la trayectoria profesional desarrollada principalmente en España en el ámbito de la ingeniería civil. Es un prestigioso galardón y para su otorgamiento se valoran con criterios objetivos los méritos de los candidatos, considerando la repercusión social, económica, estética y tecnológica de su actividad.

Este año, el Ministerio ha querido hacer un homenaje a los premiados desde entonces con este número monográfico y dar a conocer a la sociedad las semblazas de los dieciséis Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos que lo han obtenido, grandes profesionales en los múltiples campos en los que se materializa su actividad: infraestructuras del transporte, del agua, portuarias, estructuras..., o de aquéllos orientados a compatibilizar el desarrollo de la actividad humana con la preservación del medio ambiente y el uso sostenible del territorio.

Los reportajes que se incluyen en este número nos descubren cómo se puede compaginar la utilidad, el diseño, la vanguardia, la belleza, la armonía, el amor por el medio natural y el patrimonio cultural, la pasión por el mar o por los avances de la ciencia y de los materiales. Por eso, estas personalidades han sido también grandes estudiosos, descubridores del silencio, incansables profesionales, que jamás han escatimado esfuerzo alguno en su profesión.

Los premiados también han destacado en otras áreas relevantes, tales como la docente, la investigadora o la empresarial, pero este número está principalmente dedicado a su vocación en el ámbito de la Ingeniería Civil, porque ésa es la vertiente que reconocen estos premios. En muchos casos, se ha recogido alguna pincelada de su vida personal y familiar, además de su propia visión de la profesión.

Seguramente sorprenderá a muchos sus extraordinarias aportaciones. Esperamos que disfruten de una lectura que, posiblemente, les hará descubrir cómo se han fraguado grandes avances que han contribuido decisivamente al progreso de nuestro país.

Centro de Publicaciones
Ministerio de Fomento

Julio-Agosto 2018
Nº 685

Directora de la Revista: Herminia Cano.
Jefa de redacción: Carmen Fontán.
Diseño y Maquetación: Chelo Cruz.
Elaboración página web:
www.fomento.gob.es/publicaciones.
Concepción Tejedor.
Suscripciones: 91 597 72 61
Esmeralda Rojo.
Colaboran en este número:
Jaime Arruz, Javier R. Ventosa,
Luis Solera Selvi, Begoña Olabarrieta,
Julia Sola Landero,
Carmen Fort Santa-María,
Marián Campra García de Viguera,
Pepa Martín Mora, Clemente Sáenz Sanz
y Amaya Sáenz Sanz
Comité de redacción: Presidencia:
Jesús M. Gómez García.
(Subsecretario de Fomento).
Vicepresidencia:
Angélica Martínez Ortega
(Secretaria General Técnica).
Vocales: *Alfredo Rodríguez Flores (Director de Comunicación),* Francisco Ferrer Moreno *(Director del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda),* Belén Villar Sánchez *(Jefa del Gabinete de la Subsecretaría),* Mónica Marín Díaz (*Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),* Roberto Angulo Revilla *(Jefe del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),* Regina Mañueco del Hoyo *(Directora del Centro de Publicaciones)* y Herminia Cano Linares *(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.

SEMBLANZAS

2001



4
Javier Manterola Armisén
Utilidad, Diseño y belleza

2002



14
Pedro Suárez Bores
El ingeniero investigador que amaba el mar

2003



24
Enrique Balaguer Camphuis
El padre de las primeras autovías

2003



32
José Antonio Fernández Ordóñez
El ingeniero de la emoción

2004



40
Clemente Sáenz Ridruejo
Ingeniero y geólogo apasionado de los paisajes y sus pueblos, la historia y las letras

2005



48
Santiago Calatrava Valls
La vanguardia que seduce

»Premios Nacionales de Ingeniería Civil«

2006



60
José Antonio Torroja Cavanillas
El ingeniero de la libertad y el silencio

2007



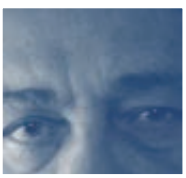
68
Alcibíades Serrano González
Fuera de los límites de la ciencia

2008



76
Roque Gistau Gistau
Pasión por el agua

2011



86
Manuel Elices Calafat
Fascinado por la ingeniería de los materiales

2012



96
Juan Miguel Villar Mir
Su primera vocación, la ingeniería

2013



104
Pablo Bueno Sáinz
Orgulloso de su profesión

2014



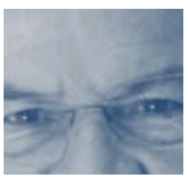
112
José Calavera Ruiz
El ingeniero incansable

2015



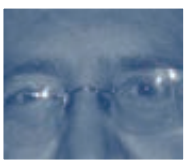
118
Carlos Sanchidrián Fernández
Con visión de futuro

2016

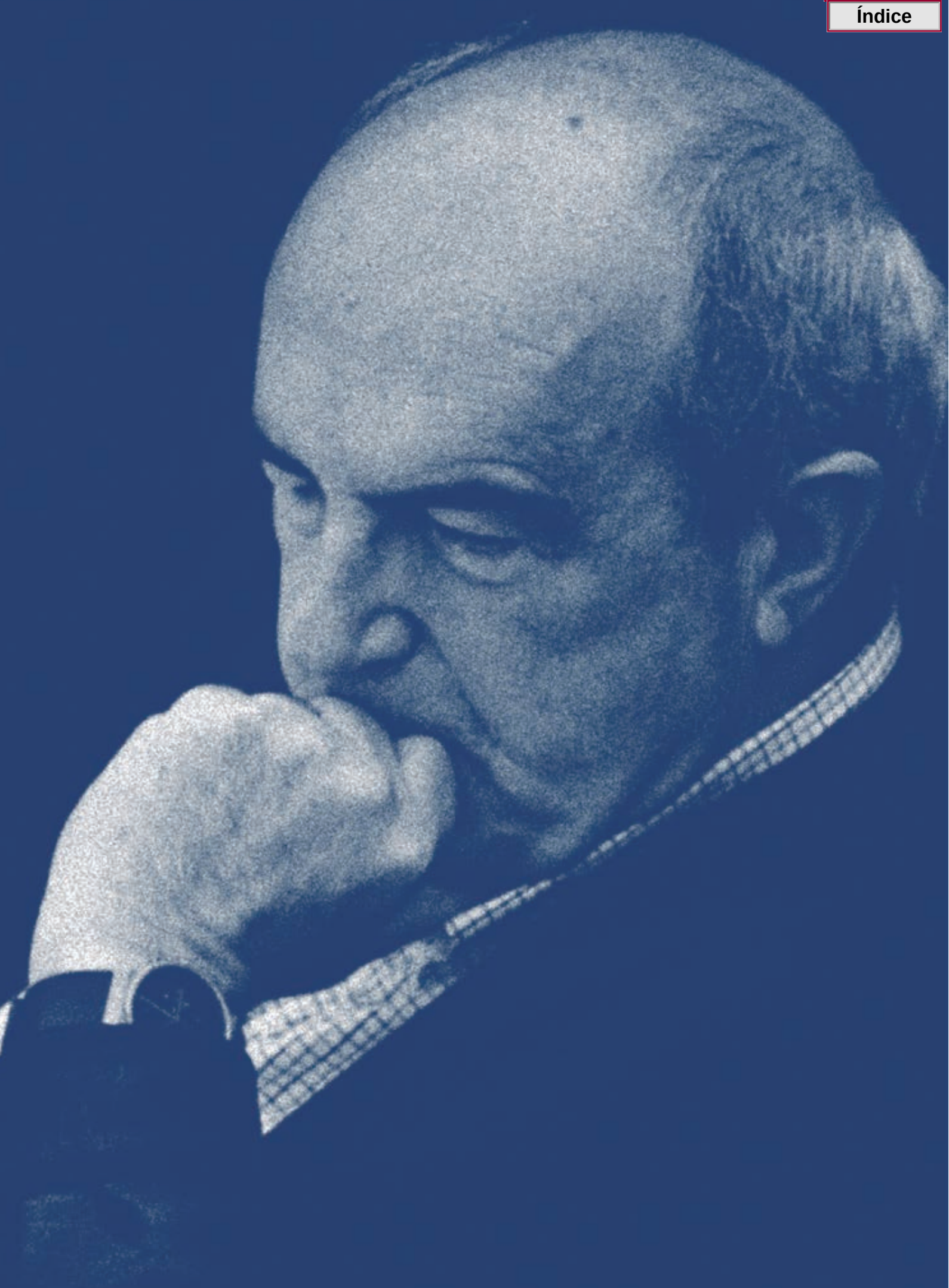


126
Javier Rui-Wamba
“Una vida no es suficiente para ser el ingeniero que quiero ser”

2017



136
Julio Martínez Calzón
El ingeniero humanista



Más de 200 proyectos de infraestructuras en España, Europa y Latinoamérica, especialmente puentes y viaductos, pero también edificios, iglesias, naves industriales, instalaciones deportivas, auditorios y estaciones de autobuses, metro y ferrocarril, definen la trayectoria de más de cincuenta años de carrera de Javier Manterola, uno de los más destacados ingenieros de caminos, canales y puertos de España.

Javier Manterola Armisén

Utilidad, diseño y belleza

Jaime Arruz



Puente de la Constitución de 1812, en Cádiz, realizado entre 2007 y 2015.

Javier Manterola Armisén, nacido en Pamplona (Navarra) el 17 de junio de 1936, es Doctor en Caminos, Canales y Puertos, título que obtuvo en 1962, tan solo dos años después de licenciarse en la ingeniería de su especialidad. Su carrera profesional arranca en la empresa navarra Huarte y Cía mientras finalizaba sus estudios, para continuar como investigador de plantilla en el Instituto Eduardo Torroja el mismo año en que finalizó su doctorado. En 1966 entró a formar parte de la oficina de proyectos Carlos Fernández Casado, como ingeniero y asociado de la misma, permaneciendo en ella hasta la actualidad.

Ha desarrollado prácticamente toda su carrera profesional en la misma compañía, llegando a ocupar el puesto de presidente y consejero delegado. Además, es desde 1976 catedrático de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos de Madrid, en la asignatura Puentes, y forma parte de la Real Academia de las Bellas Artes de San Fernando desde 2006 y del Colegio Libre de Eméritos desde un año después.

De niño no imaginaba que llegaría a ser uno de los ingenieros más destacados de nuestro país, aunque ya en sus primeros años jugaba a construir con "mecanos". Hoy en día sus trabajos se definen por conjugar a la perfección utilidad y funcionalidad con diseño y belleza, logrando con ellos mejorar la calidad de vida de todo aquel que utilice, de una forma u otra, las infraestructuras concebidas por el ingeniero pamplonés.

Manterola ha sido reconocido tanto nacional como internacionalmente sobre todo por sus puentes y viaductos, unos 70 en total, entre los que hay de todas las

formas, tamaños y técnicas constructivas. Puentes arco, atirantados o levadizos, pasarelas y viaductos, de acero, hormigón o mixtos, pero siempre cien por cien funcionales, sin repetición de esquemas formales en una línea de trabajo rigurosa y variada, que ha contemplado igualmente mejoras, correcciones y matices sobre la marcha.

Javier Manterola siempre busca hacer el mejor puente posible contando con la belleza como una dimensión que emana de él, no como algo superfluo o añadido. Para él, diseñar puentes es algo muy satisfactorio, dada la relación directa que hay entre lo resistente y la forma. Aficionado a la música y la filosofía, considera que ambas disciplinas están íntimamente ligadas a la ingeniería, pues todas ellas se refieren a problemas abstractos. Su gusto por la filosofía y la música son parte de su trayectoria profesional y están vinculadas a su trabajo, pues el ingeniero pamplonés no concibe sus aficiones sin ser un todo junto a su profesión.

Siempre ha defendido que no le preocupa si su nombre queda reflejado en los libros de ingeniería, pero sí le gustaría que dentro de cincuenta años, cuando un futuro estudiante de ingeniería esté buscando soluciones y vea una de sus obras, la entienda y le ayude a encontrar alguna respuesta a lo que busca.

Puente de la Constitución de 1812

Quizá la obra más relevante de Javier Manterola en sus más de cincuenta años de trayectoria profesional sea el puente de la Constitución de 1812, conocido como puente de la Pepa, el nuevo acceso a la bahía de Cádiz, cuya construcción arrancó en 2007, inaugurándose en 2015. Esta infraestructura, entre el recinto portuario de La Cabezuela en Puerto Real y Cádiz, supone un proyecto de gran complejidad, con dos puentes diferenciados y diversos vanos de acceso y unión entre ellos. El proyecto se gestó y desarrolló en la oficina de proyectos de Carlos Fernández Casado, encabezado por el mismo Javier Manterola. El ingeniero y su equipo precisaron de multitud de dibujos, cientos de planos, reconstrucciones estructurales… para poder llevar a cabo el estudio, desarrollo y construcción de esta singular obra.

El objetivo de la construcción del puente de la Constitución de 1812, tercer acceso a Cádiz junto al istmo de San Fernando y el puente José León de Carranza, era proporcionar una vía de entrada a la ciudad sobre el canal de navegación sin que se produjesen interrupciones del tráfico rodado como sucede en el otro puente.



Glorieta circular elevada en Zizur Mayor, Navarra.

El puente de la Constitución de 1812 diseñado por Manterola es de gran capacidad, a sus dos carriles por sentido de circulación se une una plataforma para transporte público. Se subdivide en tres estructuras, un puente principal, el de mayor tamaño, con un vano central de 540 metros, y otros dos de acompañamiento, de 200 metros. Este puente es el de mayor luz de España, por delante del puente Ingeniero Carlos Fernández Casado, también de Manterola, construido sobre el embalse de Barrios de Luna, en León (440 metros), y tercero de Europa entre los de su clase en el momento de su inauguración. El gálibo vertical, es decir, la distancia entre la parte inferior de la superestructura y el nivel medio del agua, alcanza los 69 metros, situándose así como el segundo del mundo, solo un metro por debajo del puente del Canal de Suez, la vía artificial de navegación que une el Mediterráneo con el mar Rojo.

Gracias a sus 185 metros de altura, las torres de esta obra son las más altas de España y las séptimas de Europa (en el momento de su puesta en servicio). El puente de la Pepa tiene casi 37 metros de ancho que dan cabida a cuatro carriles de circulación, dos por sentido, más la plataforma de transporte público, y tiene una longitud de 3.092 metros, siendo el segundo mayor de España por detrás del viaducto del Portal, también en la provincia de Cádiz (3.200 metros).

Para la construcción del puente de la Constitución de 1812 se emplearon más de 100.000 metros cúbicos de hormigón, cinco veces más que los necesarios para levantar el Cristo Redentor de Río de Janeiro, y 70.000 toneladas de acero, casi diez veces más que el que requirió la Torre Eiffel.



Puente Ingeniero Carlos Fernández Casado, en León (1983).

Puente Ingeniero Carlos Fernández Casado

Otra de las grandes obras de Javier Manterola es el puente Ingeniero Carlos Fernández Casado, con el que la AP-66 (Autovía de la Plata) salva el embalse de Barrios de Luna, en la provincia de León. Inaugurado en 1983, fue récord mundial de luz hasta el año 1986 y récord mundial de luz entre los puentes atirantados de hormigón hasta 1995.

Obra de Javier Manterola, el Ministerio de Obras Públicas decidió que llevase el nombre de su gran amigo y compañero Carlos Fernández Casado (1905-1988), en reconocimiento a su trayectoria, lo que ha dado lugar a cierta confusión sobre su autoría. Tiene una longitud de 643 metros y una anchura de 22 metros, además de 440 metros de luz principal y dos vanos de compensación, contrapesos incluidos, de 101 metros. Construido por el sistema de avance en voladizo, fue el de mayor vano de España hasta la inauguración, en 2015, del puente de la Constitución de 1812.

Proyectos en Navarra y Aragón

Manterola ha trabajado en su tierra en numerosas ocasiones, firmando el puente de Castejón, el puente Sancho el Mayor en la AP-15 (Autopista de Navarra) –ambos junto a Leonardo Fernández Troyano–, el puente de El Vergel de Pamplona, la glorieta circular elevada de Zizur Mayor, el puente de Los Llanos en Estella y el nuevo puente sobre el río Arga en Puente la Reina.

El puente de Castejón, de 1972, cuenta con 202 metros de longitud y un vano principal de 101 metros de luz, fue levantado con una técnica similar al puente de Almodóvar, en Córdoba, firmado por Carlos Fernández Casado, pero con algunas modificaciones para evitar el doble sistema de construcción utilizado. El de Castejón fue una vía de peaje hasta el año 1984.

El puente Sancho el Mayor fue erigido en 1978 en el marco de la construcción de la AP-15 (Autopista de Navarra), de Tudela a Irurzun, con proyecto de Leonardo Fernández Troyano y Javier Manterola. Permite salvar el río Ebro a la altura de Castejón a través de una estructura atirantada de una sola torre, sin vano de compensación, lo que implica que los tirantes traseros se anclen en unos contrapesos situados en los bordes de la calzada. Tiene una longitud de 204 metros, con un vano principal de 146 metros de luz y una anchura total de 29 metros.

Por su parte, el puente de El Vergel de Pamplona, construido en 1990, fue proyectado para sustituir al antiguo puente de San Pedro en la comunicación del centro de la capital navarra con los barrios de La Rochapea y La

Magdalena, que conjuntamente se les conocía como El Vergel. El puente de San Pedro, cuya anchura no permitía el paso de dos vehículos a la vez y estaba regulado por semáforos, no podía absorber ya el tráfico a consecuencia de la expansión de esa zona de Pamplona y fue necesaria la construcción de un nuevo puente sobre el río Arga.

El puente de Zizur Mayor es una de las obras más singulares de Javier Manterola. En forma de glorieta, resuelve el problema de la salida desde Pamplona por la A-12 (Autovía del Camino de Santiago) en dirección a Logroño en Zizur Mayor, zona residencial a las afueras de la capital navarra que quedaba dividida en dos por esta vía rápida. Cumple con tres objetivos: dar respuesta a cómo se deben ejecutar los puentes instalados en una glorieta (a nivel estructural), reducir al mínimo el salto visual para los peatones al pasar de un lado al otro del puente y establecer un "hito", una puerta de entrada o salida de Pamplona para los viajeros que van o vienen de Logroño. Se ejecutó un disco completo que, apoyado únicamente en cuatro puntos, resuelve el problema circulatorio y estructural de una sola vez. La glorieta resultante tiene 47,2 metros de diámetro interior y 73,8 metros de diámetro exterior, contando con un puente diferente para los peatones, adosado al puente viario y rodeado de jardín para minimizar así el impacto de la autovía sobre los viandantes.

También en Aragón Javier Manterola ha llevado a cabo numerosos proyectos, del puente Manuel Giménez Abad en la Z-30, vía de circunvalación de Zaragoza, a los acueductos del barranco de la Muerte con los que el Canal Imperial de Aragón salva la propia Z-30, pasando por el puente por el que los trenes AVE de la línea de alta velocidad (LAV) que unen Madrid y Barcelona cruzan el río Ebro a la altura de Osera de Ebro (Zaragoza).

El puente Manuel Giménez Abad, salva el río Ebro en Zaragoza, formando parte de la Z-30, la vía de circunvalación de la capital aragonesa. Inaugurado en 2002, conecta Las Fuentes con Vadorrey, en la margen izquierda del Ebro, y se divide en tres partes independientes estructuralmente, una central y dos laterales. Construido en acero y hormigón, su vano central tiene 120 metros.

Los acueductos del barranco de la Muerte son un conjunto de dos puentes-acueductos con los que el Canal Imperial de Aragón salva la orografía del barranco de la Muerte, también en Zaragoza. El primero de ellos data del siglo XVIII mientras que el otro, obra de Javier



Pasarela de voluntariado, en Zaragoza.

Manterola, es de 2003. Ubicados en el barrio La Paz de Zaragoza, son parte de la Z-30 y el anillo verde de la ciudad.

La relación de Manterola con el río Ebro también se plasma en el puente de Osera de Ebro, construido en el año 2000 para dar continuidad a la línea de Alta Velocidad (AVE) entre Madrid y Barcelona a la altura de esa población aragonesa, situada a 30 kilómetros de Zaragoza. Su estructura, con vigas Vierendeel y hormigón blanco, remite a los clásicos puentes ferroviarios.

Manterola es autor de otras relevantes obras en Zaragoza, como la remodelación del puente de Nuestra Señora del Pilar y del puente de la Almozara. El primero de ellos, más conocido como puente de Hierro, cruza el río Ebro y permite unir la avenida Puente del Pilar con la Calle del Coso y el paseo de Echegaray y Caballero. Fue uno de los primeros



Puente en Osera de Ebro, Zaragoza.



Pasarela Pedro Gómez Bosque, sobre el Pisuerga, en Valladolid.

puentes fijos que se construyeron en Zaragoza, siendo remodelado gracias a un proyecto de Javier Manterola que finalizó en 1991 y permitió, además de su repintado –pasando del verde original al azul y blanco por votación popular–, su ampliación con dos tableros laterales en forma de arco para el paso de los vehículos, quedando la plataforma central para uso peatonal.

El puente de la Almozara, que discurre entre la plaza de Europa, en el barrio de la Almozara, y la calle Valle de Broto del barrio del Actur, fue igualmente un proyecto de renovación dirigido por Javier Manterola en Zaragoza. A finales de los años 70, el ingeniero navarro dirigió su reconversión para habilitarlo al paso de vehículos tras



Cuarto puente de logroño (2003).

sus orígenes ferroviarios –había sido inaugurado en 1870 para permitir la interconexión de las líneas de ferrocarril que llegaban a la capital aragonesa–. Hoy día es uno de los pasos más transitados en automóvil sobre el Ebro.

La Exposición Universal 2008 en Zaragoza supuso un nuevo trabajo en la misma zona de la ciudad para el ingeniero pamplonés. La pasarela del Voluntariado, que también conecta La Almozara y el Actur, es una infraestructura de 277 metros de longitud, de los que 230 metros son en curva. Cuenta con 46 tirantes sujetados a un mástil de 75 metros de altura y una inclinación de 30° con los que se sustenta el tablero.

Trabajos en el norte de España

País Vasco y La Rioja acogen obras de Javier Manterola, algunas tan reseñables como el puente Euskalduna sobre la ría de Bilbao, inaugurado en abril de 1997. Se trata de un viaducto entre la plaza del Sagrado Corazón de Jesús y la ribera de la Botica Vieja, sobre los antiguos Astilleros Euskalduna, que libera de tráfico al cercano puente de Deusto. Se concibió con el objetivo de servir de acceso directo a la A-8 (Autovía del Cantábrico) y para servir de entrada o salida de Bilbao hacia San Sebastián, Vitoria y Santander. De diseño curvado, sus 250 metros de longitud acogen cuatro carriles de circulación, dos por sentido, una vía peatonal y un carril bici, estos dos últimos cubiertos por una marquesina que protege a viandantes y ciclistas de la tradicional lluvia bilbaína. Uno de sus elementos más característicos es su torre de iluminación, de 45 metros de altura.

En Vizcaya, ha firmado igualmente otras infraestructuras, es el caso de la pasarela del Metro de Bilbao en Plencia, el puente de Eje del Ballonti sobre el río Galindo entre Sestao y Barakaldo y diversos puentes en



Puente Euskalduna, en Bilbao.



Puente Príncipe de Viana, en Lleida.

el conocido como Supersur, la variante sur metropolitana de Bilbao, que circunvala la ciudad.

Por su parte, en Logroño (La Rioja), Javier Manterola proyectó el puente de Práxedes Mateo Sagasta, conocido popularmente como Cuarto Puente de Logroño. Inaugurado en 2003, es el más reciente de las vías de comunicación entre ambos márgenes del río Ebro a su paso por Logroño. Sin ningún tipo de apoyo sobre el cauce del río, tiene una luz de 140 metros y un tablero central de 161 metros de longitud, 18,6 metros de anchura y 2 metros de canto. Este es sujetado por un arco atirantado de 28 metros de altura máxima. Cuenta con sendos tableros laterales de 4 metros de anchura y 1,1 metros de canto para las aceras que, al contrario que la calzada, no son paralelas al arco central sino que se separan en forma de curva.

Infraestructuras en Andalucía

Diversas provincias andaluzas acogen igualmente sus trabajos, como es el caso del puente de las Delicias en Sevilla o el puente de Andalucía en Córdoba. En Huelva, el ingeniero navarro firma el puente que permite comunicar Huelva con Punta Umbría sobre las marismas del río Odiel.

El puente de las Delicias de Sevilla, levantado entre los puentes de los Remedios y el del V Centenario de la capital andaluza, fue proyectado por Javier Manterola y Leonardo Fernández Troyano con motivo de la Exposición Universal de Sevilla de 1992, para reemplazar al puente de Alfonso XIII, de 1929, que se mantuvo junto a él sin uso un par de años para ser posteriormente llevado a una explanada de los terrenos del puerto. El nuevo puente, más funcional y moderno, comunica la avenida Cardenal Bueno Monreal y la avenida Juan Pablo II. Debe su nombre a la proximidad del paseo y los jardines de las Delicias, incluyendo un puente ferroviario para el transporte de mercancías desde el puerto. Ambos puentes se diseñaron como puentes levadizos para facilitar el tránsito de barcos de mercancías, cruceros y barcos turísticos, y también ambos están sostenidos por dos pilares blancos de baja altura y tienen un diseño similar al de una barca con el objetivo de rememorar el antiguo puente de barcas de Triana.

En Córdoba, Javier Manterola firmó otra de sus obras, el puente de Andalucía, con un diseño atirantado que cruza el río Guadalquivir como parte de la ronda de Poniente de la capital cordobesa. Inaugurado a principios de 2004, cuenta con una longitud de 210 metros y tras él se levanta un viaducto de 200 metros, en el margen derecho del Guadalquivir. Su construcción fue casi artesanal pues se ejecutó sin piezas prefabricadas.

Por último, el puente sobre el río Odiel firmado por el ingeniero pamplonés es un puente de arco que une, sobre las marismas del río, el vértice de la península donde se asienta Huelva con la lengua de tierra que se adentra en el Atlántico y que acoge a Punta Umbría. Casi único en el mundo por sus características, tiene una luz de casi 450 metros. Cuenta con una sección viaria para



Puente sobre la bahía de Cádiz (2015).

automóviles con dos carriles por sentido, una plataforma para tranvía, carril bici y un paseo peatonal ajardinado.

Otras obras

Javier Manterola y su prolífica obra se extienden por muchas zonas de España, como Lleida, donde proyectó el puente Príncipe de Viana; Murcia, donde firmó la pasarela del Malecón, y Valladolid, donde diseñó la pasarela Pedro Gómez Bosque sobre el río Pisuerga.

El puente Príncipe de Viana se enmarca en el Plan Especial de la estación de Lleida para llevar a cabo un nuevo espacio urbanístico en esa zona de la ciudad. Con estructura de tirantes de acero, constituye, junto a la Llotja de Lleida, el aeropuerto de Alguaire y el AVE, uno de los símbolos de la ciudad en el siglo XXI.

La pasarela del Malecón, conocida también como pasarela de Manterola, se inauguró en 1997 y supuso la urbanización de la nueva margen del Segura en el barrio del Carmen de la capital murciana. Puso el punto final al encauzamiento de un nuevo tramo urbano del río Segura a su paso por la ciudad, el que discurre entre el puente de la A-30 (Autovía de Murcia) y el azud del malecón –barrera hecha en los ríos con el fin de facilitar el desvío de parte del caudal para riego y otros usos–. Así, la pasarela permite conectar esta nueva área de Murcia con el centro de la ciudad a través del cauce urbano del río Segura. De estructura atirantada, la pasarela peatonal sobre el Segura tiene 60 metros de longitud y 6 metros de anchura, cuenta con un mástil de 15 metros de altura y a él se unen 30 tirantes de acero.

»Aficionado a la música y la filosofía, considera que ambas disciplinas están íntimamente ligadas a la ingeniería pues todas se refieren a problemas abstractos. Música y filosofía son parte de su trayectoria profesional y están vinculadas a su trabajo, porque no concibe sus aficiones sin ser un todo junto a su profesión. «

La pasarela Pedro Gómez Bosque de Valladolid salta el río Pisuerga desde uno de sus márgenes, sobre laderas muy escarpadas, hasta una zona baja inundable protegida por un muro de encauzamiento. Existe un desnivel de aproximadamente 2 metros entre ambas orillas, lo que permitió a Manterola proyectar una pasarela colgada tipo span band o banda tesa. Con una línea curva muy suave, esta vía peatonal tiene unos 100 metros de longitud y un vano principal de luz de 85 metros, lo que se logró avanzando ligeramente los estribos. En Madrid también se encuentran algunas de las obras del ingeniero navarro, pues ha firmado diferentes infraestructuras, como el paso elevado de Cuatro Caminos, desmontado en 2004 y sustituido por un túnel bajo la glorieta del mismo nombre, el puente de Ventas sobre la M-30 y el puente de los Franceses.

PREMIOS Y RECONOCIMIENTOS

1974	Premio SERCOMETAL a la mejor estructura metálica (tipo puentes y pasarelas) por la pasarela colgada de la plaza de las Glorias en Barcelona.
1975	Premio Convención Europea de Construcciones Metálicas (CECM) a la pasarela de la plaza de las Glorias en Barcelona.
1978	Medalla de Honor de la Asociación Española de Hormigón Pretensado.
1985	Medalla de Honor del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
1985	Premio CONSTRUMAT a la mejor obra de ingeniería civil por el puente Ingeniero Carlos Fernández Casado.
1987	Premio de Arquitectura y Urbanismo del Ayuntamiento de Madrid por la estación de Aluche de metro y ferrocarril.
1990	Premio de la Cámara de Contratistas de Castilla y León.
1991	Premio de Arquitectura y Obras Públicas del Ayuntamiento de Madrid por el paso inferior de la plaza de Castilla.
1993	Premio CONSTRUMAT a la mejor obra de Ingeniería Civil por la autovía Trinidad-Mongat (Pata Norte), que incluye el puente sobre el río Besòs.
1994	Premio anual de los Colegios de Arquitectos e Ingenieros de Caminos por su contribución al prestigio de ambas profesiones.
1995	Premio CONSTRUMAT a la mejor obra de Ingeniería Civil por el viaducto de Osormort.
1995	Medalla Ildefonso Cerdá concedida por el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
1996	Medalla de la Federación Internacional del Pretensado (FIP).
1996	Premio Brunel Award-Copenhagen International Design Competition al viaducto-túnel de Pensil en México.
1997	Medalla de la F.I.P.
2001	IABSE outstanding structure award al puente Euskalduna.
2001	Premio Universidad Politécnica de Madrid (UPM).
2001	Premio Nacional de Ingeniería Civil.
2002	Premio Grupo Español IABSE.
2002	Premio 25º Aniversario de la Demarcación de Castilla y León del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos a la obra más representativa de la ingeniería civil en Castilla y León en el periodo 1976-2002 por el puente de Barrios de Luna.
2003	Premio CONSTRUMAT a la innovación tecnológica al puente sobre el río Ebro para la línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa.
2003	Premio de la Cámara Chilena de la Construcción y el Ministerio de Obras Públicas a la mejor obra de infraestructura del periodo 2000-2003 por el puente de Amolanas.
2005	Premio Príncipe de Viana (Pamplona).
2006	Premio IABSE - International Award of Merit.
2006	Premio Fundación García Cabrerizo.
2010	Premio Fundación de Ingeniería Civil (Galicia).
2010	Premio Puente de Alcántara.
2010	Medalla de Oro del Círculo de Bellas Artes de Madrid.
2011	Miembro de honor de la Asociación Italiana del Concreto Armato y Presforzado .
2013	Premio Ingeniero Destacado del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid.
2013	Premio ICARO de la Escuela de Ingenieros de Caminos da Coruña.
2017	Premio Entrecanales.

Javier Manterola es parte de la historia de la ingeniería por ser uno de los mejores proyectistas de puentes, maestro de maestros gracias a su vocación, dedicación y entusiasmo.



Pedro Suárez Bores frente a la catedral de Sevilla

Junto a la parte más visible de la profesión de ingeniero, aquella que se concreta y manifiesta en obras a veces espectaculares, existe otra, callada, menos espectacular, pero quizás más relevante y en todo caso no menos necesaria: la del profesional dedicado a la investigación, a la ardua labor del cálculo y la experimentación, sin la cual ninguna obra sería posible.

Pedro Suárez Bores

El ingeniero investigador que amaba el mar

R.F.



Pedro de joven en Mieres.

Ese lado oculto de la ingeniería es el que representa **Pedro Jesús Suárez Bores** (1929-2010). Dedicado durante toda su trayectoria profesional a la investigación y la docencia universitaria, sus pioneros estudios e investigaciones durante las décadas de los años 60 y 70 del pasado siglo sobre el oleaje, la geomorfología de las costas y el diseño de nuevas tipologías y dimensionamiento de obras marítimas, así como las innovaciones tecnológicas que de ellos surgieron, supusieron un antes y un después en la ingeniería marítima y de costas en España. Cuando, en aquella época, empezó a hacer públicos los resultados de sus investigaciones, prácticamente ningún director de puerto o responsable de las obras marítimas era capaz de comprenderlas en toda su extensión; sin embargo, poco tiempo después, lo que se había vuelto incomprensible desde el punto de vista de la razón, era cualquier proyecto de obra marítima o costera que no tuviera en cuenta o incorporara los cálculos y conclusiones de Suárez Bores.

Este carácter innovador de sus investigaciones, junto a su capacidad de transmitirlas a generaciones de futuros ingenieros en sus clases en la Escuela de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, es lo que le valió el reconocimiento unánime de la profesión y le hizo acreedor a recibir el Premio Nacional de Ingeniería Civil, tal y como se refleja en la resolución del Ministerio de Fomento, que le concede el galardón correspondiente al año 2002 "por su trayectoria como profesor, investigador y proyectista y por el conjunto de su aportación a la ingeniería de puertos y costas, a través de sus trabajos y estudios sobre las costas españolas, sobre la morfología del litoral y su gestación, el oleaje y las corrientes, a la que ha sabido añadir facetas de innovación tecnológica, que le convierten en un pionero mundial en las redes exteriores de prevención del oleaje, en la clasificación y formulación de playas y en el análisis multivariado para cálculos marinos, condiciones todas ellas que ponen de relieve aspectos singulares de entre los sociales, económicos, estéticos y tecnológicos que acompañan a las infraestructuras del transporte marítimo".



Promoción de Facultativo de Minas, 1949. Pedro está a la derecha con traje blanco.

Inicios, Cedex y Escuela

"Yo amo al mar y lo amo no solo por su inmensidad y complejidad, sino por la belleza por él creada en su diálogo con la tierra", explicó Suárez Bores al recibir el premio en la sede del Ministerio de Fomento. Y, sin embargo, su vida comenzó bien lejos de la costa, en Valladolid, donde nació el 8 de junio de 1929, siendo el tercer hijo de un matrimonio formado por un asturiano y una palentina. Cuando aún tenía una edad muy temprana, la familia se traslada a Cervera de Pisuerga, en el corazón de la montaña palentina, donde su padre trabajó en la construcción de la presa de Requejada, mientras él despertaba su interés por la lectura y fomentaba el autodidactismo; tras pasar, un tiempo corto, por Trobajo del Camino (León), marcha a Ujo, en el concejo de Mieres (Asturias). Allí, el joven Suárez Bores, que siempre se consideró asturiano de corazón, termina el bachillerato y los estudios de Facultativo de Minas y Fábricas Metalúrgicas en la Escuela de Mieres, licenciándose como número uno de su promoción, y llegando a trabajar como capataz en empresas mineras

y eléctricas de la zona. También en tierras asturianas, en San Esteban de Pravia, nuevo lugar de destino de su padre, inició el contacto continuado con el mar, que ya no perdería nunca y que sería, sin sospecharlo entonces, la base de su posterior trayectoria profesional. A mediados de la década de los años 50, tras un nuevo traslado, esta vez a Madrid, decide matricularse en la Escuela de Caminos, ingresando en mayo de 1955. Terminó los estudios de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos en el curso 1958-1959 con la calificación de "Bueno", doctorándose cuatro años después con la tesis titulada *Notas sobre mecánica de fluidos*.

Aunque una vez que ingresa en el cuerpo de ingenieros obtiene un primer destino en el puerto de Gijón, la vocación de Suárez Bores se dirigió prácticamente desde el principio de su trayectoria profesional a la investigación y a la docencia, fundamentalmente en el ámbito de las obras marítimas. Impresionado por sus profundos conocimientos sobre las investigaciones en este campo que se estaban realizando en el extranjero, el profesor Ramón Iribarren, director del entonces Laboratorio de Puertos (en la actualidad Centro de Estudios de Puertos y Costas) del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (Cedex), le ofrece un puesto de ayudante. De esta forma, en enero de 1960 comienza su labor investigadora en este centro adscrito como organismo técnico de apoyo al Ministerio de Obras Públicas, trabajando primero junto a Iribarren y, a partir del año 1967, con Casto Nogales, hasta que en 1975 abandonó definitivamente el centro para dedicarse en exclusiva a la universidad.

La labor docente de Suárez Bores en la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos también se inició muy pronto. En el curso académico 1961-1962 fue nombrado profesor adjunto de la cátedra de Puertos, ejerciendo como tal durante dos cursos consecutivos, aunque posteriormente, tras la aplicación de un nuevo plan de estudios, se encargó de las clases teóricas y prácticas de las asignaturas de Puertos en cuarto curso y de Obras Exteriores en quinto. En el año 1968 obtiene por oposición la primera cátedra de Puertos en el país, cargo que como catedrático desempeñará hasta su jubilación, en septiembre en 1999. Quienes tuvieron la oportunidad de asistir a sus clases magistrales le recuerdan como un profesor culto, inteligente, ameno y de rica conversación, aficionado a debatir sobre la lección o sobre otras cuestiones, que trasladaba con pasión a sus alumnos los conocimientos más actuales sobre el oleaje, la morfología costera, el análisis sistémico o el entonces poco conocido diseño de

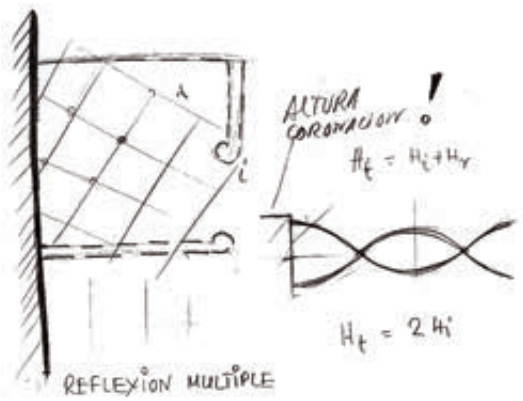


Pedro y Zoe en su casa de Madrid.

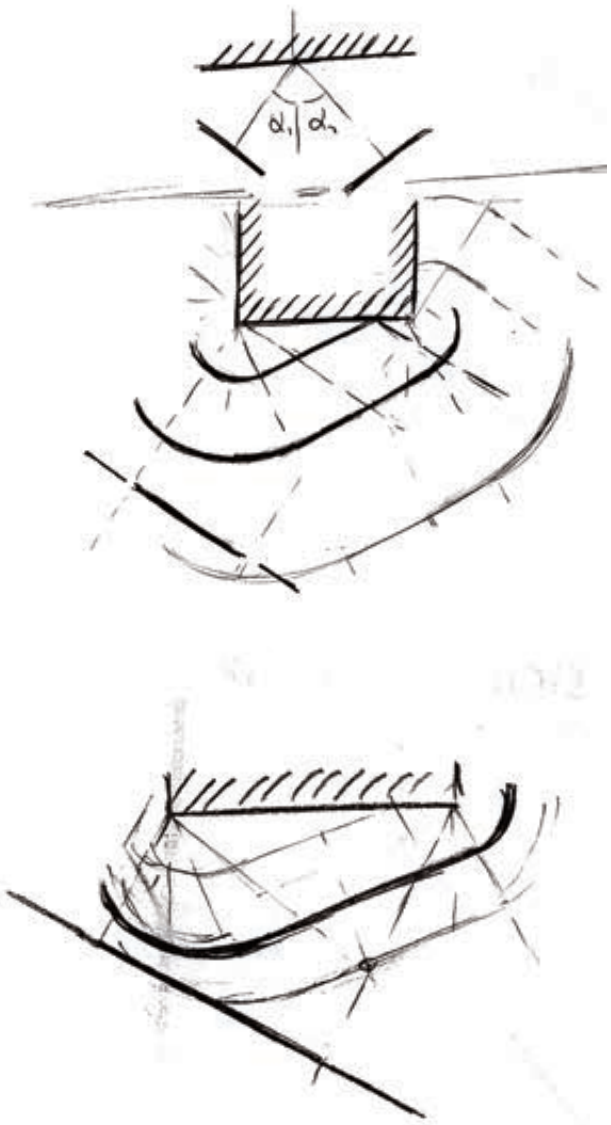
obras marítimas sostenibles. En los primeros años de la transición democrática, siendo subdirector de la Escuela, compartió las responsabilidades de dirección junto al entonces director Enrique Balaguer Camphuis, con quien por esos años ayudaría a constituir la Fundación Agustín de Betancourt, destinada a fomentar la investigación en la Escuela de Caminos y a facilitar la colaboración de esta con las empresas de ingeniería civil españolas. Con la llegada del nuevo siglo, tras su nombramiento como profesor emérito, mantuvo su vinculación a la institución con docencia e investigación en doctorado hasta el curso 2004-2005.

Investigaciones y proyectos

Tanto desde el Cedex como desde la cátedra de la Escuela de Caminos, las aportaciones teóricas de Suárez Bores siempre han estado centradas en los aspectos técnicos referidos al mar y las costas. Sus pioneros estudios sobre el oleaje, la tipología de formas costeras y las dinámicas marinas, de gran trascendencia práctica en la ordenación del litoral y en el diseño y dimensionamiento de toda clase de obras marítimas, respondían a una visión completamente novedosa en la ingeniería marítima y de costas de la España de los años 60 y 70 del pasado siglo, influida por los avances realizados en otros países. Especialmente relevante fue la aparición, en 1967, de su *Introducción a la estructura del oleaje*, obra



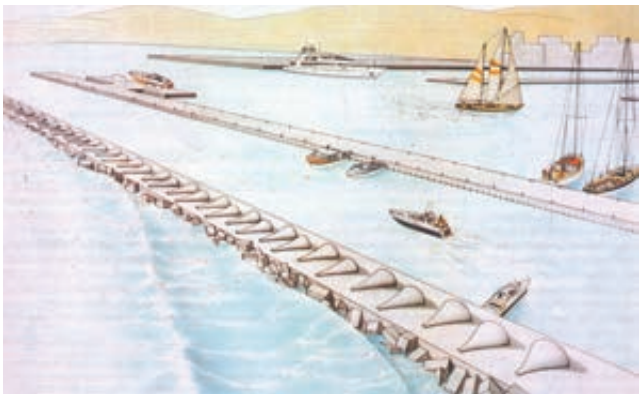
Dibujos originales de Pedro sobre reflexión múltiple.



Dibujos originales de Pedro sobre difracción y reflexión.

de gran impacto en la comunidad portuaria de la época, que difundió las bases teóricas del método integrado de previsión del oleaje e introdujo el concepto de estructura espectral del oleaje –que cierra el círculo de la descripción del oleaje real–, desde entonces considerado como factor de obligada consideración a la hora de calcular y ejecutar cualquier obra de ingeniería costera o marítima. Otras publicaciones destacadas de su producción bibliográfica, que suma 12 libros y 16 textos de apuntes de cátedra, son *Hidráulica y procesos litorales* (1963), donde se resumen las bases de la actual ingeniería de costas, y *Clasificación de formas costeras* (1978), que responde a su interés por caracterizar la morfología costera y establecer una clasificación referida a singularidades dinámicas cuando el principal agente del modelado de la costa es el oleaje. Por otra parte, enamorado del mar y atento observador del medio natural costero como era, también fue uno de los primeros ingenieros españoles en considerar e integrar técnicamente aspectos medioambientales y paisajísticos en las obras portuarias y costeras, escasamente presentes en los proyectos de aquella época, lo que le llevó a ser cofundador y luego director del Instituto de Ingeniería Ambiental Agustín de Betancourt, ya desaparecido. Sus ideas y criterios respecto a estas cuestiones se materializarían en diversos proyectos ejecutados posteriormente, así como en varias patentes por él desarrolladas en las que se formulan estos problemas y su interpretación resolutoria.

El interés de Suárez Bores por caracterizar con la máxima precisión posible la estructura y naturaleza del oleaje y la dinámica marina, manifestado desde sus inicios profesionales, le llevó en estos años, aún en el Cedex, a crear, por iniciativa propia y en colaboración con el doctor Luis Tejedor, la Red Española de Medida y Registro del Oleaje (REMRO), la primera del mundo en su clase, formada por un número limitado de registradores (sensores) situados sobre profundidades indefinidas y de funcionamiento continuo, que capta con precisión las características y variación del oleaje en cualquier punto de la costa. Esta red, aprobada técnica y económicamente por el entonces Ministerio de Obras Públicas en 1968 e instalada en diversos puntos del litoral en los años siguientes como una red centralizada de datos en tiempo real, ha proporcionado durante décadas a investigadores y proyectistas series de registro de las variables ambientales marítimas únicas en el mundo, que son de aplicación a cualquier obra marítima costera. Esta red es el antecedente inmediato de la actual red de boyas costeras de Puertos del Estado.



Sistema ambiental Situación verano.



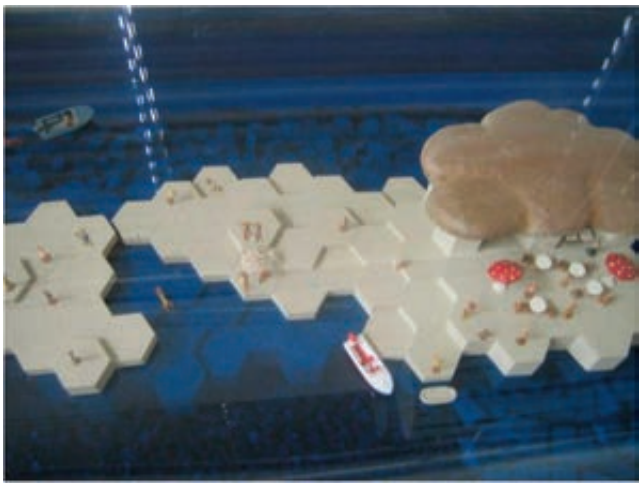
Dique de Cubelles, Barcelona. Con conos difusores, 1976.

Cronológicamente, las primeras aplicaciones prácticas de las investigaciones de Suárez Bores tuvieron lugar

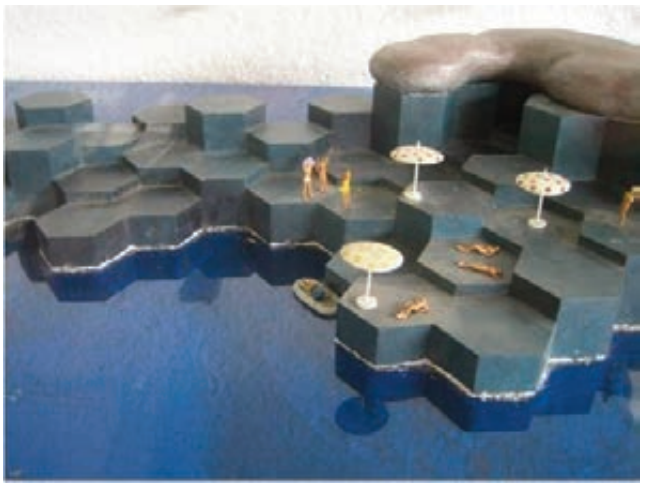
»Yo amo al mar y lo amo no solo por su inmensidad y complejidad, sino por la belleza por él creada en su diálogo con la tierra«

en la primera playa artificial del mundo, la de Las Teresitas, en Santa Cruz de Tenerife, diseñada por el profesor Iribarren y construida en 1964 como respuesta de la ingeniería marítima española a los crecientes requerimientos costeros exigidos por una demanda turística orientada a la fórmula sol, mar y playa, así como en la de Puerto Rico, en Gran Canaria (1969, junto a Casto Nogales). En ambos casos se incorporaron por primera vez los cálculos por sobreelevación e incidencia oblicua del oleaje, así como los de dimensionamiento y adaptación de la toma de carga de la cinta transportadora de arenas. En la playa grancanaria, a diferencia de la playa tinerfeña –cuya obra consistió en la construcción de dos espigones de escollera emergentes de baja altura de coronación y un espigón de contención con coronación a nivel de media marea–, el espigón de contención se encuentra ya siempre sumergido, consiguiéndose de esta forma una vista despejada del mar con cualquier tipo de marea. En la búsqueda de soluciones para determinar la forma en planta más adecuada para las playas artificiales, Suárez Bores obtuvo la ecuación de estabilidad de playas, según la cual esta depende de dos factores: el transporte sólido por incidencia oblicua del oleaje (Q_S) y el transporte sólido litoral por la corriente de gradiente de sobreelevación del oleaje (Q_S), ambos actuantes únicamente en la zona de playa comprendida entre la orilla y la zona de rotura y sus inmediaciones. Según el también ingeniero Juan Miguel Villar Mir (*Revista de Obras Públicas* 3.442, marzo de 2004), Suárez Bores fue el primer investigador en formular este principio hoy universalmente aceptado. Otras playas artificiales canarias también debidas al ingeniero vallisoletano serían, posteriormente, las de Veneguera (Gran Canaria) y Breña Baja (La Palma).

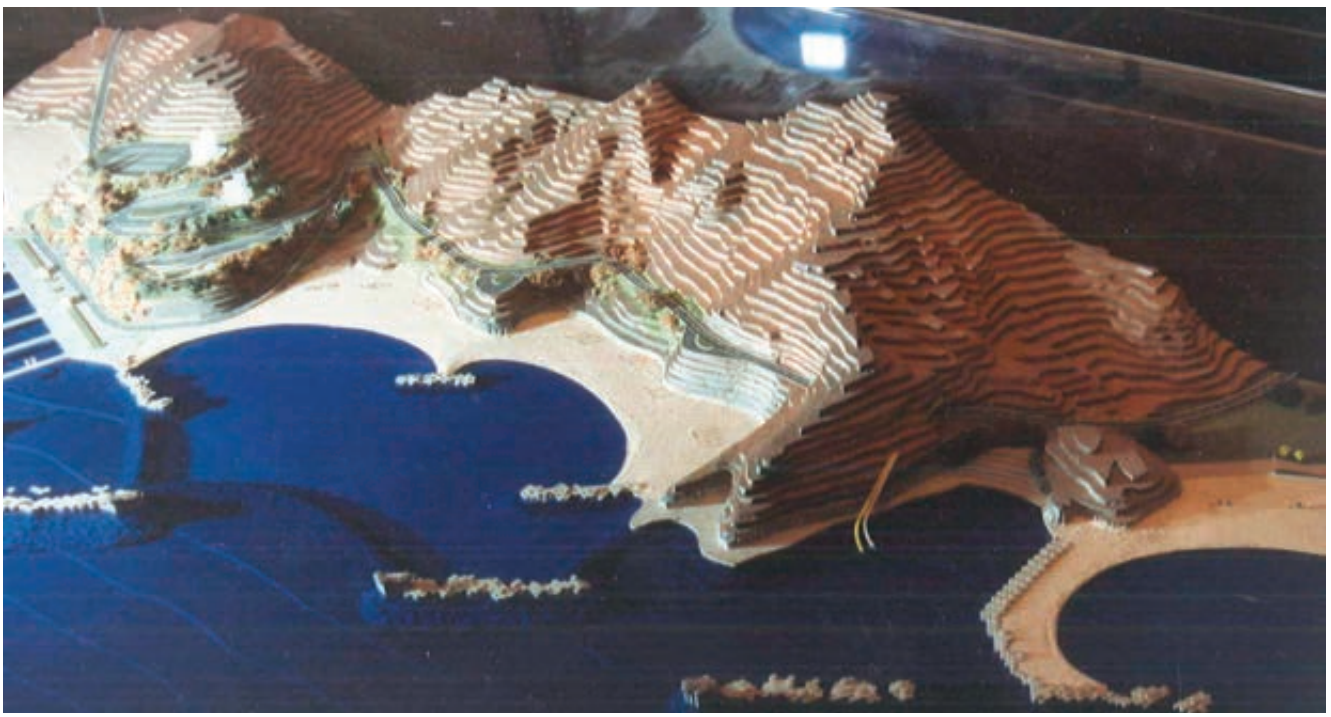
Pero quizá la aportación más visible de sus investigaciones se encuentre en el estudio para la ordenación de las playas de Levante del frente litoral de Barcelona (1975-1983), un proyecto encargado por el Ayuntamiento de Barcelona que entrañaba un doble y ambicioso objetivo: por un lado, la reordenación de la fachada marítima de Barcelona en la zona situada entre el puerto y la desembocadura del río Besós para su integración en la ciudad, para lo cual el estudio de Suárez Bores planteó soluciones como la implantación de una autopista litoral en sustitución del trazado ferroviario existente, la creación de una zona verde ajardinada, la apertura directamente al mar del Port Vell, la creación de una nueva marina o la construcción de varias playas en doble concha con sus correspondientes diques de abrigo (Nueva Icaria, Bogatell, Bella I y II y Somorrostro); y por otro, el saneamiento y evacuación de las aguas pluviales de esta olvidada barrera costera formada por un campo de vertidos, para evitar así las periódicas inundaciones que afectaban a las zonas bajas de la ciudad, con medidas como la transformación y mejora del trazado y diseño de los emisarios de superficie y de las playas para resolver el desagüe de la ciudad en el mar. En palabras del propio Suárez Bores, se trataba de "la restauración de uno de los entornos urbanos más degradados del mundo, expuesto a la acción directa de los fuertes y persistentes levantes". El encargo se plasmó en el estudio *Playas de Levante de Barcelona* (1976), que, incorporado al Proyecto del Plan Especial de Infraestructuras de las Playas de Levante de Barcelona del Ministerio de Obras Públicas (1980),



Dique hexagonal en graderío.



Panorama basáltico columnar.



Regeneración de la Playa de Veneguera, Mogán, Gran Canaria.

fue la base de las innovadoras actuaciones llevadas a cabo en esta zona en los años 80 y que permitieron recuperar para el uso ciudadano esta olvidada zona urbana de cara a los Juegos Olímpicos de 1992.

La concepción de esta ordenación de la costa barcelonesa –que más tarde se reproduciría en otros proyectos, como el del frente marítimo de Las Palmas (1990)– puso de manifiesto una nueva forma de comprender los frentes marítimos urbanos, con la creación de nuevas tipologías de obras de abrigo como los diques paisaje, los muelles filtro o el sistema ambiental, caracterizados por bajas cotas de coronación que permiten las vistas al mar, la renovación del agua en las dársenas abrigadas y la libre circulación de la brisa, frente a los gigantescos diques de abrigo, causantes de la formación de barreras ambientales y visuales y de problemas de renovación del agua de las áreas abrigadas. Probablemente el más difundido de todos ellos sea el sistema ambiental. Esta innovación tecnológica, aplicable en la formación de áreas abrigadas, portuarias y costeras, contrasta con el concepto de dique de abrigo, obra única convencional de tamaño y altura de coronación desmesurados, irrebasable o parcialmente rebasable. Frente a ese concepto tradicional, el nuevo concepto de sistema ambiental se basa en un conjunto



Fachada marítima de Barcelona, antes de 1975.



Ordenación del frente marítimo de 1975.



Playas olímpicas de 1983.

de obras de baja cota de coronación y pequeño tamaño, separados por espacios acuáticos (canales, dársenas) que actúan como un conjunto hidrodinámico integrado, disipador de energía, al estar formados por elementos estructurantes de tres clases (rebasables, permeables y no reflejantes) que amortiguan las ondas de gravedad de corto periodo, su reflexión y posibles resonancias, y permiten la circulación y evacuación de los caudales de rebase. Este novedoso sistema, que aporta importantes ventajas funcionales y tiene un impacto ambiental considerablemente menor que la obra de un dique tradicional, fue patentado en 1992 y ha sido aplicado en multitud de obras marítimas, entre otras, en los puertos de Los Gigantes (Tenerife) y de Cala Ratjada (Mallorca) o, más recientemente, en 2004, en la zona del Fórum de Barcelona.

Sus estudios sobre dimensionamiento de obras marítimas tuvieron también una importante repercusión en la ingeniería portuaria española. En 1976, a raíz de una grave avería en el dique de Punta Lucero del puerto de Bilbao, detectada al poco tiempo de la entrega de una obra calculada con la mejor tecnología determinista de la época y que tenía repercusiones económicas muy elevadas al afectar al aprovisionamiento de una refinería de petróleo, la junta portuaria, conocedora de la paternidad de Suárez Bores de la red REMRO y de sus investigaciones sobre la aplicación de métodos estadísticos al dimensionamiento de

»Un hombre hecho a sí mismo, en contacto con la naturaleza, conocedor del medio que con esfuerzo y dedicación supo definir su estilo y marcar su misión en la vida, siempre al lado del medio ambiente como hombre, como profesor, como investigador y como inventor. «

las obras marítimas, le encargó el estudio de las causas de esta avería y sus consecuencias. El estudio partió de la consideración de todos los elementos del dique y sus posibles componentes o posibilidades de fallo, analizando todas las variables –aleatorias y deterministas– presentes en cada uno de los componentes de los sistemas de estabilidad y resistencia de la obra marítima, e incluyó ensayos en laboratorios daneses y británicos, trabajos que permitieron obtener la fiabilidad del dique mediante la aplicación del Método Sistémico Multivariado (MSM). Esta formulación, creada por el



ESCUELA

En el aula 27 y con la asistencia de 300 alumnos

Emotivo acto de despedida a Suárez Bores

En cuantas circunstancias como las que concurren en el eminente profesor Suárez Bores uno desearía, con un deseo ferviente, que se detuviera el implacable paso del tiempo; uno piensa que es injusto que la Escuela, la sociedad en general, se vea privada del bien hacer de un hombre de su inmensa humanidad, de su portentosa sensibilidad, de su eficacia como profesor y de su talla como hombre. El tiempo, que todo lo puede, ha jubilado a Suárez Bores, que no otra cosa, pero en la memoria de todos los que han sido sus alumnos y sus compañeros docentes quedará grabada su imagen no como un mito o una leyenda sino como algo grande, casi inalcanzable, como un claro ejemplo a imitar.

El miércoles, 26 de mayo, en el aula 27, cerca de trescientos alumnos abarrotaron los pupitres, ansiosos por tributar un emocionado homenaje al que fue maestro de entrañas generaciones de estudiantes. El homenajeado,

Acto de despedida en la Escuela de Caminos, 26 de mayo 1999.

propio Suárez Bores, permite determinar la fiabilidad del componente más débil de la obra (espaldón, manto…) correspondiente al tramo más débil y la optimización de las dimensiones de los diversos componentes de la obra. Su aplicación en el caso del dique de Bilbao mostró claramente la razón de la temprana avería ocurrida en el proyecto inicial e hizo que se reconsideraran los métodos de cálculo existentes. Desde su estreno práctico, el MSM se convirtió en una herramienta fundamental de todo proyecto cuyo objeto sea el dimensionamiento de una obra portuaria, aplicándose con éxito en actuaciones tan destacadas como el dique de Punta Langosteira (A Coruña) y el dique vertical del puerto de Las Palmas, pero también en otros campos, como el estudio de la calidad ambiental de la ría de Huelva.

Transmisor de sueños

A lo largo de su vida profesional, Suárez Bores profundizaría en otros temas, aportando nuevas soluciones y aplicaciones prácticas a los problemas planteados por el mar. Destacan, por ejemplo, sus estudios sobre dinámica del flotador en función de la dirección y fuerza del viento y de la superficie de obra viva y muerta sobre la que incide este, aspecto muy relevante en el diseño de instalaciones de atraque, así como otros sobre el diseño



PEDRO SUÁREZ BORES, PREMIO NACIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DEL AÑO 2002

cambió el predicado. Y sacó muy buena nota. Una nota excelente. La suficiente para que, ni más ni menos, se le concediese el Premio nacional de Ingeniería civil del año 2002. Yo tuve la satisfacción personal de ser Presidente del Jurado, por delegación del Ministro de Fomento.

Pedro se convirtió, así, en el primer ingeniero portuario en recibir tal distinción. Y se lo merecía, no cabe duda.

"Un hombre hecho a sí mismo, en contacto con la naturaleza, conocedor del medio, con esfuerzo y dedicación supo definir su destino y marcar su misión en la vida, siempre al lado del medio ambiente como hombre, como profesor, como investigador y como inventor. Una vida dedicada a los puertos con una componente ambiental, componente nunca hasta entonces considerada."

Así le definía Aurelio en aquel día.

Y se le veía feliz, Pedro, derrochando esa sonrisa tan tuya.

Allí al lado de Miguel Fisac Serna, Premio nacional de Arquitectura del mismo año 2002, formando una pareja en la que si uno bostezaba al otro, el otro bostezaba al uno.

Dijo de ti el entonces Ministro de Fomento, tu alumno de los años 70 y luego compañero Francisco Álvarez Cascos, que eras *"maestro de toda una generación de ingenieros y heredero e impulsor de la reconocida tradición marítima española"*.

Y es verdad, Pedro.

La motivación del jurado que te otorgó aquel premio, se calcaba que se te concedía *"por tu trayectoria como profesor investigador y proyectista y por el conjunto de tu aportación a la ingeniería de puertos y costas, a través de tus trabajos y estudios sobre las costas españolas, sobre la morfología del litoral y su gestación, el oleaje y las corrientes, a la que has sabido añadir fuentes de innovación tecnológica, que te han vertido en un pionero mundial en las redes exteriores de generación de oleaje, en la clasificación y formulación de proyecto y en el análisis multivariado para cálculos marítimos, estudios todos ellos que suman de relieve aspectos científicos

El mar se estudiaba, se evaluaba su energía, su movimiento. Y se admiraba su inmensa fuerza. Pero no se paseaba junto a él, no se le veía, no se le escuchaba. Ni una gota de él le salpicaba.

Premio Nacional de Ingeniería Civil 2002.

y cálculo de estructuras. Varias de las innovaciones técnicas que diseñó a raíz de sus estudios e investigaciones sobre ordenamiento de costas y puertos fueron patentadas y comercializadas posteriormente en diversos países de Europa, América y Asia. Entre ellas figuran diversas tipologías de dique-espigón (escalonado en mosaico curvilíneo, escalonado en mosaico cuadrangular, paisaje basáltico columnar, escalonado en graderío y/o mosaico, de coronación disipadora de energía), además de sistemas permeables y disipadores de energía para la construcción de obras de abrigo.

> »…, maestro de toda una generación de ingenieros y heredero e impulsor de la reconocida tradición marítima española. «

Entre las ingentes aportaciones de Suárez Bores a la ingeniería marítima y costera no es la menor la formación de otros ingenieros mientras estuvo al frente de su cátedra en la Escuela de Ingenieros de la Universidad Politécnica de Madrid, en la que introdujo una forma nueva de abordar la árida materia de las obras costeras.

En el número 163 del año 2011 de la revista *Ingeniería Civil*, dedicado a su figura un año después de su muerte, Vicente Negro Valdecantos, que primero fue su alumno y después compañero en las funciones docentes, recuerda que en las clases de Suárez Bores fue



Fotografía de su álbum personal.

"la primera vez que en una árida escuela de estructuras se hablaba del paisaje, de obras que se integran en escenarios naturales, de respeto ambiental y de inquietud por observar el medio físico, de diferentes puntos de vista de diseñar las obras marítimas, desde su actividad estructural y funcional hasta la arquitectura de sus formas, ante la melodía de las ondas y las acciones de las olas".

PRINCIPALES PUBLICACIONES

1963	*Hidráulica y procesos litorales.*
1963	*Geomorfología oceánica*
1964	*Notas sobre mecánica de fluidos* (Tesis doctoral.).
1964	*Estructura del oleaje.*
1967	*Ecuaciones generales de la atmósfera e hidrosfera*
1967	*Estructura del viento en las capas bajas de la atmósfera.*
1967	*Introducción a la estructura del oleaje.*
1968	*Ola de cálculo.*
1968	*Acción del oleaje sobre estructuras y flotadores.*
1968	*Acción del viento sobre estructuras y flotadores.*
1968	*Dinámica del atraque de flotadores.*
1968	*Ordenación de vías navegables.*
1968	*Introducción a la dinámica de los sistemas dispersos.*
1969	*Dinámica del flotador en áreas restringidas.*
1976	*Apuntes de clase. Oleaje I/II.*
1977	*Análisis aleatorio multivariado. Terminología y conceptos básicos.*
1978	*Shore classification-simple forms with prevailing wind wave action.*
1978	*Clasificación de formas costeras.*
1978	*Clasificación de formas costeras: Formulación y matriz de evolución.*
1979	*Sistemas aleatorios multivariados de estabilidad: aplicación a las obras marítimas.*
1980	*Obras marítimas exteriores. Análisis de fiabilidad de los sistemas de diseño.*
1980	*Formas costeras.*

De carácter afable, aunque temperamental y de una meticulosidad y rigor exhaustivos, Suárez Bores fue, ante todo, un ingeniero del medio natural, un arquitecto de sueños.



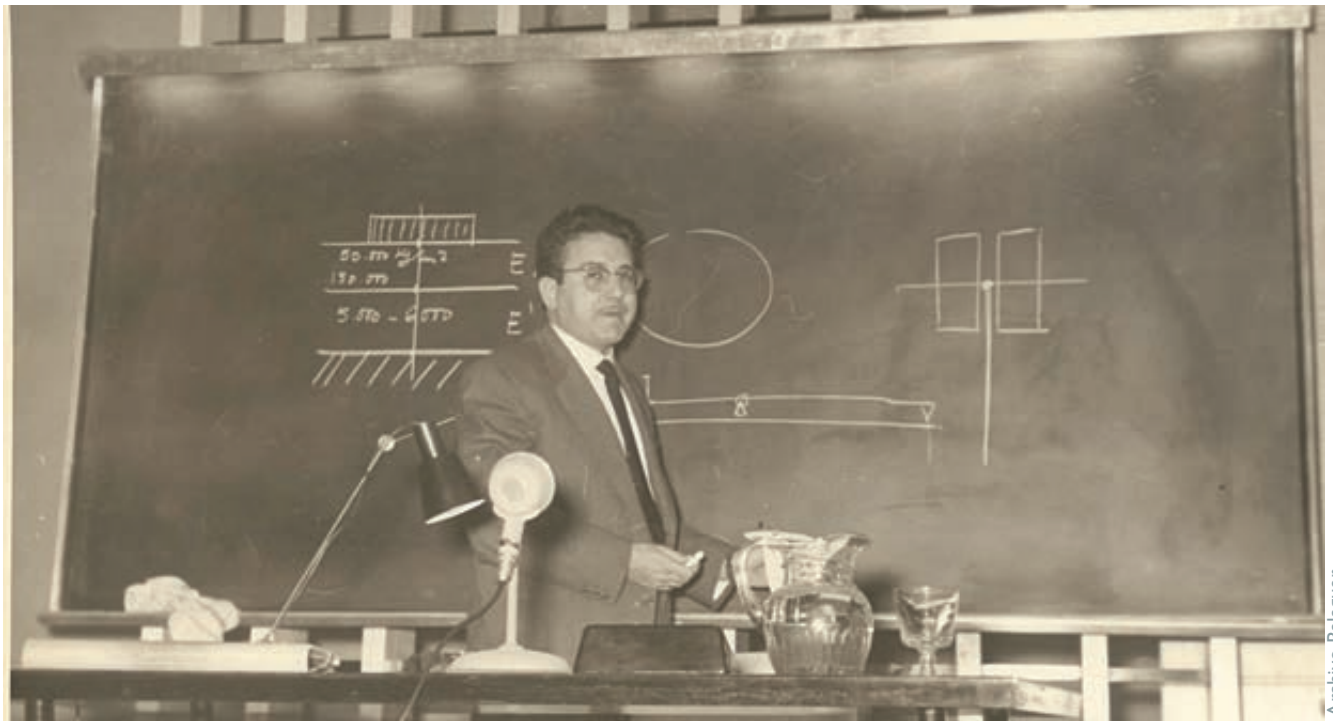
Archivo Balaguer

Pocos ingenieros suscitan un reconocimiento tan unánime como Enrique Balaguer, leyenda viva de las carreteras españolas, con una destacada dimensión docente en la Escuela de Caminos y gran proyección internacional. En su dilatada trayectoria en el Ministerio de Obras Públicas despuntó como modernizador de la técnica y la normativa de carreteras, pero sobre todo como artífice del primer Plan General de Carreteras y de las primeras autovías españolas, base de la actual red de gran capacidad.

Enrique Balaguer Camphuis

Padre de las primeras autovías

Javier R. Ventosa



Archivo Balaguer

Imagen de Enrique Balaguer dando clase en la Escuela de Caminos.

La trayectoria de **Enrique Balaguer Camphuis** (Teruel, 1925) parecía abocada desde niño a la enseñanza. Creció en Teruel y en Castellón rodeado de libros en un ambiente intelectual fomentado por sus padres, profesores de la Escuela Normal que le inculcaron la importancia de la educación, destacando, en la posguerra, como bachiller modélico por su inteligencia y memoria fotográfica, y siguiendo la estela familiar, como precoz profesor particular. Al afrontar la elección de carrera, optó por la ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. ¿Las razones? "Era –evoca– una carrera de moda, atractiva, salías al campo, a ver exteriores, como decían los ingenieros que conocí en el club náutico de Castellón…". Pesaron también otros factores, como su habilidad matemática y el único antecedente familiar, su abuelo materno, un ingeniero militar holandés nacionalizado británico –"el típico ingeniero de finales del XIX", dice–, que trabajó en Europa y América. Esta elección marcó el camino de quien con los años sería uno de los ingenieros españoles contemporáneos más destacados, como reconoció el Premio Nacional de Ingeniería Civil, pero no cerró las puertas a la enseñanza, actividad que desarrolló en paralelo.

En 1943 llegó a Madrid para preparar su ingreso en la Escuela de Caminos, compatibilizando estos estudios con clases particulares de asignaturas de ciencias. Tras aprobar en dos años "con suerte" –afirma– el duro examen de ingreso, inició la carrera, y a partir del cuarto curso comenzó a destacar, ganándose el apodo de "cerebro", sobre todo a raíz de dos intervenciones brillantes en el aula, una de ellas en su asignatura favorita, Caminos y Aeropuertos, impartida por José Luis Escario, dejando ya entrever su atracción por las infraestructuras del transporte. Se licenció en 1950 con el título de funcionario del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Especialización en carreteras

Su primer destino en la Administración fue el Servicio de Estudios y Obras Nuevas de Renfe, donde ejerció como ingeniero durante casi una década realizando proyectos de obra en Madrid (estaciones de Atocha y Príncipe Pío) y en las líneas de Valencia a Madrid por Cuenca y Puente Genil-Linares. En esta etapa contrajo matrimonio con María Dolores Ferrer, futura madre de sus cuatro hijos y su compañera hasta hoy.

A partir de 1959, su trayectoria se apartó del ferrocarril y se orientó hacia la carretera. El giro hacia esa especialización tiene su origen en el profesor Escario, en aquellos momenos director del Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo, que ofreció a su antiguo alumno dirigir la División de Pavimentos, una de las tres en que se organizó este centro de investigación pionero



Obras y tratados específicos sobre carreteras de Balaguer.

en el desarrollo técnico de las obras públicas y radicado en la Escuela de Caminos. Al poco tiempo pasó a depender del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), creado dos años antes y adscrito como organismo de apoyo al Ministerio de Obras Públicas. En esta época, marcada por el despegue de la actividad en las carreteras, colaboró estrechamente –junto al profesor José Antonio Jiménez Salas y Ventura Escario– con la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales en los estudios, inventarios y análisis de campo de los grandes planes de carreteras de los años 60 (fase final del Plan de Modernización de 1950, Plan General 1961-1976, actuaciones cuatrienales de los Planes de Estabilización), además de contribuir al desarrollo de la normativa técnica y de ensayos.

»Insigne caminero de 92 años, clarividente y dueño de una memoria portentosa que le dibuja en el rostro sonrisas de complacencia al rememorar cómo eran las carreteras españolas hace 35 años y compararlas con la actual red de gran capacidad.«

En esos ocho años en el Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo, que compaginó con su faceta como profesor en la Escuela de Caminos, dirigió la investigación sobre nuevos materiales y firmes, campo en pleno desarrollo a la luz de los nuevos conocimientos y tecnologías en proyecto, construcción y conservación de carreteras introducidos en España por técnicos de la Dirección General y del Laboratorio, así como de empresas públicas y privadas, que ayudaron a configurar a este centro como una referencia en este ámbito. Entre las investigaciones realizadas destacan la introducción



Archivo Balaguer

Balaguer, junto al ministro Javier Sáenz de Cosculluela, en la inauguración de un tramo de autovía.

de nuevos ensayos, técnicas y materiales (emulsiones y riegos asfálticos, mezclas bituminosas, técnicas en frío, hormigones…), la co-dirección en 1961 del tramo de ensayo en la carretera N-II para comparar el comportamiento de firmes (primer intento de estudiar sistemáticamente, bajo tráfico real, los firmes en España), el estudio de canteras y áridos, los estudios y recomendaciones sobre pavimentos o los análisis para solucionar el problema de las roderas. Las conclusiones de estas investigaciones y su posterior implantación contribuyeron a modernizar los pavimentos de las vías españolas en las décadas siguientes.

Dirección General y Escuela de Caminos

Desde 1967, tras su designación como jefe de la División de Materiales de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, la labor de Balaguer se centró en las fases de diseño y ejecución. Su nuevo destino estuvo marcado por el desarrollo del Plan de Mejora de la Red de Itinerarios Asfálticos (Redia) y el Programa de Autopistas Nacionales de España (PANE), las dos grandes iniciativas aprobadas en la se-



Mapa con el programa de autovías del Plan de 1984. Los trazados azules y verdes identifican las autovías a construir.

gunda mitad de los años 60 para modernizar la red viaria. Su principal cometido fue ampliar el desarrollo de los Servicios Regionales de Materiales –destinados al estudio de materiales de construcción y conservación–, que supuso la agrupación de los servicios provinciales (oficinas de proyectos, servicios de construcción y de materiales, etc.) en servicios regionales para dar una respuesta coordinada al gran número de obras en marcha. Un hito en este proceso fue la puesta en marcha de los Laboratorios Regionales de Control de Calidad, destinados al ensayo de materiales y organizados en tres secciones (suelos, mezclas bituminosas y hormigones hidráulicos), que introdujeron novedosos controles de calidad de los elementos que se estaban utilizando. Toda esta actividad la compatibilizó, a partir de 1968, con la cátedra de Caminos en la Escuela y con la presencia en diversos comités técnicos internacionales.

Sus aportaciones a la modernización técnica de la red se extendieron, en su siguiente etapa en la Dirección General (1971-1976), a la actualización de la normativa técnica de carreteras, llevada a cabo desde la nueva Subdirección General de Normas Técnicas y Prospecciones, que Balaguer dirigió. Colaboró con destacados profesionales e ingenieros (Carlos Kraemer, Juan Antonio Fernández del Campo, Luis Valero, Gonzalo Navacerrada…) en la publicación de normas técnicas en las que recogían tanto la experiencia acumulada en obras de carreteras como el desarrollo técnico experimentado. Destaca el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de 1976 (PG-3), documento de obligado cumplimiento para la redacción de proyectos, en el que se relaciona un conjunto de instrucciones en distintos ámbitos (materiales, explanaciones, drenaje, firmes, estructuras, señalización…) para la ejecución de obras viarias, concretando las especificaciones técnicas normalizadas sobre materiales y unidades de obra. El PG-3 mantiene su vigencia hasta hoy, aunque su articulado ha sido profundamente modificado. A esta etapa pertenece la mayor parte de sus publicaciones sobre firmes y trazados.



Señal informativa de acceso a una autovía.

A finales de 1975, tras ser elegido en votación director de la Escuela de Caminos, tuvo que optar entre seguir en la Administración o asumir la nueva responsabilidad universitaria, cargos de difícil compatibilidad. Tras muchas dudas, aceptó el reto y pasó a ser el segundo director de la Escuela en la nueva época de la Ciudad Universitaria de Madrid, compartiendo la responsabilidad con los subdirectores (Pedro Suárez Bores y Manuel Elices). Dirigió la Escuela en la transición, contribuyendo a normalizar la agitada situación universitaria. En esta etapa también fue designado para dirigir el Colegio de Ingenieros y contribuyó a crear la Fundación Agustín de Betancourt, destinada a fomentar la investigación en la Escuela y facilitar la colaboración con empresas de ingeniería civil.

Plan General de Carreteras

Reclamado por su experiencia y prestigio en el mundo de la carretera, Balaguer regresó en septiembre de 1981, tras el paréntesis universitario, al rebautizado Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo como Director General de Carreteras, cargo que ejerció durante

casi toda una década y que cerraría su carrera ministerial. Por aquel tiempo ya era presidente del Colegio Nacional de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (1980-1988), cargo a los que sumaría los de director de la Delegación del Gobierno en las Concesionarias de Autopistas y, dos años después, el de presidente de la Asociación Mundial de la Carretera (1984-1992). En sus siete años y medio al frente de la Dirección General compaginó con éxito todos estos cargos, combinando una elevada capacidad de trabajo con la habilidad de liderar equipos.

»Cientos de antiguos estudiantes de ingeniería le recuerdan hoy por su faceta docente, a la que dedicó más de 40 años. Calificado por sus alumnos como profesor sencillo y deslumbrante, reconoce Balaguer su interés desde muy joven por una actividad, la enseñanza, que "siempre me gustó, me tiraba mucho".«

Confirmado en su puesto tras las elecciones de 1982, su primera misión fue organizar la transferencia de las competencias sobre carreteras a las comunidades autónomas. Al inicio del proceso, la red estatal estaba formada por casi 80.000 kilómetros de carreteras y 2.000 de autopistas, además de 68.000 más de la red provincial, 75.000 de los ayuntamientos y 93.000 de otras redes. Balaguer fue el principal interlocutor técnico de la Administración central en ese proceso y fue quien concertó con los consejeros autonómicos la nueva distribución viaria en función de los criterios establecidos para definir la red de titularidad estatal (las carreteras integradas en itinerarios de interés del Estado) y la red a transferir (aquellas que se desarrollan íntegramente dentro de la Comunidad Autónoma). El proceso de traspaso de competencias fue concluido en Cataluña y País Vasco antes de 1982, se completó en Galicia en 1982 y en el resto de comunidades entre 1983 y 1984, y a su término la Red Estatal de Interés General se había reducido a 20.000 kilómetros. Esta misión requirió mucho sentido común y buenas dotes de negociación, pues afectaba tanto a la red como al personal, que en ocasiones fue también transferido a las administraciones autonómicas.

En paralelo a este proceso, Balaguer y su equipo trabajaban desde los primeros años en un plan con el que el nuevo Gobierno quería dar un impulso histórico en la modernización de las carreteras: el objetivo era construir una nueva red de gran capacidad para mejorar las comunicaciones. La solución técnica concebida por Balaguer y su equipo para configurar esa red fueron las autovías de primera generación, vías de doble calzada construidas utilizando el método de duplicación de carreteras de calzada única, más económicas y de construcción más rápida que las autopistas, y que encajaban en el plan austero y urgente que se quería desarrollar. En total, se proyectó la construcción de 3.250 kilómetros de este tipo de autovías, que conformaron el programa estrella del Plan General de Carreteras 1984-1993, primer gran instrumento de planificación viaria en la historia reciente española. Fue articulado en objetivos como la mejora de la movilidad y la seguridad, un mayor equilibrio territorial y social y la gestión de la red con criterios económicos, aprovechando lo existente. El Plan lleva el sello del director general de Carreteras en todas sus fases (concepto, dirección, desarrollo y ejecución), hasta el punto de ser conocido por muchos como Plan Balaguer.



Archivo Balaguer

Balaguer y el ministro Sáenz de Cosculluela inspeccionan muestras de mezclas asfálticas.

El Plan General de Carreteras, con una dotación inicial de 800.000 millones de pesetas, elevada a su término, tras la mejora de la economía, a 2,5 billones, arrancó en 1986 y se prolongó hasta 1993, agotando ya el mandato de Balaguer, que dirigió su ejecución hasta 1989. El modelo de duplicación de calzadas para las autovías, aplicado a los itinerarios radiales, se sustituyó en 1988 por un modelo de nuevos trazados de dos calzadas, con control de accesos, variantes en todas las poblaciones, supresión de cruces y pasos a distinto nivel, más próximo al diseño de las autopistas y que es el que hoy



Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid.

Los últimos seis directores de la Escuela de Caminos, en una entrega de premios. De izquierda a derecha, Francisco Martín Carrasco, Vicente Sánchez Gálvez, Enrique Balaguer, Edelmiro Rúa, José Antonio Torroja y Juan Santamera.

conocemos. Al término del Plan se habían construido 3.400 kilómetros de autovías, hito que marcó el despegue de la red de gran capacidad española, formada hoy en día por 17.000 kilómetros de autovías y autopistas (estatales y autonómicas) y que se encuentra entre las de mayor calidad y longitud de Europa.

Aunque las autovías de primera generación tienen sus detractores por entender que son mejorables, la solución implementada por Balaguer fue la única viable en ese momento para dar el nivel de servicio exigido por la demanda real (los fondos comunitarios que permitieron el gran desarrollo posterior de la red llegarían pocos años después), teniendo en cuenta las limitaciones presupuestarias y la situación patrimonial de una red que apenas había contado con inversión en los años previos. Echando la vista atrás, Balaguer, considerado por muchos como el precursor de la transformación de la España de los dos carriles en la España de las calzadas separadas, se muestra hoy "completamente tranquilo y satisfecho" por su contribución a la puesta en marcha de las primeras autovías en España, base de un nuevo modelo viario, luego continuado con éxito, que ha transformado el modo de viajar por carretera en nuestro país.

Regreso a la Escuela y consultoría

En 1989, tras casi tres décadas dedicadas a la carretera en el sector público, regresó a la Escuela de Caminos para ejercer como catedrático en su último año antes de la jubilación y más tarde como profesor emérito. También retomó la actividad como consultor. En 1993 impulsó la creación y luego presidió el Instituto Técnico de la Vialidad (Intevia) en el Grupo Elsamex, centro para el estudio de las carreteras con vertientes en investigación y formación. Su asesoramiento fue reclamado por varias administraciones públicas, entre ellas la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento –a la que orientó tanto en temas de organización y gestión de carreteras como en el nuevo modelo de conservación integral de la red–, la Generalitat de Catalunya y la Diputación Foral de Bizkaia.

A pesar de mantener un elevado ritmo de trabajo, sus ratos de ocio se han ido ampliando desde el final de esta década y ha dedicado más tiempo a sus aficiones, entre las que se hallan la lectura, la música, el cine y los viajes a Benicàssim, y a la familia, en la que uno de sus cuatro hijos ha seguido sus pasos como ingeniero.

EL PROFESOR BALAGUER

La figura de Enrique Balaguer se asocia casi instantáneamente a su paso por la Dirección General de Carreteras, pero cientos de estudiantes le recuerdan sobre todo por su faceta en la enseñanza, a la que dedicó más de 40 años. No faltan quienes creen que esta faceta es la más brillante en la trayectoria de Balaguer, "profesor sencillo y a la vez deslumbrante", según José Luis Elvira, exdirector técnico de Carreteras, que ha dejado una huella imborrable en varias promociones de ingenieros de Caminos.

Educado en Teruel y Castellón junto a sus hermanos Rafael y Manuel en un ambiente intelectual, superó el bachiller de forma brillante, destacando en matemáticas, física y latín, y fue premio extraordinario en el examen de Estado. Su interés por la enseñanza fue precoz –"siempre me gustó, me tiraba mucho" recuerda– y a los 18 años impartió sus primeras lecciones particulares a aspirantes a la Academia del Aire. A partir de los 19 años, compaginó sus estudios de ingreso en la Escuela de Caminos, y después la propia carrera, con las clases que impartía de bachiller y asignaturas de ingeniería. Esta actividad fue el germen de la Academia Díaz-Balaguer, fundada junto a Benito Díaz al licenciarse en 1950 para preparar el ingreso de alumnos en la Escuela, en la que impartió matemáticas durante una década.

En 1960 inició la docencia universitaria en la Escuela de Caminos como profesor de Estadística Matemática (1960-1964) y luego de Caminos y Aeropuertos (1964-1968), compaginadas con su actividad como profesor en la Escuela de Peritos de Obras Públicas (1960-1966). En 1968, tras ganar la oposición, fue nombrado catedrático de Caminos y Aeropuertos, desde donde impartió su magisterio a cientos de futuros ingenieros de Caminos durante más de dos décadas, ganándose el reconocimiento unánime "por su capacidad para transmitir conocimiento y facilitar la comprensión de los temas más complejos", según Roberto Alberola, expresidente de la Asociación Técnica de Carreteras. A su jubilación, en 1989, fue nombrado profesor emérito de la Universidad Politécnica de Madrid.

LA DIMENSIÓN INTERNACIONAL

Balaguer ha tenido una relevante dimensión internacional en la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC), foro supranacional que reúne a las administraciones de carreteras de 121 gobiernos para compartir conocimientos sobre infraestructuras viarias. En sus más de 30 años de participación en la asociación (1960-1992), tanto desde los comités técnicos (materiales, firmes, seguridad vial, trazados...) como en los congresos mundiales, a los que presentó valiosas comunicaciones, y más adelante desde los órganos de gestión, contribuyó a la modernización de las carreteras de los países miembros y a la expansión del organismo.

Particularmente relevante fue su etapa como presidente de la PIARC (1985-1992), que coincidió en el tiempo con la parte final de su cargo como director general de Carreteras. En ella sentó las bases de una nueva etapa en la asociación. Entre sus logros se encuentra el impulso a la redacción del documento precursor del primer Plan Estratégico de la Asociación, que fue aprobado en 1995 y cuyo modelo continúa hoy vigente. También promovió la renovación de su actividad interna, sustituyendo estructuras de dirección anticuadas e implantando el actual Consejo, recomendando a los presidentes no renovar el mandato al agotar su legislatura y preparando a la asociación para la primera presidencia no europea. Su presidencia se caracterizó por ser también un periodo de expansión, plasmada en su compromiso con los países en vías de desarrollo, en la reincorporación de numerosos países americanos, entre ellos Estados Unidos en 1989, y en el impulso a la constitución de grupos regionales de carreteras, como el Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica (DIRCAIBEA), mecanismo creado en 1995 por iniciativa de la Dirección General de Carreteras española y que aún hoy está vigente, permitiendo intercambiar conocimientos y tecnología en materia vial entre los países de lengua española y portuguesa. En reconocimiento a su trayectoria en la asociación, en 1997 fue nombrado presidente de honor de la PIARC.

Con el nuevo siglo, mantuvo la labor de consultor y puso su sabiduría y presencia al servicio de iniciativas ligadas a la carretera: desde la difusión editorial –coordinó la obra *Un siglo de caminos en España* (2007) y participó en la redacción de *La calidad en las obras públicas y la edificación* (2013), además de escribir en revistas especializadas– hasta la colaboración en jornadas y premios de entidades a las que ha estado ligado, como el Colegio de Ingenieros, la Fundación Agustín de Betancourt o la Asociación Técnica de Carreteras.

El reconocimiento a su figura del mundo de la carretera y la ingeniería se inició en este siglo con el Premio Nacional de Ingeniería Civil del Ministerio de Fomento de 2003, concedido en atención a "su brillante trayectoria profesional, especialmente vinculada al mundo de la carretera, en la que destaca su dilatada carrera docente, así como el relevante impulso dado a la modernización de la red nacional de carreteras", y se ha extendido a otros premios en la década actual que son testimonio de gratitud social hacia uno de los grandes



Archivo Balaguer

Enrique Balaguer, junto a antiguos responsables de la Asociación Mundial de la Carretera.

de la ingeniería, insigne caminero de 92 años, clarividente y dueño de una memoria portentosa al que se le dibujan en el rostro sonrisas de complacencia al rememorar cómo eran las carreteras españolas hace 35 años y compararlas con la actual red de gran capacidad, una transformación radical a la que ha contribuido de forma decisiva.

Balaguer ha contribuido de forma decisiva a la transformación radical de las carreteras españolas.

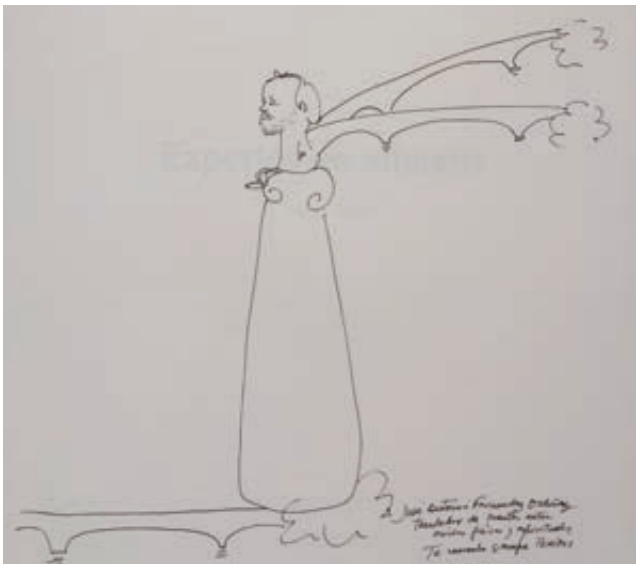


Este madrileño, nacido el 18 de noviembre de 1933 y fallecido en el año 2000, recibió el Premio Nacional de Ingeniería Civil del año 2003, a propuesta del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), como "premio de honor a título póstumo", valorando el Jurado el mérito de toda una vida profesional como maestro de ingenieros, su dedicación a la docencia y su relevancia en el sector de los prefabricados.

José Antonio Fernández Ordóñez

El ingeniero de la emoción

Luis Solera Selvi



Viñeta *in memoriam* de Peridis para *El País* el 04.01.2000: Tendedor de puentes entre orillas físicas y espirituales.



En 1971 visita el taller de Chillida para supervisar el hormigón de una de las esculturas de la serie "Lugar de encuentros".

José Antonio Fernández Ordóñez –o **JAFO**, como se le conocía cariñosamente mediante el acrónimo que forman sus iniciales y por el que es nombrado y citado en innumerables ocasiones, hasta en el título de un libro dedicado a su persona– obtiene su titulación de ingeniero en la Escuela de Caminos de Madrid en el año 1959, consiguiendo el grado de doctor en 1967. Su labor docente en la propia Escuela empieza en 1960 como adjunto de Santiago Castro Cardús, impartiendo la asignatura de Estilos Artísticos. En 1973, tras la jubilación de Castro, se hace con la asignatura de Historia y Estética de la Ingeniería y en 1981 gana por oposición la cátedra de esta materia, área que cuadra perfectamente con su peculiar interés transversal, conjugando la parte eminentemente técnica con la visión artística y crítica de cualquier estructura construida cuidadosamente e inserta en el paisaje. De la influencia y huella de viejos colegas como Celestino Espinosa o Lucio del Valle, así como de otros más actuales como Tomás García-Diego Huerga o Fernando Sáenz Ridruejo, hereda su gran interés por la historia de la obra civil española, que intentará catalogar, especialmente la relativa a puentes, presas y canales.

Muy pronto se incorpora a la empresa Pacadar, fundada en 1944 por su padre, el ingeniero Francisco Fernández Conde, que tenía la exclusiva para España de varias patentes de Freyssinet mediante las que desarrolló diferentes tipos de vigas pretensadas, frecuentemente utilizadas en los pasos elevados que empezaban a menudear por carreteras y travesías peninsulares. En la empresa familiar desarrollará complejos tipos de vigas y apoyos que en proyectos futuros y personales serán su seña de identidad. Si bien es cierto que su obra emblemática pudiera ser el puente de Martorell sobre el río Llobregat, en colaboración con su excelente compañero Julio Martínez Calzón, no es difícil adivinar su huella en múltiples obras pontoneras de todo el país. Sus líneas puras, sencillas, los variables sistemas de apoyos, ya sean en palizadas o pilas de alzado triangular o delta, la blancura de sus hormigones y, sobre todo, los tableros o cubrimientos de acero corten, que ofrecen siempre una especie de *in vetus tempore* con su gama cromática de ocres, son peculiaridades de JAFO. Otro aspecto diferenciador muy recurrente en este ingeniero es el modo personal con que viste las cubiertas de sus puentes y pasos elevados, aparentemente con sencillos petos o barandillas de acero donde la recta vertical y sucesiva de los barrotes es predominante, aunque a veces juega con centros circulares y arcos en expansión, como se puede observar en el puente de Felipe Yubara sobre la autovía A-2 en Madrid, y que parten de la influencia en rejería de los diseños de Eusebio Sempere, puestos en práctica en el paradigmático paso elevado sobre el paseo de la Castellana.

> »La ingeniería no es cuestión solo de ciencia, sino también de carácter, finura de percepción, entusiasmo y pureza de emoción.«

Otro aspecto muy destacable de este ingeniero es su fijación por el puro arte conceptual y expresivo, que



Puente de Juan Bravo. Madrid, construido en 1968.



Termina en 1983 el puente del Milenario en Tortosa sobre el río Ebro.



Pont del Diable en Martorell sobre el río Llobregat que termina en 1974.

pone de manifiesto en muchas de sus obras y que es reflejo del mundo artístico en el que se mueve, donde es frecuente el diálogo con un elenco de pintores, grabadores, escultores y otros profesionales de las bellas artes, como Eduardo Chillida, Eusebio Sempere, Lucio Muñoz, Andreu Alfaro o Antonio López. Sus interesantes colaboraciones con el arquitecto Fernando Higueras Díaz puede que introduzcan nuevas ideas y conceptos en su manera de proyectar, siempre teniendo presente el arte, bien conceptual, constructivista o informal aunque dotado de una riqueza expresiva y creadora indudable.

Obras más significativas

Probablemente su primera intervención destacada sea la de la casa del artista Lucio Muñoz Martínez, construida entre los años 1968 y 1971 en el pueblo madrileño de Torrelodones, donde colabora con el arquitecto Fernando Higueras Díaz. La huella geométrica del entramado de vigas del tipo Pacadar y sus impactantes tejadillos volados son evidentes en una amplia vivienda muy exigente que se diseña también como taller de trabajo de dos artistas, el propio Muñoz y su compañera pintora Amalia Avia. Es su primera inmersión en el mundo del arte, donde se introduce con su amplio bagaje ingenieril y toma contacto con la pintura y el grabado.

Pero su primer proyecto auténticamente impactante es el conocido popularmente como puente del paseo de la Castellana, en Madrid, que en realidad es un paso elevado que conecta las calles de Eduardo Dato con Juan Bravo, salvando la vaguada del propio paseo de la Castellana. Proyectado en el año 1968, se realizó entre 1969 y 1970, siendo los responsables del proyecto básico y constructivo así como de la dirección de obra el propio JAFO y Julio Martínez Calzón con Alberto Corral López-Dóriga. El paso tiene una longitud total de 320 metros con un interesante acabado en la cabecera de la calle de Serrano a base de escalinatas y ajardinamientos. Es una estructura de tipo mixto de vanos múltiples, con una tipología muy novedosa en aquella época por la característica propia del pretensado en la losa del tablero y la incorporación de materiales inéditos como el acero corten autopatinable y resistente a la corrosión. Por otro lado, la elección del hormigón blanco de alta resistencia le da un aspecto estético y cálido.

La simbiosis de un tratamiento ingenieril formal con elementos clásicos, como son los fustes de las pilas, y una fusión terminal con el puro arte que representan las esculturas que envuelven esta obra hace que el conjunto, muy novedoso así como bello, armonioso y atractivo, haga que el viandante visualice todo y se concentre, aunque sea unos instantes, en esta exhibición de arte callejero que rompe cualquier rutina de un ciu-



En 1984 se termina la rehabilitación del puente histórico de Aldea del Fresno sobre el río Alberche junto a JulioMartínez Calzón y Alfredo Granados.



Puente de Fernando Reig sobre el río Barxell en la ciudad de Alcoy inaugurado en 1987 en una instantánea actual.

dadano propenso a la abstracción o introspección cuando circula, generalmente con prisas, por cualquier vía urbana de una gran metrópoli.

Se inauguró en 1971 y alberga un excelente museo de escultura abstracta al aire libre, cuyo diseño también ejecutaron los anteriores con la colaboración del escultor Eusebio Sempere, culminándose la colección con la incorporación de la escultura en hormigón "Lugar de encuentros III", conocida pupularmente como la Sirena Varada, en 1978, obra de Eduardo Chillida. Resulta evidente que la propuesta de crear el propio Museo de Escultura de Arte Abstracto y su relación profesional con los artistas involucrados acentuó el interés de JAFO por el arte y una cultura plena, que debería entregarse para su exhibición sin ninguna cortapisa a la sociedad civil.

Es preciso destacar, con respecto a esta obra, que dentro de las trabas municipales, surgió la idea de incorporar al proyecto común un añadido del "encaje paisajístico" de la estructura en su área de influencia visual. El dictamen estético lo elaboró el ingeniero Ángel del Campo Francés, que fue favorable al proyecto original, siendo probablemente el primer estudio ambiental de este tipo que se realizaba en España. Debe señalarse que desde el año 1970 será una constante su colaboración con Martínez Calzón, pues ambos fundan en ese año un estudio de ingeniería dedicado a obras singulares, especialmente puentes.

Otra de sus obras más interesantes es el conocido como pont Nou del Diable o puente de Martorell sobre el río Llobregat, cuyo proyecto ganó el concurso público en 1970 y que fue construido entre los años 1973 y 1974. Es un puente pórtico mixto con pilas estructurales en hormigón blanco muy vistoso. Dispone de tres vanos separados por dos grandes pilas o células de apoyo en forma de delta invertida con atractivos alveolos u óculos. Su proceso constructivo fue de carácter tradicional, con encofrados de madera para las pilas y voladizos sucesivos del dovelaje, completándose el cierre en clave del tablero y formando ese subconjunto metálico tan característico en las obras del tándem JAFO-JMC (José Antonio Fernández Ordoñez y Julio Martínez Calzón). Su huella escultórica queda reflejada en los volúmenes delta que nos recuerdan algunas obras de Jean Arp o Henry Moore, al tiempo que se comunica orgánicamente con el mítico puente del Diablo y su asombroso arco apuntado central. Se dice en los círculos íntimos de JAFO que es la obra más querida de su autor.

»Académico de número de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, el propio JAFO afirmó que le gustaría ser recordado siempre, sencillamente, por las cubiertas del Museo del Prado«

Se pueden destacar también otras significativas obras, siempre en colaboración con Martínez Calzón, como son las estructuras levantadas en la autovía A-2, especialmente los pasos gemelos curvos a la altura de San Fernando de Henares o los pasos elevados de las calles de Felipe Yubara y Torrelaguna, en los primeros kilómetros de esta vía rápida. También marcó un hito especial la construcción, en 1978, del puente del Milenario sobre el río Ebro, en la ciudad de Tortosa. De cara a la Exposición Universal de Sevilla de 1992, JAFO dejó su huella construyendo el icónico puente



En 1986 junto a la construcción del puente IV Centenario sobre el río Guadalquivir en la ciudad de Sevilla.

del IV Centenario sobre el río Guadalquivir, y en Córdoba levantó sobre el mismo río, en 1993, el precioso puente del Arenal.

Durante un tiempo y debido a su creciente interés por el respeto, cuidado y conservación de las estructuras históricas que deberían mantenerse en la memoria colectiva ingenieril, entra en un ámbito conservacionista y diseña proyectos como la readaptación del viejo puente de Algete sobre el río Jarama, obra que dirigió en 1982 y donde también colaboró su socio Martínez Calzón, así como Alfredo Granados. También actuó para la rehabilitación y puesta en valor del histórico puente de Aldea del Fresno sobre el río Alberche, además de otras intervenciones en puentes de origen romano, califales o clasicistas.

Significativa fue su intervención para salvar de las aguas del pantano de Alcántara el vetusto puente de Guijo de Granadilla, que se erigía sobre el cauce del río Ala-



Entre los años 1996 y 1999 se realiza la pasarela de Abandoibarra en Bilbao.

gón, proyecto que llevó a cabo en el año 1981 el prestigioso estudio de arquitectura que componían Jerónimo Junquera y Estanislao Pérez-Pita, terminándose su traslado en 1984. La presencia providencial de JAFO en la presa que se estaba construyendo obedece a sus clásicas excursiones anuales con sus alumnos de Historia y Estética de la Ingeniería, donde se impartían clases prácticas de la asignatura, y al interesarse por el futuro del antiguo puente y recibir como respuesta de los técnicos que quedaría bajo las aguas del pantano, decidió promover su rescate, lo que se logró en un tiempo récord, mientras que las aguas embalsadas iban subiendo de cota y anegaban ya hasta el nuevo emplazamiento de la obra.

Otra actuación de gran interés que lleva a cabo es el puente atirantado sobre el río Barxell, en la ciudad alicantina de Alcoy, bautizado como puente de Fernando Reig en reconocimiento al ingeniero de caminos y alcalde de esta localidad. Se terminó en el año 1987 y gozó en su día de fama y reconocimiento, pues se le considera la primera obra mundial por dimensión de luz para el tipo de puente atirantado con tablero prefabricado. También obtiene el premio Construmat de 1987 a la mejor obra de ingeniería civil. Está ubicado en la salida hacia la N-340 dirección Alicante y soporta una fuerte presión de tráfico de vehículos pesados. Probablemente, junto al viaducto de San Jorge, representa la mejor y más glamurosa imagen pontonera de la ciudad de Alcoy. Encabezaron el proyecto José Antonio Fernández Ordóñez y Julio Martínez Calzón, y también formaron parte del equipo Manuel Burón Maestro, Francisco Millanes Mato, Ángel Ortiz Bonet y Javier Marco Ventura.



En el año 1998 gana el concurso del Puente del Infante Don Enrique, último proyecto de JAFO, que fue inaugurado en 2003.

PUBLICACIONES
Destacadas

Eugène Freyssinet, 1979.

Eduardo Torroja, ingeniero, en colaboración con José Ramón Navarro Vera y Patrick Maher, 1999.

Tres puentes, tres ciudades, 1995.

Catálogo de 30 canales españoles anteriores a 1900, con la colaboración de Rosario Martínez Vázquez de Parga, 1986.

Catálogo de los puentes de León anteriores a 1936, en colaboración con Tomás Abad Balboa y Pilar Chías Navarro, 1988.

En obras colectivas destacan sus trabajos sobre el pensamiento estético de los ingenieros, la relaciones entre ingeniería y paisajismo, el agua y los asentamientos humanos, o la CEHOPU y la necesidad de los estudios históricos de las obras públicas, entre otros.

José Antonio Fernández Ordoñez escribió multitud de artículos técnicos y culturales para las revistas *ROP*, *DYNA*, *Guadalimar*, *Revista de Economía*, *Arbor*, *El Ciervo*, *Arteguía* o *Revista de Occidente*, y participó en numerosos congresos y seminarios. Estos textos han sido editados por José Ramón Navarro Vera en el libro *Eduardo Torroja, ingeniero.*

En colaboraciones internacionales, destacó su intervención como experto en los estudios de rehabilitación del pont du Gard en Francia. También figuró como comisario en la famosa exposición "El arte del ingeniero" en el Centro Pompidou de París.

PUBLICACIONES
Sobre Fernández Ordóñez

JAFO: Homenaje a José Antonio Fernández Ordóñez (2001), de José María Aguirre González y otros, CICCP.

Pensar la Ingeniería. Antología de textos de José Antonio Fernández Ordóñez (José Ramón Navarro Vera, ed., 2009, CICCP).

La tesina titulada *Relación entre la obra de José Antonio Fernández Ordóñez y Eduardo Chillida Juantegui*, de Guillem Collell Mundet (2005).

La pasarela de Pedro Arrupe en Bilbao sobre el río Nervión es un proyecto sobre el que trabajó desde 1995, pero que no pudo terminar por su fallecimiento. Cercana al Museo Guggenheim y Abandoibarra, da servicio a la Universidad de Deusto. Se trata de un diseño espectacular, muy singular, con seis entradas en cabeceras, en vez de las dos habituales, construida a base de láminas plegadas que forman la chapa de acero inoxidable y donde predominan las formas geométricas sencillas y racionales. Se utilizó acero inoxidable del tipo dúplex y madera de lapacho recordando el casco y cubierta de un barco. Siguiendo escrupulosamente el diseño, fue terminada por su hijo, el arquitecto Lorenzo Fernández Ordóñez, encolaboración de Francisco Millanes, e inaugurada en el año 2004. Consiguió el Premio Bilbao-Ría 2000 que se otorgó en el año 1995.

Su último proyecto, que tampoco vería terminado, data de 1997. Es el puente Infante Don Henrique sobre el río Duero, en la ciudad de Oporto, donde colabora con Antonio Adao da Fonseca, Francisco Millanes Mato, Alberto Díaz y Alexandre Burmester. Se trataba de un proyecto ambicioso mezclando los aspectos constructivos con los estéticos. Es un puente con un gran arco abatido del tipo Maillart, muy esbelto, sobre el que apoya un tablero rígido que acentúa la geometría de la obra, otorga limpieza a las líneas y en cierto modo, se esconde o mimetiza para no competir con los otros grandes e históricos puentes de la ciudad. Obtuvo el premio Metro do Porto del año 1997.

Cabe destacar la incursión de JAFO en el área del urbanismo y preservación del medio ambiente, en la que se le reconocen proyectos en colaboración, entre los que destaca el diseño para la Avenida de la Ilustración en la ciudad de Madrid, trabajando con Jerónimo Junquera y Estanislao Pérez-Pita, o el de la localidad cacereña de Moraleja, presentando un proyecto junto a José Ramón Navarro Vera mediante el cual se pretendía recuperar la zona deprimida donde está ubicado un puente histórico sobre el cauce de la Rivera de Gata. Debido a su fallecimiento, serán también Francisco Millanes y Lorenzo Fernández-Ordóñez quienes finalicen ese Plan Especial en 2007.

RECONOCIMIENTOS

1959 Segundo premio del Concurso Nacional de Arquitectura, en colaboración con el arquitecto Fernando Higueras, por un teatro infantil al aire libre.

1968 Premio Nacional de Arquitectura con Higueras y Miró por la Casa de Lucio Muñoz en Torrelodones-Madrid.

1974 y 1979 Presidencia del Colegio Nacional de Ingenieros de Caminos.

1979 Prix Europèen de Musée de l´anèe del European Museum Trust por el proyecto y construcción del Museo de Escultura Abstracta del paseo de la Castellana, en colaboración con Julio Martínez Calzón y Eusebio Sempere.

1980 Colegiado de Honor del Colegio Nacional de Ingenieros de Caminos.

1981 Catedrático de Historia y estética de la ingeniería en la Escuela de Caminos de Madrid, dedicándose a una docencia transversal, en la que además de cálculos complejos y economía de medios se propone impregnar la profesión con un carácter humanista, cultural e histórico, donde se preste atención al patrimonio de la obra civil, hasta entonces invisible o ausente salvo por las doctas alertas al respecto de algunos colegas como Eduardo Saavedra o Pedro Celestino Espinosa y, muy especialmente, Carlos Fernández Casado. En este sentido, es impresionante su intento de catalogar toda la pontonería española en estudios de gran detalle y consistencia, obra que aún tiene pendiente la profesión y los estudiosos de la historia de estas estructuras y que debería culminarse como manifestación de respeto a la obra civil histórica que deberemos transmitir a generaciones futuras.

1985 Premio Diploma Construmat por el proyecto de recuperación, conservación y readaptación del puente sobre el río Jarama en la localidad madrileña de Algete, donde también colaboró Julio Martínez Calzón y Alfredo Granados. También se le concedió este premio –que otorga la Generalitat de Catalunya–.

1987 Premio Diploma Construmat por el puente de Fernando Reig en la ciudad de Alcoy.

1988 A causa del poderoso talante conservacionista en defensa de la obra pública que desplegó JAFO y a su interés histórico y artístico sobre gran parte del patrimonio existente en la obra civil,es elegido académico de número de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

1990 Discurso de entrada en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando desarrollando el pensamiento estético de los ingenieros.

1992 Medalla de Oro en el Concurso Internacional para la Exposición Universal de Sevilla.

1993 Es nombrado vocal del Real Patronato del Museo del Prado y, en seguida, presidente, cargo que ocupó hasta su fallecimiento el 3 de enero del año 2000. En el Prado realizó labores fundamentales de orden técnico o estructural, así como relacionadas con los fondos de la propia pinacoteca. De su proyecto renovador surgirá la ampliación del museo a cinco edificios, la catalogación y ordenación de las colecciones, así como la apertura de 27 nuevas salas en el anejo edificio del Palacio de Villanueva y la reconocida transformación que hace Rafael Moneo en el edificio central y el claustro de los Jerónimos. Es conocida la reflexión de JAFO al respecto, exclamando que le gustaría ser recordado siempre, sencillamente, por la sustitución de las cubiertas del Museo del Prado.

1994 Formará parte como numerario de la Real Academia de Ingeniería de España.

Ha sido reconocido como Doctor Honoris Causa por la Universidad de Extremadura y fue condecorado con la Gran Cruz de la Orden Civil de Alfonso X El Sabio.

JAFO también intervino en la creación del Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas (CEHOPU), junto a Manuel Díaz Marta, José Mañas, Jaime Lorenzo, Ignacio González Tascón y el escritor Juan García Hortelano, entre otros. También se le reconoce su apoyo en la creación de la Fundación Juanelo Turriano, abierta en 1987 y dedicada al desarrollo y conocimiento de la historia de la ingeniería.

Como referente en el control de la calidad en la construcción y como impulsor de la prefabricación en la edificación, su figura perdurará a través de las distintas generaciones de ingenieros a las que ha formado.



"Su trayectoria profesional vinculada a las obras públicas de las infraestructuras españolas, sobre todo en relación con el transporte, las obras hidráulicas y el medio ambiente [...] poniendo de relieve los aspectos sociales, económicos, estéticos y tecnológicos de dicha actividad" le valió a Clemente Sáenz Ridruejo el Premio Nacional de Ingeniería Civil del año 2004.

Clemente Sáenz Ridruejo

Ingeniero y geólogo, apasionado de los paisajes y sus pueblos, la historia y las letras

Clemente Sáenz Sanz y Amaya Sáenz Sanz



Foto de promoción de 1954 (A la que pertenecían, entre otros, Manolo Grasset, Gabino Guedán, Juan Benet, Ramón del Cuvillo o Pepe Espinet).



Viaje de alumnos a Robledo con Clemente Sáenz García y su hijo Clemente en el centro con corbata (1951).

Clemente Sáenz Ridruejo nació en Soria el 3 de mayo de 1928. Su padre, Clemente Sáenz García (1897-1973), fue un destacado ingeniero, geólogo, matemático e historiador, catedrático de Geología Aplicada a las Obras Públicas desde 1930 en la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid y miembro numerario de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Su primera infancia transcurrió entre Soria, Reinosa y Madrid, pues su padre era ingeniero director de las obras del embalse del Ebro. Ingresó en la Escuela de Caminos, en 1949, y se graduó como ingeniero en la promoción de 1954. Cursó, además, los estudios de Ciencias Geológicas, carrera en la que se licenció en 1968. En 1967 obtuvo el título de doctor ingeniero.

Tras sus estancias como ingeniero en la Diputación de Guipúzcoa (1955) y en la Jefatura de Obras Públicas de Soria (1956), Clemente Sáenz trabajó para la Sociedad de Reconocimientos Geofísicos con Mariano Fernández-Bollo entre 1956 y 1959. Esos años los recordaría como muy formativos, pues tuvo la oportunidad de iniciarse en el mundo de la geofísica, una ciencia complementaria de la investigación geológica, naciente en ese momento, de la que Fernández-Bollo era un adelantado. Pero no solo eso, sino que los estudios geofísicos (especialmente los aplicados a presas y túneles) le llevaron a muchos lugares de aquella España en desarrollo, durmiendo en hostales o en pajares, con los aparatos a lomos de mulas hasta las cerradas más recónditas, donde además de la toma de datos había que levantar esquemas geológicos, lápiz y cuaderno en ristre. Y cómo no, inspeccionar viejos muros de casonas e iglesias o restos de fortificaciones olvidadas, recoger fósiles, o hacer espeleología, que para todo había tiempo.

Idénticamente le dejaron huella sus trabajos con José Torán, cuya maestría a menudo evocaba. Así lo hizo en su discurso de recogida del Premio Nacional de Ingeniería cuando recordaba la primera vez que le contrató aquel hombre brillante que tenía siete oficinas en Madrid (por donde circulaban de redactores jefes Carmen Martín Gaite y Rafael Sánchez Ferlosio, o de impresor principal Jaime Valle-Inclán) ":…me llevó a la tasca del Redruello, junto al Congreso, y nos dieron las cuatro de la mañana. Y así dos noches más; ¿qué hacíamos?: escribir todos los ítems posibles de geología aplicada, geofísica, geotecnia, correcciones de terrenos, etc. que puedan entrar en una obra pública". De todos aquellos momentos salió un libro-guía, que sentó las bases teóricas y que ha resultado muy útil con el tiempo.

En 1959, Clemente se incorporó como asesor en materia de geología aplicada a Auxini y posteriormente a Initec, dirigiendo el grupo de geología de estas sociedades hasta 1978. Al servicio del Estado, en 1978 fue nombrado director del Servicio Geológico de Obras Públicas, cargo que ocupó hasta 1984. Desde este año hasta 1986 fue miembro del Consejo de Obras Públicas. En representación del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, fue consejero de Hidráulica Santillana entre 1978 y 1996, miembro de la Comisión Nacional de Geología o vocal del Instituto Geológico y Minero de España, entre otros cometidos.

Durante casi cincuenta años de actividad profesional recorrió España realizando labores de asesoría en materia de geología aplicada, geofísica y geotecnia para las principales infraestructuras de nuestro país. La vasta labor se refleja en más de quinientos informes en diversos ámbitos, gran parte de los cuales se ordenan en



Arco natural de Puentedey sobre el río Nela (Burgos).
Dibujo original de Clemente Sáenz

los estantes de la Cátedra de Geología Aplicada de la Escuela de Caminos de Madrid.

Destaca su trabajo en el área de las grandes presas. Participó muy directamente en un gran número de las construidas en España en la segunda mitad del siglo XX, tanto en el campo de la redacción de los informes geológicos previos, como en el asesoramiento de las incidencias acaecidas durante su fase de construcción; entre ellas, algunas de las más relevantes del patrimonio español, como Aldeadávila, Almendra, Valdecañas, Torrejón, Eume, Portodemouros, Belesar, Arbón, Canelles, La Barca, Alcorlo, Cortes de Pallás y muchas más. En términos cuantitativos, de las 639 grandes presas inventariadas en España construidas entre 1958 y 1991, intervino directamente en 149, y en otras 13 de las 69 que estaban construyéndose aquel año. Asesoró además sobre diversos problemas en muchas presas anteriores a 1958, y en otras posteriores a 1991 (por ejemplo, los de estabilidad de las laderas de las de Yesa e Itoiz en los últimos años de su vida profesional) e incluso intervino como perito del Colegio de Caminos en algunos casos especialmente difíciles, como la presa de Tous. Ello sin contar las cerradas fluviales estudiadas y que finalmente no se aprovecharon por diferentes motivos, que suman otras 170 y sus intervenciones como perito del Colegio de Caminos. Como consecuencia de esta labor, en 1975 fue elegido vocal del Comité Español de Grandes Presas.

En relación también con las grandes presas españolas están sus estudios de emplazamiento de diversas centrales subterráneas, siendo firmante de los informes geológicos de: Belesar, Mediano, Torrejón, Bao, Villalcampo II, San Agustín, Miranda, etc.

En el campo de las restantes obras hidráulicas, diversos canales llevan su sello en los estudios de asesoría geológica: Guadalhorce, Guadarranque, Bembézar, Monegros, Bardenas, Tajo-Segura, entre otros.

A la misma especialidad pertenecen los saltos hidroeléctricos, como el del canal de Cornatel, donde coincidió con su amigo y compañero Juan Benet. Otros trabajos del mismo tipo fueron los de la Muela de Cortes en la Umbría de Cuenca, el Bao, varios de los del Mijares, alto Segura, alto Bibey, el río Tera, etc. También informó las traídas de aguas de distintas ciudades y comarcas, entre las que destacan Bilbao, Barcelona, Málaga, Pamplona o la Hoya de Huesca.

Algunas de las obras mencionadas incluyen los estudios de infraestructuras tan notables como los túneles del Talave del Tajo-Segura (de más de 30 kilómetros), el del trasvase Guadiaro-Majaceite (12 kilómetros), los estudios para el que atravesaría la oscense Sierra Caballera (de aproximadamente igual longitud), o de San Agustín, cercano a los 10 kilómetros.

»De las 639 grandes presas inventariadas en España construidas entre 1958 y 1991, Sáenz Ridruejo intervino directamente en 149.«

No escapó a su actividad la elección de los corredores ferroviarios más adecuados a los trazados de alta velocidad españoles: la nueva variante de Pajares –con la elección de la más apropiada entre varias decenas posibles–, el trazado de Madrid a Zaragoza y el de Zaragoza a Lérida, el Madrid-Córdoba, o el trazado más adecuado para el túnel de Guadarrama en la L.A.V. Madrid-Valladolid contaron con su asesoría. En el caso de los corredores de Madrid a Zaragoza, tomó así mismo parte activa en el estudio del impacto ambiental de los corredores del Jalón y del Alto Duero, cuestión en la cual sus trabajos fueron pioneros en el campo de las obras públicas, combinando un profundo conocimiento del terreno desde el punto vista geológico e hidrológico con el histórico, ambiental y patrimonial.

También informó acerca de las condiciones geológicas de variantes de ferrocarriles como las de Bobadilla (tras la construcción del sistema de los embalses malagueños de Guadalhorce-Guadalteba), Peñarrubia de Sil (al ejecutarse este embalse), Logroño-Castejón, o el minero de Villablino (como consecuencia de la construcción de



Enrique Balaguer y Clemente Sáenz con el Rey Juan Carlos I.

la presa de Las Rozas de Sil), y soterramientos urbanos como los de Córdoba, Burgos o Palencia.

Las principales centrales nucleares españolas contaron con sus informes geológicos y estudios sismotectónicos: Santa María de Garoña, Ascó, Vandellós, Cofrentes o Almaraz entre las construidas, y Vergara, Escatrón, Valencia de Don Juan o Ametlla entre las que quedaron sin edificar, además de Lemóniz, construida, aunque no llegó a entrar en funcionamiento. En el mismo campo, dirigió las prospecciones de uranio en diversas zonas de España.

En el ámbito de la hidrogeología efectuó y dirigió trabajos que comprenden el estudio integral del Levante español entre el Ebro y Valencia, el de la cuenca del río Mula, etc. Abundantes también han sido sus aportaciones al aprovechamiento de fuentes y al diseño de captaciones concretas, además de los estudios regionales de trasvases naturales entre cuencas. E idénticamente las investigaciones encaminadas al estudio de las impermeabilizaciones de embalses y cerradas, como el caso de Canelles, entre otros menores.

En estudios de carreteras destacan la autopista del Llobregat, los accesos a Galicia (tramos del Sil y de la cuenca minera), la autopista Burgos-Malzaga, el tramo Salinas-Mondragón de la autopista Vitoria-San Sebastián, el Guadalajara-Torija de la autovía de Madrid a Zaragoza, el tramo y puente del Tablate en la Granada-Motril, etc.

El profesor

Ante todo, para Clemente Sáenz Ridruejo la enseñanza fue su vocación, que desarrolló primero como profesor adjunto y posteriormente como encargado de cátedra en las escuelas de Obras Públicas y de Ingenieros de Caminos de Madrid (de 1958 a 1973) y, fundamentalmente, como catedrático de Geología Aplicada a las Obras Públicas en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid (entre 1973 y 1998), donde además dirigió durante muchos años el departamento de Ingeniería del Terreno. Siguió ejerciendo su labor docente en esta misma escuela, primero como profesor emérito y finalmente como *ad-honorem*. A su muerte, el laboratorio de Geología recibió su nombre, en virtud a su dedicación a la Escuela.

Los que tuvieron la suerte de asistir a sus clases podrán recordar cómo, además de lo puramente programático, era frecuente la digresión en temas relacionados con el paisaje y su íntima relación con la geología. No era infrecuente que, camino del laboratorio de Geología, allá en los sótanos más alejados de la actual escuela, se le uniese algún alumno curioso que quisiera seguir la lección. Era un profesor muy querido por sus alumnos y prueba de ello es que actualmente se otorga un premio anual al mejor profesor (elegido por los alumnos) que lleva el nombre de Clemente Sáenz Ridruejo.

»Los que tuvieron la suerte de asistir a sus clases podrán recordar cómo, además de lo puramente programático, era frecuente la digresión en temas relacionados con el paisaje.«

Volviendo a su quehacer, la perspectiva amplia de la labor del ingeniero fue una constante en sus lecciones y en sus escritos. Conjugaba con naturalidad ingeniería y geología, territorio y paisaje (fruto de la aludida experiencia profesional, acumulada en todas las provincias de nuestro país), énfasis en los aspectos medioambientales (en los que se puede decir sin género de duda que fue un pionero entre los ingenieros civiles españoles), amor por la naturaleza, y también por la historia y la cultura. Estaba convencido de la dimensión social y humanística del quehacer técnico, y así procuró transmitir esta inquietud a sus alumnos y discípulos.



Acto de entrega de medallas en el Colegio de Ingenieros de Caminos, 1986. Izquierda Eduardo Torroja, centro Enrique Balaguer y a la derecha Clemente Sáenz.

Muchos recordarán los años de la transición en la Escuela de Caminos. La exposición "Caminos de un tiempo" rindió en 2006 un tributo merecido a aquellos momentos. Fue entonces, hacia 1973, cuando se fraguó la Asociación de Culturales, impulsada por Balaguer y por Torroja como directores que contaron además con el apoyo de José Antonio Fernández Ordóñez y Clemente Sáenz. De ahí surgieron viajes en busca de presas, canales, puentes o castillos, aderezados de tertulias.

Fuese en busca del Ebro y su cabecera, en la toba de Orbaneja del Castillo, buscando la casa natal de Goya en Fuendetodos, en la presa de Santolea, o recorriendo el desfiladero de la Yecla en Burgos, todos aquellos viajes trufados de ingeniería, arte y camaradería profesor-alumno perviven en el recuerdo de los que los gozaron.

En defensa de su profesión

Clemente Sáenz era un ingeniero amante de su profesión. Desde los primeros años 70 estuvo muy involucrado en el Colegio y en sus actividades. Cuando falleció en 2006 era presidente de la Asociación de Ingenieros de Caminos, vicepresidente del Colegio de Ingenieros de Caminos –cargo este que ya había ocupado en otra fase anterior–, además de miembro de la junta del Instituto de la Ingeniería de España (del que fue vicepresidente). Había también formado parte de la junta de otras sociedades (como la Asociación Española de Túneles y la de Ingeniería Sísmica) y durante muchos años fue presidente de Asociación Española de Geología Aplicada a la Ingeniería.

Esa actividad colegial y asociativa es la expresión de su convencimiento de la dimensión social de su profesión. Como en tantas otras causas, Clemente ejerció siempre una desinteresada dedicación en estos frentes en los que creía servir a los intereses de sus compañeros. A veces con visión crítica del desempeño de los propios organismos a los que pertenecía, pues, en sus propias palabras, "para cambiar las instituciones hay que estar en ellas".

Fue a su vez patrono-fundador de las fundaciones Ingeniería y Sociedad, y Desarrollo y Naturaleza, y miembro del Capítulo Español del Club de Roma, además de miembro de más de una docena de sociedades científicas.

Los castillos, los ríos, los viejos caminos…

Clemente Sáenz fue un experto "castellólogo". Su vinculación familiar con Soria, con sus paisajes y sus pueblos, despertó en él el interés por las viejas y menguantes ruinas que aparecen acá y allá por el alto llano numantino, que diría Machado, y que tantas veces visitó y analizó en compañía de su padre, andariego y experto como pocos. No solo le interesaron los grandes fuertes, sino las pequeñas torres, los puentes fortificados, o las viejas cercas que, más o menos desdentadas y malbaratadas, rodean Almazán, Galisteo, Artajona o la misma Soria. Fruto de esa afición fue *Soria medieval y sus castillos*, un monumental libro inédito concebido en los años 60 con Florentino Zamora, Soriano y archivero de la Biblioteca Nacional.

De ella emergió un pequeño escrito emocionante, denominado "La agonía de los castillos españoles" (publicado en el libro *JAFO. Homenaje a José Antonio Fernández Ordóñez*, Colegio de Ingenieros de Caminos, 2001), en el cual repasa las causas, de las bélicas a las sísmicas pasando por las urbanísticas, que tanto han deteriorado el patrimonio castellológico español. Y precisamente para promover su defensa, permeneció durante muchos años a la Asociación Española de Amigos de los Castillos (de la que fue largo tiempo vicepresidente) y formó parte de la junta directiva de Hispania Nostra (asociación sin ánimo de lucro que defiende, salvaguarda y pone en valor el patrimonio cultural y natural de España).

Si los castillos fueron probablemente una derivación natural de sus andares curiosos por los páramos sorianos, su conocimiento de la "intrahistoria" de los ríos españoles fue sin duda consecuencia de sus años de ingeniero en formación. Esa intrahistoria está plasmada en "Los ríos de España", que editó en 1987 con Miguel



Castillo de Langa de Duero (Soria).

Arenillas (*Guía Física de España. Los ríos*. Alianza Editorial, Madrid, 1987). Pero también en su curiosidad por otros aspectos de los ríos, tales como aquellos que se salen de bajo los puentes y, montaraces, abandonan sus madres, y como el Alagón en Coria, dejan al puente huérfano de río, en mitad del campo. Como decía Clemente, "… *yo, si fuera río, buscaría conductos zapadores a diestro y siniestro, hasta encontrar nuevo álveo alejado de la rosca sillar de mi ignominia*…" ("Cuando los ríos pasaban bajo los puentes", Cauce 2000. Madrid, 1999). Como en tantas otras cosas, las perspectivas originales, fruto de la curiosidad, adornan el discurso más allá de lo puramente ingenieril.

Y qué decir de los caminos. ¿Qué hay de los caminos de la Mesta? Allá por los primeros setenta, acompañado entre otros por su querido Emilio Ruiz (castellano esencial, amigo de la infancia, economista y poeta) se embarcó en un detallado viaje por la Cañada Oriental soriana, deteniéndose en contaderos, esquileos, recorriendo las vargas y cuerdas, y, sobre todo, observando cómo el desarrollo se llevaba por delante los vestigios de una red de caminos tejida popularmente –aunque amparada por reyes– desde la Edad Media, mientras sus usuarios, los pastores trashumantes, progresivamente desaparecían de los puertos de la Ibérica y sus pueblos se reducían a ruinas fantasmales. En la defensa de ese patrimonio rural español se puede considerar a Clemente Sáenz un adelantado, participando activamente en las incipientes asociaciones de defensa de las cañadas que aparecieron posteriormente en España.

Si de caminos hemos de hablar, habría que poner en la mesa también las vías romanas, y, cómo no, el Camino de Santiago, objeto de su predilección desde un seminal artículo en la *Revista de Obras Públicas* ("Geomorfología del Camino de Santiago", ROP, 3.311, 1992), y del que publicaría después un libro que trata de la geología del mismo (*Patrimonio geológico del Camino de Santiago*, Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid, 1999). Libro donde se plantea cómo surgió el trazado que, desde Jaca o Roncesvalles, atraviesa La Rioja, Castilla, el Bierzo y penetra en Galicia por el Cebreiro. Copiamos de la introducción: "Convendrá preguntarse acerca de quiénes trazaron este camino. Está claro, de entrada, que no se trata de una obra preconcebida, con un 'proyecto' único, sino que, en cierto modo, se ha hecho camino al andar, según la ya muy manida y afortunada acuñación de Antonio Machado. A nuestro modo de ver, la traza 'definitiva' es resultado de un tejer de generaciones (tal vez, a veces, también destejer), de personas que en su mayor parte han quedado anónimas. Sin duda sufrió un proceso de 'tanteo y error', con aproximaciones sucesivas a un óptimo bastante bien alcanzado, de difícil superación desde el punto de vista fisiográfico". Y donde de nuevo, al extraordinario conocimiento del territorio, superpone Clemente las figuras de tantos protagonistas históricos que se asomaron a las rutas compostelanas, como Suero de Quiñones, César Borgia, San Francisco o Aymeric Picaud, o el anecdotario geológico de fósiles, minerales, morrenas o sillares que amenizan la ruta.

»Pionero en compaginar el respeto al medio natural y al patrimonio cultural con la construcción de infraestructuras.«

Dejaríamos huérfana esta descripción de su trayectoria sin hacer mención a su declarado interés por tantos otros aspectos, como la toponimia, la espeleología, las viejas obras hidráulicas, o la minería romana. Las ahora tan conocidas Médulas de León fueron objeto de un trabajo en el que se anticipó a estudios posteriores, haciendo uso de técnicas fotogeológicas para identificar múltiples explotaciones auríferas de León y Galicia (*Contribución al estudio de la minería primitiva del oro en el noroeste de España*. Ediciones Atlas, Madrid, 1974). Ese interés derivaría de tantos viajes de trabajo a los Saltos del Sil, a Compostilla, a los canales del Bierzo… y de esa permanente curiosidad por las huellas humanas en el paisaje.

Como en el caso de su actividad ingenieril, Clemente Sáenz participó activamente de múltiples sociedades que reflejan esa diversidad de intereses: fue vicepresidente del Centro de Estudios Sorianos (encuadrado en el C.S.I.C), de la extinta Asociación de Amigos de la Trashumancia y participó en la fundación de SAAS-2, la Sociedad de Autores y Artistas Sorianos. Y así mismo fue académico correspondiente de las Reales



Clemente Sáenz con el presidente de la American Society of Civil Engineers (ASCE).

Academias de Bellas Artes de San Fernando y de la Historia.

En el Colegio de Ingenieros de Caminos promovió la creación (junto con sus colegas y amigos José Antonio Fernández Ordóñez y Juan Benet) de la colección de libros *Ciencias, Humanidades e Ingeniería* del Colegio de Ingenieros de Caminos, cuyo objeto fue promover la perspectiva humana del quehacer ingenieril. Y presidió durante muchos años el Comité de Libros del Colegio.

Con esa misma inquietud, estuvo en primera línea de iniciativas cívicas como la defensa del entorno histórico, literario y paisajístico del río Duero a su paso por Soria, llevando a cabo además la concepción del proyecto finalmente realizado. Probablemente se trata del primer caso en el que el significado no solo ambiental, sino literario de un paraje (la hoz del Duero soriana, cantada por Machado y Gerardo Diego, y fabulada por Bécquer) se ha impuesto a su utilidad pública como punto de paso. La iniciativa, abanderada por el Centro de Estudios Sorianos y liderada entre otros por Clemente Sáenz, logró conducir el proyecto a la salvaguarda del lugar, que es precisamente hoy uno de los reclamos de su ciudad natal, insertado en esa difusa categoría de los Paisajes Culturales.

Su carrera le valió distintos reconocimientos. Era miembro de honor del Instituto de la Ingeniería de España y Medalla de Honor del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, así como International Honorary Fellow de la American Society of Civil Engineers (ASCE). Era también miembro del Comité de Honor de la Asociación Española de Amigos de los Castillos.

En febrero de 2006, recibió el Premio Nacional de Ingeniería Civil 2004, en "reconocimiento a su trayectoria profesional vinculada a las obras públicas de las infraestructuras españolas, sobre todo en relación con el transporte, las obras hidráulicas y el medio ambiente (…) poniendo de relieve los aspectos sociales, económicos, estéticos y tecnológicos de dicha actividad". En el acto la ministra de Fomento recordó la apuesta de Sáenz Ridruejo por la mujer para cargos de responsabilidad hace más de treinta años, "la profesión de ingeniero es una profesión de hombres, este es un ministerio de hombres, se pasa por la galería y sólo se ven retratos de ministros, y cuando he sabido que además sus valores profesionales e intelectuales fue de los primeros en introducir a la mujer en puestos de responsabilidad, he considerado más justo aún este premio para este hombre preclaro."

Clemente Sáenz Ridruejo falleció en Madrid el día 1 de marzo de 2006.

Profundo conocedor del territorio, maestro muy querido por generaciones de ingenieros.



© Thomas Hoeffgen

Hablar de Calatrava es hablar de uno de los ingenieros-arquitectos más conocidos de nuestro país. Innovador e inquieto y, como él mismo afirma, en constante búsqueda. Sus obras se reparten por medio mundo y sus proyectos nunca pasan desapercibidos, basándose en la observación de la naturaleza y el estudio del movimiento, en el uso de materiales que proponen formas casi imposibles y en la integración con el paisaje para los que están destinados.

Santiago Calatrava Valls

La vanguardia que seduce

Begoña Olabarrieta



© Palladium Photodesign

Auditorio "Adán Martín" en Santa Cruz de Tenerife.

Ingeniero y arquitecto, escultor y artista polifacético, el valenciano **Santiago Calatrava Valls** es uno de los españoles con mayor proyección internacional. Sus puentes, estaciones de ferrocarril, espacios urbanos, edificios y torres se encuentran en medio mundo y tienen unas señas de identidad tan marcadas que, en muchos casos, son conocidos como "calatravas".

Formación y trayectoria profesional

Nacido en Benimamet (Valencia) el 28 de julio de 1951, desde muy temprana edad comenzó a interesarse por el arte, y en 1968 finaliza los estudios en la Escuela de Bellas Artes y Oficios de Burjasot, que realizó asistiendo a las clases nocturnas. Un año después comienza su carrera en la Escuela de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Valencia y en 1973 presenta su trabajo de fin de carrera sobre entornos urbanísticos.

Su inquietud por continuar formándose y experimentado le llevan a la ciudad suiza de Zúrich, donde comienza sus estudios de Ingeniería Civil en la Escuela Politécnica Federal (ETH, según sus siglas en alemán), doctorándose entre 1979 y 1981 en Ciencias Técnicas por el Departamento de Arquitectura, con su tesis "Acerca de la Plegabilidad de las Estructuras". Es en ese momento donde ya el uso de los materiales, la estética y la búsqueda de nuevas formas y soluciones determinan su visión de los proyectos constructivos. También en esta ciudad fue cuando comenzó a impartir clases a los alumnos del Instituto de Estática de la Construcción de la ETH, y como profesor auxiliar en el Instituto de Estética Plana y Construcciones Ligeras de esa misma escuela.

Desde entonces la ciudad alemana de Zúrich se convierte en uno de sus lugares habituales de trabajo, abriendo en ella su primer estudio de ingeniería civil y arquitectura en 1981 y, más tarde, en 1989, otro en París



© Alan Karchmer

Puente de la Mujer en Buenos Aires (Argentina).

y el tercero, dos años más tarde, en Valencia, donde estaba inmerso en la Ciudad de las Artes y de las Ciencias.

Con vocación internacional desde el inicio de su carrera, Calatrava pronto se sitúa entre los arquitectos-ingenieros más reconocidos y demandados internacionalmente. Doctor "honoris causa" por más de una veintena de universidades, en su palmarés cuenta con decenas de premios, menciones e invitaciones para formar parte de los más prestigiosos organismos, dentro y fuera de nuestras fronteras.

A partir del año 1992 consigue un masivo reconocimiento en España, fue nombrado miembro de la Real Academia de Bellas Artes de San Carlos (Valencia), posteriormente Doctor Honoris Causa por la Universidad Politécnica de Valencia (1993) y por la Universidad de Sevilla (1994); y recibió otros galardones como la Cruz de Sant Jordi (1994) y la Medalla de Oro al Mérito de las Artes por el Ministerio de Cultura (1995). En 1999 se le concede el Premio Príncipe de Asturias de las Artes; en aquel entonces Calatrava todavía no había cumplido los 50 años y el acta del jurado reconocía "su merecido prestigio internacional", su aportación "a la construcción de puentes y edificios, un original entendimiento del volumen y el empleo de nuevos materiales y tecnologías en la búsqueda de una estética innovadora". En el año 2000 es nombrado miembro honorario de la Academia de Bellas Artes de San Fernando en Madrid.

Desde entonces no ha parado de recibir galardones: en 2005 los premios nacionales de Arquitectura y de Ingeniería Civil otorgados por el Ministerio de Fomento, y más recientemente otros como el galardón al edificio verde más innovador, en 2010, por su proyecto del Museo do Amanhã (Río de Janeiro); el Premio Europeo de Arquitectura (2015), o el Premio de Arquitectura de Oriente Medio por su proyecto de la "Dubai Creek Tower", llamada a ser la torre más alta del mundo.

En 2005 recibía el Premio Nacional de Ingeniería Civil en reconocimiento a una trayectoria profesional –tal y como afirmaba el jurado de aquel año– "de singular sensibilidad para integrar los elementos estéticos, estructurales y funcionales de las infraestructuras de transporte y convertir estas en espacios públicos que dotan a las ciudades de nuevos referentes. Con ello, Santiago Calatrava está contribuyendo decisivamente al reencuentro entre técnica y sociedad, entre las infraestructuras y los ciudadanos".

> »La ingeniería no es cuestión solo de ciencia, sino también de carácter, finura de percepción, entusiasmo y pureza de emoción.«

La visión de Calatrava de la obra civil va más allá de la utilidad. Creador de grandes estructuras en un estilo que combina elementos visuales grandiosos que interactúan con los principios más rígidos y tradicionales, afirma que la ingeniería le permite ahondar en la búsqueda de modelos para reproducir lo que ocurre en la naturaleza, como son el movimiento y el dinamismo, donde se aúnan el cálculo, el rigor matemático y físico, la tensión y la energía cinética de las formas estables para de esta forma hacerlas arquitectura.

Menos conocido en su faceta como escultor, su concepción de los proyectos arquitectónicos y urbanísticos parte de su obra escultórica, de sus estudios en los que las formas cobran vida, casi torciéndose en sí mismas, como la conocida torre Turning Torso de Malmö, en movimientos casi imposibles. En la obra de Calatrava la visión del entorno se une al movimiento, escogiendo elementos que lo definen para caracterizar el proyecto, para hacerlo vivible a los ciudadanos.

Los puentes

Los puentes quizá sean sus proyectos más representativos, conjugando en ellos la finalidad de hacerlos útiles tanto para peatones como para vehículos con su idea de monumento urbano.



© Palladium Photodesign

Puente de Lusitania en Mérida.

En el inicio de sus proyectos en España, a finales de la década de los ochenta del siglo pasado, es cuando Calatrava proyecta sus primeros puentes con esas formas, técnicas, materiales y concepto visual característicos suyos que variaron el paisaje ahí donde se fueron sucediendo. El primero dentro de nuestras fronteras fue el de Bach de la Roda, que le hizo merecedor en 1988 del Premio de las Artes de la Ciudad de Barcelona. Convertido en aquel entonces en un hito urbanístico, consiguió integrar espacios hasta entonces marginales en el paisaje urbano, en un momento en el que la Ciudad Condal se preparaba para los Juegos Olímpicos de 1992. Un proyecto en el que se añadió, además, una estación de cercanías y una amplia zona verde, utilizando para ello los terraplenes del corte ferroviario. El puente consiguió transformar el entono conectando mar y ciudad.

El segundo, el denominado puente Nueve de Octubre, se construyó en Valencia entre 1987 y 1989. Fue diseñado como un doble viaducto formado por dos tableros, uno para cada sentido de la circulación, con un espacio central, descubierto en el centro, y extremos laterales reservados para el paso de peatones. Entre sus características más destacables, la ligereza conseguida gracias a las formas de sus apoyos –por una parte triángulos de hormigón al estilo de los tajamares clásicos y, por otra, a los pilares simplemente apoyados, como bielas–. Será en este puente donde se empiece a conocer su faceta escultórica, ya que situó dos obras propias en las cabeceras del mismo que se asemejan a grandes alas sobre pedestales.

En aquellos años, los puentes de Calatrava empiezan a ser cada vez más demandados, y en 1988 la Junta de Extremadura le encarga el que se denominó Lusitania, en Mérida –ciudad que en aquel momento se encontraba en pleno desarrollo como capital autonómica–, para conectar el centro histórico con un polígono construido en la parte septentrional del Guadiana, aliviando así el flujo del tráfico. En un entorno urbano pero rodeado de naturaleza, el puente, de grandes dimensiones determinadas por la anchura del río, se diseñó con un arco pronunciado, ligero, creando una estructura que se funde con la llanura, el agua y las colinas al fondo, hasta cierto punto imitándolas.

El de Devesa en Ripoll será otro de los puentes construidos por el arquitecto valenciano en aquellos tiempos. Cuenta con una pasarela peatonal que salva una diferencia de altura de cinco metros sobre el río Ter, cerca del centro de la localidad, conectando la zona de la que recibe su nombre con la estación de ferrocarril.

Sevilla 92: El Alamillo

Será en Sevilla donde Calatrava consolide su popularidad como diseñador y constructor de puentes en España. La Exposición Universal de 1992 fue uno de los hitos más importantes en la historia reciente de la capital hispalense y contribuyó a mejorar de forma significativa las infraestructuras de la ciudad y sus alrededores. Una de estas mejoras fue la de construir hasta ocho nuevos puentes sobre el río Guadalquivir, uno de ellos el "calatrava" del Alamillo. Cuenta con 250 metros de longitud sobre el tramo del río conocido como meandro de San Jerónimo y se conecta a un viaducto (también firmado por Calatrava) para automó-

viles, ciclistas y peatones que cruza la isla de la Cartuja. Ese viaducto, puerta de entrada norte del recinto, es una estructura continua con una parte inferior abovedada y con superposición de niveles: uno superior para el tráfico vehicular y dos inferiores para peatones y bicicletas. Sobre sus dos calzadas se construyeron además voladizos para proporcionar sombra a los millones de visitantes que se acercaron a la Expo. Pero lo que supuso una auténtica novedad técnica y de diseño fue el puente del Alamillo en sí. De su pilón, con 142 metros de altura y una inclinación de 58 grados, parten trece pares de tirantes que lo sujetan. El par de tirantes superiores de 300 metros de longitud eran los más largos del mundo en aquel momento. El puente salva una luz de 200 metros y para su construcción hubo que emplear una de las mayores grúas de tierra disponibles en aquel momento, capaz de levantar 200 toneladas métricas a 150 metros de altura. Su figura de arpa soporta todo su peso. Con este puente, Calatrava creó una nueva tipología de puente atirantado sin cables de retenida en la parte posterior del pilono. En su concepción, utilizó los ya mencionados estudios del movimiento y del cuerpo humano, en concreto su escultura Turning Torso, en la que los cubos de mármol apilados que la componen se equilibran gracias a un alambre tensado. De nuevo utilizando una perfecta combinación de tecnología, ingeniería y arte escultórico, consiguió la creación de un puente integrado en el paisaje, con formas totalmente ligeras que evitan en todo momento el elemento estático.

Tras el puente del Alamillo vendrán otros muchos. En 1995 culmina el del puerto de Ondarroa que cruza la ría que el Artibai forma en su desembocadura en el mar Cantábrico. Fue diseñado para aliviar del tráfico pesado portuario a la ciudad, pero una vez más también se pensó en los peatones, a los que mediante sus pasarelas se les ofrecieron nuevas oportunidades para disfrutar de la costanera, hasta aquel entonces interrumpida.

También ese año realizó el puente de la Alameda, en Valencia, de 130 metros. Fue construido, sobre el antiguo cauce desviado del río Turia para conectar el distrito de la Universidad en el norte con el casco antiguo de la ciudad. A este proyecto se asoció, además, una estación de Metro, realizada al mismo tiempo, alineada en el mismo eje longitudinal directamente debajo del puente.

En 1997 construye en Bilbao el puente peatonal del Campo de Volantín, también llamado Zubizuri. Sobre la ría del Nervión une ambas márgenes en un momento de saneamiento, recuperación y desarrollo turístico de la zona para integrarla en la ciudad. Se diseñó como un arco inclinado que une dos plataformas, con rampas de acceso y escaleras en ambas orillas, que sostiene la estructura peatonal con cables de hierro recuperando la ría como zona de paseo.



© Palladium Photodesign

Torre de telecomunicaciones de Montjuic en Barcelona.

En 1999 Murcia también recibirá dos "calatravas" para dar respuesta a las nuevas necesidades de tráfico y conexiones de la ciudad, interviniendo en la mejora de la capacidad del puente del Hospital y construyendo una nueva pasarela peatonal, ambas sobre el río Segura. Tras este, el último de los puentes que Santiago Calatrava ha realizado en España hasta el momento es el de la Serrería, en Valencia, en 2008, parte de una de sus intervenciones más emblemáticas, la Ciudad de las Artes y las Ciencias. Situado en el borde más oriental de la misma, la cubierta del puente se extiende 180 metros y está suspendida de un pilón curvo inclinado a una altura de 118,6 metros, del que surgen los 29 tirantes que lo sostienen, determinando su fuerte efecto visual en línea con el conjunto en el que se integra.



© Sérgio Huoliver

Museo del Mañana en Río de Janeiro (Brasil).

En el extranjero

Echando un visitado a las atracciones turísticas de muchas ciudades del mundo, se constata que los puentes de Calatrava se integran entre sus propuestas: En Manchester, el puente peatonal sobre el río Trinity; en Berlín, el puente Kronprinzen (que le valió el ECC European Steel Design Award en 2003 por el uso de acero en su construcción); en Buenos Aires, el puente de la Mujer, en la revitalizada zona de Puerto Madero; o el que se incluyó en el Complejo Olímpico de Atenas en 2004.

Además, Jerusalén, Tel Aviv, Dallas, Calgary o Toronto entran también en la lista de elegidos. Pero de todos ellos, sin duda, uno de los más nombrados es el Ponte della Constituzione de Venecia, que se vino a sumar en 2008 a los tres que ya permitían cruzar el Gran Canal (el de Rialto, el de los Descalzos y el de la Academia) y que es también conocido como el Quarto Ponte. En una ciudad caracterizada por decenas de pequeños puentes peatonales, esta moderna construcción se pensó para comunicar Piazzale Roma con una de las entradas a la ciudad, la zona de la estación de trenes Santa Lucía. Consta de un arco de acero, otros dos arcos laterales y otros dos más bajos, realizados con tubos de acero y placas, formando cuadros de sección cerrada. Las escaleras y el tablero del puente se realizaron en vidrio templado, piedras naturales de Istria y traquita; para el parapeto se utilizó vidrio, y bronce para la barandilla. Por la noche, los focos de iluminación del puente están diseñados para añadir un efecto aún más escenográfico a su ubicación sobre las aguas del canal.

En entornos aún más lejanos del estudio de Calatrava –Zúrich, ciudad en la que lleva años asentado–, se trabaja en proyectos en China, como en la localidad de Wuhan, en tres puentes sobre el canal de Huasahn; o también en Doha (Qatar), con una impresionante infraestructura formada por tres puentes conectados por túneles subacuáticos en la bahía de la ciudad. Y, año a año, el listado de ciudades con un "calatrava" se sigue ampliando.

Sus edificios

Creador polifacético e incansable, Calatrava también se ha destacado por la construcción de edificios, estaciones de tren, torres de comunicación, etc. Y no solo los puentes son el objeto de su innovación, pues en todos estos edificios ha volcado igualmente su forma de entender los espacios y la integración en el entorno.

Una de sus primeras y más reconocidas obras fue la ampliación de la estación Stadelhofen, en Zúrich, que le hizo merecedor de dos galardones en Suiza, situándole en primera línea en aquel momento. Se trataba de un proyecto de ampliación y redefinición de la infraestructura ya existente en el corazón de la ciudad, incluyendo una tercera vía y creando una galería comercial, algo nada sencillo, pues la ubicación de la estación original estaba situada contra una pequeña colina próxima al lago Zúrich y había que trabajar en un tramo curvo y con un desnivel pronunciado. La solución fue excavar parte de la colina para acomodar diversas funciones y luego reconstruirla con una estética nueva. Para ello se trabajó en cuatro zonas: galerías subterráneas, plataformas, galerías superiores y

PROYECTOS EN ESPAÑA

2011	El Palacio de Exposiciones y Congresos, Oviedo.
2009	Ágora - Ciudad de las Artes y las Ciencias, Valencia.
2009	Ciudad de las Artes y de las Ciencias, Valencia.
2009	Obelisco plaza de Castilla, Madrid.
2008	Puente de la Serrería, Valencia.
2006	Palau de les Arts Reina Sofía, Valencia.
2003	Auditorio Adán Martín, Santa Cruz de Tenerife.
2001	Escenografía "Las Troyanas", Valencia.
2000	Aeropuerto de Sondica, Bilbao.
1999	Puente peatonal Manrique, Murcia.
1999	Puente Hospital, Murcia.
1997	Puente Campo Volantín, Bilbao.
1996	Torre de control del Aeropuerto de Sondica, Bilbao.
1995	Remodelación de la plaza de España, Alcoy.
1995	Recinto ferial, Santa Cruz de Tenerife.
1995	Puente de la Alameda y estación del Metro, Valencia.
1995	Puente del puerto, Ondarroa.
1992	Pabellón de Kuwait, Sevilla.
1992	Torre de comunicaciones de Montjuic, Barcelona.
1992	Puente del Alamillo y viaducto de la Cartuja, Sevilla.
1991	Puente peatonal de la Devesa, Ripoll.
1991	Puente Lusitania, Mérida.
1988	Puente 9 de Octubre, Valencia.
1987	Puente Bach de Roda - Felipe II, Barcelona.

un jardín exterior. La estética de esqueleto metálico es una de sus señas de identidad y un elemento que ya se ve en este proyecto y que seguirá desarrollando y perfeccionando en los años siguientes.

Dos años más tarde del éxito de Stadelhofen, Calatrava empieza a triunfar también con sus edificios dentro de nuestras fronteras. Un ejemplo de ello fue en la Expo 92 de Sevilla –en la que ya estaba trabajando en el puente del Alamillo– con el pabellón de Kuwait, que significó la proyección internacional de un país poco conocido hasta entonces. El edificio se diseñó en una estructura de dos pisos, con una plaza elevada acotada por dos paredes curvilíneas y cubierta con unas costillas móviles de 25 metros de longitud. A esta se añadió una terraza de escalones a lo largo de cada lado, siguiendo la inclinación de la superficie vidriada. Para la zona de acceso se diseñaron puertas giratorias seccionadas de perfil aerodinámico.

La torre de Montjuic

En aquel año de 1992, si Sevilla tenía la Expo, Barcelona tuvo los Juegos Olímpicos, y Calatrava será el encargado de crear una nueva torre de Comunicaciones en Montjuic, a la altura de todo el proceso de remodelación que experimentaba la ciudad. Su imagen futurista lo consiguió: líneas en movimiento, formas abstractas en blanco para materiales modernos, y una cierta evocación a la aerodinámica. En su concepción se encuentra de nuevo el estudio del cuerpo en movimiento, unido al espíritu olímpico que se vivía en aquel entonces. Con una altura de 136 metros, la parte superior, que alberga la zona de retransmisión, es una plataforma circular que recuerda a una flecha con su respectivo arco que hace un claro guiño al deporte; y, para rematar el efecto, su orientación, que coincide con el ángulo del solsticio de verano, hace que actúe como reloj de sol proyectando la sombra de la aguja central sobre la plaza. Una vez más rompiendo con la forma habitual de este tipo de construcciones, esta torre no se basa en un tronco vertical, sino que está formada por un fuste inclinado con estructura metálica sobre tres apoyos. En el límite entre la estática y la dinámica, asegura el equilibrio al hacer coincidir el centro de gravedad de la base con la resultante vertical del propio peso.

Un desafío a lo tradicional, ya antes alcanzado bajo la plaza de España de la localidad alicantina de Alcoy, con la construcción de una sala polivalente totalmente vanguardista, cuyo único espacio de 90 metros de largo y nueve metros de alto en un plano trapezoidal, tiene una estética que recuerda a una sucesión de espejos conseguida gracias a la estructura del soporte primario del techo, un arco cuya curva se repite a lo largo del espacio.

Puesta en escena

Junto a estaciones y torres se une, a inicio del siglo, el proyecto de puesta al día del aeropuerto bilbaíno de Sondica, para el que ya en 1996 había diseñado una torre de control. En esta ocasión uno de los elementos más destacados es la cubierta de su gran sala acristalada, con la que consigue un efecto aerodinámico, sobresaliendo y "volando" hacia arriba en la dirección

del campo de aviación, extendiéndose por las áreas administrativas, restaurantes y zonas de espera.

Esta propuesta plástica, que es casi una puesta en escena, tendrá su reflejo años más tarde con un uso totalmente diferente en el auditorio Adán Martín, de Santa Cruz de Tenerife, finalizado en 2003. El edificio, situado en el paseo marítimo entre el parque marino y el borde del puerto, conecta la ciudad al mar y con ello crea un hito urbano significativo, conseguido al abrir ambas partes con terrazas y un paseo peatonal que cruza de lado a lado el edificio. Este parece una enorme escultura en movimiento, pese a estar realizado en hormigón, gracias a la dramática curvatura de su techo que se asemeja a una ola al estrellarse contra la costa que se eleva a una altura de 58 metros sobre el auditorio principal antes de curvarse hacia abajo y estrecharse hasta un punto que transmite todo su movimiento. Para completar el efecto, el edificio se compone de varias plataformas creando diferentes fachadas y con ello diferentes visiones de una misma estructura.

»El entorno en el que se ubica una obra es fuente de inspiración. La herencia cultural de la ciudad o del espacio en el que se ha de integrar, los elementos naturales del entorno. Todo ello adquiere un especial significado cuando me enfrento al papel sobre el que comienzo un diseño. La observación de la naturaleza, el estudio del movimiento también son elementos que están presentes a la hora de enfrentarme a un nuevo proyecto.«

Pero, sin duda, la gran puesta en escena la realizó creando un espacio vanguardista e integrado en su concepción de la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia, construida entre 1994 y 2009 para dotar a la ciudad de un centro de conocimiento y ocio, en torno a 35 hectáreas, que se compone de diferentes espacios organizados a medio camino entre la ciudad vieja y el barrio costero de Nazaret. En este diseño, ideó varios elementos en progresión lineal: El Palau de les Arts Reina Sofía, el Museu de les Ciències Príncipe Felipe, l'Hemisferic, l'Umbracle, l'Oceanografic y el Ágora, cada uno con su propio concepto que responde a diferentes funciones, pero unificando su lenguaje arquitectónico, materiales y colores, dando un sentido común a todo el proyecto.



© Palladium Photodesign

Rascacielos Turning Torso situado en Malmö (Suecia).

El Palau de les Arts Reina Sofía es el edificio principal del conjunto. Situado en el margen occidental del eje, es una construcción majestuosa, con formas sinuosas, que abarca 37.000 metros cuadrados de superficie, con espacios para distintos usos artísticos: Sala Principal, Aula Magistral, Anfiteatro, Teatro de Cámara y Sala de Exposiciones. Calatrava dio a este diseño un carácter iconográfico de escultura monumental, con una serie de volúmenes aparentemente dispuestos al azar entre los que destaca la cubierta o pluma, de 230 metros de longitud y más de 70 metros de altura, a la que se unen dos cáscaras realizadas en acero laminado con recubrimiento exterior cerámico que abrazan el edificio exteriormente. Los distintos volúmenes del edificio se apilan entre cubiertas horizontales de paso y la cáscara que rodea el edificio también permite la circulación periférica exterior a los distintos auditorios, terrazas ajardinadas, cafeterías y restaurante ofreciendo al visitante unas hermosas vistas de la ciudad y los jardines.

Por su parte, el Museu de les Ciències Príncipe Felipe cuenta con 40.000 metros cuadrados distribuidos en

PROYECCIÓN INTERNACIONAL



L'Hemisféric en la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia.

Desde el inicio de su carrera Calatrava ha tenido vocación internacional. Su estreno en 1983 fue el proyecto de Baumwollhof Balcony, en la ciudad donde hoy reside y trabaja, Zúrich, cinco años antes de su primera intervención dentro de nuestras fronteras, que sería el puente de Bach de la Roda en Barcelona.

Frente a los 24 proyectos realizados en España entre 1987 y 2011, del estudio de Calatrava han salido 63 proyectos internacionales, si contamos los que, aunque no están finalizados, ya están en marcha.

En el entorno internacional destacan sus puentes, como el de Buenos Aires, Venecia, Jerusalén o los tres que está proyectando en la capital de Qatar, Doha. También espacios para uso público, como el Complejo Olímpico de Deportes de Atenas en 2004, conjunto que incluyó un estadio, un salón techado, un centro acuático olímpico, dieciséis canchas de tenis y un velódromo. Todos conectados por un gran bulevar, el Axis Central, en el que se mantienen las señas de identidad de Calatrava: la tradicional forma de peineta proyectada sobre el plano con sus nervios radiales de circulación. Además, el bulevar se delimitó por un Ágora, una avenida curva a la sombra de una gran pérgola metálica.

Su interés escultórico por el movimiento se aprecia muy bien en la torre Turning Torso (2005), ubicada en Malmö (Suecia), su primer edificio residencial y su primer rascacielos. La más alta de Escandinavia, la torre se inspira en una escultura del mismo nombre realizada por Calatrava, y en ella se plasma todo el movimiento del cuerpo humano mediante una pila de cubos colocados elegantemente alrededor de un núcleo. En su traslación al edificio, se crearon nueve unidades de caja, en forma de cubos con puntas triangulares; cada una de ellas contiene cinco plantas de unos 2.000 metros cuadrados. Con este edificio, Calatrava creó una nueva tipología de edificios en altura: las torres en rotación. Esta nueva tipología ha tenido una enorme influencia en numerosos edificios en altura construidos en los últimos años.

La ciudad de Nueva York alberga otra de las obras más llamativas del arquitecto, el intercambiador de transporte del World Trade Center, el Oculus, completado con un centro comercial con forma de paloma desde el exterior. El blanco de su estructura, que contrasta con los edificios de los alrededores, y su gran arcada interior lo han convertido en uno de los lugares más visitados y fotografiados de la Gran Manzana.

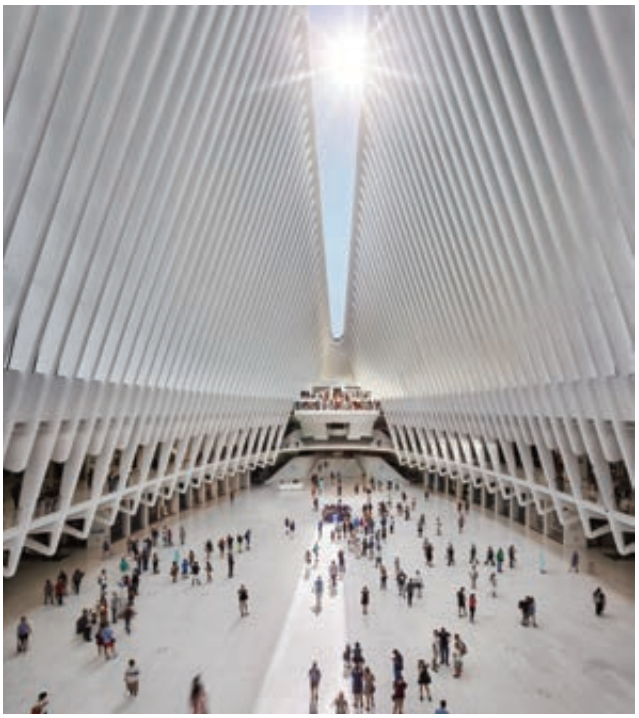
Pensando en el futuro de la ingeniería Civil, Calatrava expresa su interés por la sostenibilidad y el respeto al medioambiente, elementos que contempló en su proyecto en la zona portuaria de Río de Janeiro, el Museu do Amanhã, inaugurado en 2015. Situado en un entorno con edificios de interés histórico, en su diseño la altura se limitó a 18 metros sobre el nivel del muelle para proteger las vistas desde la bahía del Monasterio de Sao Bento, edificio declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad por la Unesco. Se trata de un edifico sostenible: el agua de la cercana bahía se utiliza para el sistema de climatización y la energía se recoge con paneles fotovoltaicos integrados en el techo que pueden ser ajustados al ángulo óptimo de sol.

Para los próximos años Calatrava tiene previstas varias inauguraciones de los proyectos ahora en marcha, todos ellos fuera de nuestras fronteras, como es el caso de la Dubai Creek Tower, que previsiblemente se convertirá en la torre más alta del mundo. Se trata de un diseño futurista inspirado en la flor del lirio, que albergará a su vez los jardines y los ascensores panorámicos más altos del mundo.

tres pisos en los que se escenifica el tema que alberga en su interior: su imagen aparenta ser el esqueleto de algún animal prehistórico o quizás una enorme ballena. La realidad es que para su diseño Calatrava exploró de nuevo las formas del cuerpo humano y la columna vertebral, plasmada en la repetición asimétrica de la estructura con forma de costillas metálicas blancas unidas mediante elementos horizontales longitudinales que envuelven la fachada acristalada.

Conjuntamente con el museo se inauguró, en el año 2000, l'Umbracle. Se trata del aparcamiento del complejo, en cuya cubierta se ha situado un pequeño jardín público urbano formado por unas marquesinas metálicas que cubren una zona ajardinada compuesta por más de 50 especies florales autóctonas de la Comunidad Valenciana. L'Hemisferic es un edificio diseñado para albergar un espacio tecnológico y educativo, con salas IMAX, y un planetario. Su forma es la de un gran globo ocular dentro de una piscina que se complementa con el "párpado", conformado por los listones de metal verticales articulados, que se pueden levantar para permitir vistas a la piscina. La puesta en escena se consigue con la combinación entre la estructura y el agua, cuando la cúpula se transforma en un globo al reflejarse en la piscina.

L'Oceanografic, con un volumen de 110.000 m² –lo que lo convirtió en el mayor museo de estas características en Europa y el tercero a nivel mundial– y el



© Alan Karchmer

Estación de metro "Oculus" en Nueva York (EE.UU).



© Palladium Photodesign

Puente del Alamillo en Sevilla.

"HAY QUE AVANZAR EN EL USO DE MATERIALES SOSTENIBLES Y NUEVAS TECNOLOGÍAS"

¿Cuál es su visión de la Ingeniería Civil?

Hay un elemento esencial en mi enfoque de la ingeniería civil que parte de una búsqueda constante. De la misma manera que el dibujo, primero, y la escultura, posteriormente, me llevaron a introducirme en el ámbito de la arquitectura, a la ingeniería llegué a través del estudio del rigor de las matemáticas y la física que se requieren en este campo.

El cálculo en ingeniería está basado en métodos empíricos nacidos de la observación de los fenómenos naturales, para tratar de crear modelos matemáticos que nos permiten reproducir realidades naturales, evaluar y predecir el comportamiento de la naturaleza.

Todo ello me llevó a escribir la tesis doctoral sobre la plegabilidad de las estructuras que llevaba como subtítulo Natura mater et magistra. La ingeniería me permite ahondar en la búsqueda de modelos que permiten reproducir lo que ocurre en la naturaleza, cuestiones como el movimiento y el dinamismo de la naturaleza.

¿Qué papel juega en el servicio a los ciudadanos?

Uno de los aspectos más importantes de las intervenciones que llevamos a cabo en la ingeniería civil es la capacidad para buscar cohesionar el espacio urbano, y que las infraestructuras que diseñamos y desarrollamos sean capaces de reflejar y propiciar la transformación que los servidores públicos quieren conseguir dotar a las ciudades.

Hace unos meses tuve la oportunidad de participar en un ciclo de conferencias celebrado en la ONU y expresar mi opinión sobre cómo la planificación de determinadas infraestructuras públicas en las ciudades puede contribuir a mejorar, recuperar y consolidar y/o integrar entornos urbanos y convertirlos en polo de atracción de desarrollo económico, turístico, etc. Se puede conseguir que un edificio como la estación de Lieja, por poner un ejemplo, con independencia de su mayor o menor escala, tenga su propio contexto y que, más allá de su indiscutible contenido funcional, contribuya a mejorar este contexto desde los puntos de vista urbanos, paisajísticos, culturales, etcétera.

Cuando comienza un proyecto nuevo, ¿qué factores le inspiran?

El entorno en el que se ubica es importante como fuente de inspiración. La herencia cultural de la ciudad o del espacio en el que se ha de integrar, los elementos naturales del entorno. Todo ello adquiere un especial significado cuando me enfrento al papel sobre el que comienzo un diseño. Como señalaba antes, la observación de la naturaleza, el estudio del movimiento también son elementos que están presentes a la hora de enfrentarme a un nuevo proyecto.

¿Cómo ve usted la Ingeniería Civil del futuro?

La ingeniería ha de adaptarse para dar respuesta a cuestiones medioambientales que importan cada vez más, no solo a los ciudadanos, también a los ingenieros. Será necesario redoblar los esfuerzos para tener muy presentes el impacto medioambiental generado por las infraestructuras, tanto en el proceso de construcción como en su posterior uso. Será importante avanzar en el uso de materiales sostenibles. Todos estos asuntos no podrán evitarse para que se integren armoniosamente en el paisaje.

Luego, hay que seguir profundizando en el uso de las nuevas tecnologías para ponerlas al servicio del diseño y construcción de las infraestructuras, de manera que nos ayude a encontrar las soluciones más óptimas para los retos que se nos plantean.



© Palladium Photodesign

Puente de la Constitución en Venecia (Italia).

Ágora son las dos últimas construcciones que cierran el conjunto, junto con el puente de la Serrería, ya mencionado. El Ágora es un espacio diáfano multifuncional que conforma una gran plaza cubierta en la que se levanta un edificio de 68 metros de altura. En el diseño original destaca su cubierta móvil, formada por 163 lamas metálicas, que se apoya sobre una estructura porticada de acero y una parte superior cerrada en vidrio.

Dos años más tarde de terminar el macro proyecto valenciano, Calatrava se encargó del proyecto del palacio de Exposiciones y Congresos de Oviedo, que, construido sobre una gran explanada cubierta por vidrio y acero, fue diseñado con forma elíptica. Un espacio de espacios, con centro de celebración de los eventos, edificios de oficinas, un hotel y un centro comercial.

Después de Oviedo, se ha centrado en su carrera internacional desarrollando varios proyectos, actualmente en marcha, en los Emiratos Árabes Unidos, China, Francia, Italia, Suiza, Bélgica y en Estados Unidos, donde recientemente su propuesta ha sido seleccionada para realizar una escultura en el River Park de la ciudad de Chicago.

Santiago Calatrava vislumbra para el futuro una ingeniería civil medioambientalmente responsable que minimice el impacto en todo el proceso, con soluciones y materiales sostenibles y conjugándola con el uso de las nuevas tecnologías para solucionar los retos constructivos actuales que deben estar al servicio de las ciudades y los ciudadanos.

BIBLIOGRAFÍA

Tzonis, A.; Caso Donadel, R.: *Santiago Calatrava. Los puentes*. Editorial Electa, 2007.

Revista ARQHYS. 2012, 12: *Arquitectura ingeniería de Santiago Calatrava*. Equipo de colaboradores y profesionales de la revista ARQHYS.com. Obtenido en junio de 2018 de http://www.arqhys.com/contenidos/calatrava-ingenieria.html.

https://calatrava.com/

Las obras de Ingeniería Civil y Arquitectura suelen ser testigo de la época en la que se desarrollan. Ingenieros y Arquitectos han de ser conscientes de ello y aplicarlo en sus proyectos teniendo en cuenta que las obras les sobrevivirán y se convertirán en herencia para la generaciones venideras.



En la ya antigua controversia entre ingeniería y estética o entre ingeniería y arte, Torroja Cavanillas acaba con la polémica y defiende la genial idea de que un ingeniero, de por sí, ya hace una labor artística. "Al igual que ocurre con la arquitectura –dice Torroja–, toda obra de ingeniería es una obra de arte, estéticamente mejor o peor resuelta, pero obra de arte al fin y al cabo".

José Antonio Torroja Cavanillas

El ingeniero de la libertad y el silencio

Luis Solera



Torroja impartiendo clase en una toma de 1980.

El Jurado que concedió a **Torroja Cavanillas** el Premio Nacional de Ingeniería Civil de 2006 motivaba la decisión unánime en "su dilatada y brillante trayectoria profesional y su capacidad para combinar muy diversas facetas, como ingeniero, siempre vinculadas al desarrollo y modernización de la ingeniería civil española. Como referencia ineludible en la proyección de obras públicas y de ingeniería, y de manera especial en el diseño de puentes, en los que ha conseguido aunar utilidad, originalidad y estética. En reconocimiento también a su fértil dedicación a la enseñanza de la ingeniería como profesor y director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid y Barcelona".

De esta manera tan precisa se elogiaba oficialmente la figura de José Antonio Torroja Cavanillas en el mundo de la ingeniería civil, cuya obra buscó conjugar, en su labor de diseño y en su técnica constructiva, la eficiencia con el arte y la estética.

En su dilatada carrera profesional como proyectista y constructor existen muchos ejemplos donde el sentido unitario de técnica y arte se verán perfectamente conjugados y, ciertamente, al igual que le ocurría a su padre, juega hábilmente con el cálculo y la geometría: "Cada curva matemática –llegaría a decir– lleva en su ser la justeza de una ley, la expresión de una idea, el pregón de una virtud". Aunque referido a su padre, siempre se ha prestado atención a esta idea por el conciso, aunque preciso artículo que escribió para la revista Ingeniería y Territorio, número 79: "El hecho de incluir aquí a un ingeniero cuya relación con las artes fue solamente la de ser ingeniero viene a reconocer que ingeniería y arte van siempre potencialmente unidas".

Formación y trayectoria profesional

Torroja Cavanillas nació en Madrid, el 28 de marzo del año 1933, en el seno de una familia donde la ingeniería y la construcción eran tradición. Su padre fue el insigne ingeniero de caminos y profesor Eduardo Torroja Miret (1899-1961) del que heredó su interés científico y técnico por las artes constructivas, así como su faceta de investigador y docente universitario. Su abuelo, Eduardo Torroja Caballé (1847-1918), fue un excelente geómetra y matemático; su interés por la construcción hizo que se licenciara en arquitectura en el año 1869 y también ejerció la docencia universitaria en Valencia y Madrid.

»Mi labor es ejercer un callado servicio a la sociedad.«

Torroja Cavanillas se licencia como ingeniero de caminos en 1957 en la Escuela de Madrid, y en el año 1960 entra a trabajar en el estudio Oficina Técnica Torroja que dirigía su padre. Se doctora en la Escuela de Caminos de Madrid en 1962 y comienza su labor docente ese mismo año como profesor de la asignatura Puentes y Estructuras Metálicas. En 1967 obtiene la cátedra de la asignatura Hormigón armado y pretensado, ejerciendo esta función en las escuelas de Caminos de Barcelona y Madrid. Entre los años 1973 y 1979, ocupa la dirección de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP) de Barcelona, que había contribuido a fundar, y desde el año 1981 hasta el año 1989 la de Madrid. En el año 2003 es nombrado profesor emérito de la Escuela de Caminos de Madrid y ha ejercido como presidente del Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos durante una docena de años, desde 1988 hasta el año 2000. Ha recibido el título de Doctor Honoris Causa por la Escuela de Barcelona y L'École Nationale des Ponts et Chaussées de París. En 2006, además del Premio Nacional de Ingeniería Civil otorgado por el Ministerio de Fomento, recibe la medalla de la Asociación Española de la Carretera.

Hasta hace pocos años ha presidido el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Cien-



Pasarela de Ángel Gordillo sobre la M-30 reformada en el año 2009.



Montaje comparativo de las pasarelas de Torroja en la calle Rafael Bergamín sobre la M-30, a la izquierda la histórica de 1980 y a la derecha la que sustituyó a la anterior, construida en el año 2009.

tíficas (CSIC), cuyo embrión fue el antiguo Instituto de la Construcción y Edificación que fundó en 1934 su propio padre junto a José María Aguirre González, Modesto López Otero y otros profesionales de la ingeniería y la arquitectura. También preside la Fundación Eduardo Torroja, relevante organismo que desarrolla actividades en las que se relacionan la arquitectura con la ingeniería civil, potenciando la colaboración mutua y ahondando en la investigación, nuevas tendencias y conocimientos de ambas disciplinas, apoyándose en los ejemplos integradores del propio Eduardo Torroja. Desde la propia fundación se colabora con el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja por medio de los "Seminarios Torroja" en los que se organizan e imparten multitud de seminarios, ponencias y coloquios monográficos en temáticas acordes con las nuevas tecnologías de la ingeniería civil, así como novedosos materiales o técnicas vanguardistas.

Recibe del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (CICCP), en el año 2011,el premio Santo Domingo de la Calzada con el que se le reconoce su especial dedicación a la profesión y su interés por aumentar el prestigio y reputación de esta institución. En este acto se le concedió la medalla de honor del CICCP en septiembre de 2013, se le rindió un merecido homenaje por su labor como profesor visitante entre los años 2000 y 2008, que aportó prestigio a la nueva Escuela de Caminos en la Universidad de Castilla-La Mancha.

Actualmente ocupa la presidencia de honor de la Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE) y el pasado mes de marzo, Torroja recibió la Medalla Agustín de Betancourt que concede la Universidad Politécnica de Madrid, en un acto presidido por su rector, Guillermo Cisneros. Pepa Cassinello, profe-



Sector de arco de uno de sus pasos superiores de la calle Marqués de Torroja y Avenida de Pio XII sobre el M-30 Norte.

sora de la ETS de Arquitectura de la UPM y directora de la Fundación Eduardo Torroja, destacó que esta medalla es un reconocimiento a una poliédrica y relevante trayectoria profesional, también resaltó que Torroja "es uno de los más admirados y queridos referentes de la vanguardia en la ingeniería española y en su enseñanza". En cuanto a su obra, destacó que "durante más de sesenta años ha sido innovadora, plural y extensa; puentes, viaductos, autovías, carreteras, edificios... Siempre al servicio de las cambiantes demandas de la sociedad, aunando la innovación técnica con la necesaria optimización de procesos constructivos y el estético lenguaje de la desnudez que imprime la racionalidad aprendida".

»Ingeniería y arte van siempre potencialmente unidas.«

De entre las variadas e interesantes manifestaciones de Torroja Cavanillas se podría resaltar esta reflexión: "Suelo enseñar a mis alumnos a valorar el pasado y siempre les expongo que mi obra favorita es el Camino de Santiago, obra anónima que ha perdurado en el tiempo y se ha convertido en un auténtico modelo para la construcción de carreteras. Mi sueño sería el de proyectar un puente con libertad absoluta, sin condicionantes técnicos o económicos; ya, ya sé que se trata de un sueño imposible, pero no renuncio a él". Su frase profunda y lapidaria, muy lejana de lo que ahora entendemos por ingeniería del espectáculo, es la siguiente: "Mi labor es ejercer un callado servicio a la sociedad". Resulta reveladora y simpática su manifestación en una entrevista que le hizo el diario El País con fecha 18/07/2007 cuando confiesa que en muchas presentaciones o alusiones a su persona ha pasado de ser el hijo de su padre a ser el padre de su hija, en referencia a la enorme fama de su padre Eduardo así como a la de su hija Ana, popular cantante del grupo musical Mecano.

Proyectos y construcciones

Aunque en la mayoría de sus obras predomina su idea de *utilitas*, también destaca su originalidad, belleza e innovación. Desde la década de los 60, ha intervenido en la redacción de más de 500 proyectos de todas las ramas de la ingeniería civil y también ha realizado numerosos trabajos de planeamiento territorial y urbano. La labor de proyecto se ha visto, desde sus orígenes, complementada con su participación en dirección de obras, especialmente en el campo de las grandes estructuras. A mediados de los años 90, siempre como director del estudio Torroja Ingeniería, se inició en el desarrollo de sistemas de gestión para el mantenimiento de estructuras, siendo precursores de nuevos métodos de inspección y de evaluación de estructuras existentes, así como de evaluación del riesgo potencial de socavación en estructuras sobre cauces.

El propio Torroja confiesa que guarda un gran recuerdo de sus primeras obras en Marruecos: el depósito de agua en Sidi-Bernoussi, que concluyó en 1961, el puente pretensado sobre el río Souss o los depósitos de agua de Khouribga y Bou-Jniba, terminados en 1962. De aquellos años queda esta reflexión poética difundida en una entrevista: "Quien no ha dormido alguna noche en una jaima del inmenso Sáhara, rodeado por la hospitalidad berebere y un absoluto silencio, no podrá admirar el infinito cielo negro en contraste permanente con los millones de estrellas que fulguran en la bóveda celeste."

En 1964 se encarga del proyecto del nuevo puente de Belesar sobre el río Miño en Portomarín, que se elevará sobre viejas estructuras anegadas por el propio embalse del mismo nombre que se estaba construyendo. Allí se rescataron restos de un viejo puente medieval y Torroja tuvo que diseñar esta obra atendiendo a la nueva situación del vetusto puente, así como al propio itinerario del Camino de Santiago, al que daría servicio el nuevo, sin perder de vista el emboque hacia la vieja estructura y el ermitorio, ya que estos monumentos son visitados por los peregrinos que lo cruzan.

En orden a recalcar los aspectos sencillos, rectilíneos y utilitarios de una estructura pontonera, se podrían



Viaducto de San Pedro de la Ribera-Cudillero en la autovía A-8 reformado en el año 2009 según proyecto de Torroja y construido por el Grupo Puentes.



Puente Internacional sobre el río Miño en Tuy en imagen del año 2007.

poner como ejemplo varios de sus proyectos, como el puente internacional de Tuy sobre el río Miño, en la autovía que une esta localidad con la portuguesa de Valença do Minho, o la complejidad de su viaducto de Tamaraceite, correspondiente al acceso norte a la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria, donde también levantó los cuatro puentes del Barranco de Maya y de Calabozo para conformar la nueva variante de la Cuesta de Silva, obras que se terminaron en 1981. Otra estructura destacable es la pasarela sobre el río Duero en la localidad soriana de Almazán, con un tablero sinuoso a base de losas prefabricadas de sección triangular, que fue la primera estructura peatonal construida en España en la tipología de "banda tesa" para tableros.

Un proyecto especialmente interesante de Torroja es el ejecutado en el año 2009 en la carretera N-632 (Eje Cantábrico), que discurre por la costa asturiana. Entre los años 1992 y 1994, se construyó el viaducto de San Pedro de la Ribera sobre el río Esqueiro, cerca de Cudillero, según proyecto de Manuel Juliá Vilardell. Al aprobarse la nueva autovía A-8, hubiera sido lógico construir un nuevo viaducto, propio de una vía ancha y rápida, pero en este caso se propuso readaptar la estructura de una nacional ensanchando el tablero para que pudiera dar servicio a ambos sentidos de la nueva autovía. Era una estructura de 750 metros de longitud con un tablero curvo e inclinado de hormigón pretensado al que, en una compleja reestructuración, se consiguió duplicar la anchura hasta los 23 metros por medio de una nueva alma central de hormigón y acero, siempre conectado al cajón preexistente, y amplios voladizos. En la misma A-8, también tuvo ocasión de proyectar el viaducto de Ontón, cerca de la localidad cántabra de Castro Urdiales.

En los años 80 y 90 Torroja Cavanillas trabajó en varios frentes: en el término lucense de Chantada proyectó un viaducto sobre el río Miño, y en las inmediaciones de Zaragoza construyó el puente de Las Fuentes sobre el río Ebro, por el que le concedieron el premio Construmat de 1991 a la mejor obra de ingeniería civil. Otra obra interesante es el puente de los Frailes sobre el río Júcar, en los límites de la provincia de Albacete, y en Valencia también proyecta varios pasos elevados conocidos como puentes de Pinedo.

En Madrid tiene intervenciones interesantes, como son los puentes curvos del enlace de la calle Marqués de To-



Iglesia de Nuestra Señora de Guadalupe, junto al Parque de Berlín, en Madrid.

rroja y la avenida de Pío XII con la M-30, obras complejas por el entramado de nudos de comunicación previamente existentes, así como las dos pasarelas que en 1978 diseñó para la M-30 en su tramo norte, una que da acceso desde el centro a la calle Rafael Bergamín y otra que lo hace a la calle Ángel Gordillo. Cada una de ellas constaba de un arco biarticulado de hormigón armado con luces de 103 metros que cubrían el ancho del propio corredor de la M-30. Existían rampas de acceso en ambas cabeceras que apoyaban en la zona de riñones de los propios arcos. Tras las reformas de la M-30 del año 2009 fueron modificadas y el Ayuntamiento contó de nuevo con Torroja para los nuevos proyectos. El arco biarticulado de Ángel Gordillo subsiste, mientras que para la pasarela de Rafael Bergamín se optó por una nueva estructura, bella y original.

Uno de los últimos proyectos dirigidos por Torroja personalmente entre los años 2008 y 2011 ha sido el Arco del Ulla para la línea de alta velocidad Madrid-Santiago. Este arco es récord de altura sobre el terreno para la alta velocidad; fue objeto de un concurso convocado por ADIF donde TORROJA INGENIERÍA participó junto con DRAGADOS y TECSA. Es el proyecto más laureado de la oficina puesto que recibió los premios de San Telmo (Demarcación Galicia), Acueducto de Segovia (que es premio nacional del colegio de Madrid) y premio a la mejor obra de hormigón de la asociación ACHE.

Se dice, y con cierta razón, que José Antonio Torroja siempre hace referencia a sus obras mostrando gran dosis de humildad, pues utiliza para ello la primera persona de plural otorgando gran relevancia al grupo que componen los profesionales de su estudio. También Javier Manterola manifestó en alguna ocasión que en los nuevos tiempos cada vez era más frecuente que las obras fueran anónimas o se asignaran a colectivos de profesionales, perdiéndose la personalidad o protagonismo del ingeniero proyectista. En el caso de Torroja Cavanillas, o del propio estudio que dirige, resultan impactantes sus actuaciones en la autovía A-67 (Cantabria-Meseta) que se produjeron entre los años 2004 y 2008, unas veces actuando en el proyecto constructivo y otras veces aportando la asistencia técnica a la propia dirección de obra. La belleza y armonía de los diferentes pasos que luchan por cruzar los escarpes de la cordillera Cantábrica son indiscutibles. El viaducto de Montabliz sobrecoge, especialmente cuando se admira desde el punto más bajo, que es el cauce del río Bisueña, apreciando el agigantamiento de esas pilas enormes y la curvatura del tablero pleno.

Trabajos de edificación

Torroja también trabaja la edificación, pudiéndose destacar su colaboración en los templos religiosos, concretamente en la iglesia de Nuestra Señora de Guadalupe



Viaducto del AVE sobre el río Ulla. Proyecto de Torroja para la UTE Dragados-Tecsa que construye el Grupo Puentes de A Coruña.

(1965), frente al parque de Berlín, en Madrid, conocida popularmente como el templo del Sombrero Mejicano. Se trata de un proyecto dirigido por el prestigioso arquitecto Félix Candela Outeriño y Enrique de la Mora Palomar, en el que colabora José Ramón Azpiazu Ordóñez y, como técnico ingeniero, el propio Torroja. De planta octogonal, ocupa interiormente una circunferencia de 55 metros de diámetro. Su cubierta consta de una estructura laminar compuesta por ocho paraboloides hiperbólicos y cuyo espesor no llega a superar los 4 centímetros. En el cerramiento lateral se instala otra lámina plegada muy fina con vidrieras que, en unión de los cuatro pilares centrales, soporta el peso de la cubierta. También es destacable su intervención en la iglesia parroquial de San Luis Gonzaga en la ciudad de Barcelona, terminada en 1969. Por otra parte, en edificación industrial, son muy relevantes sus naves y bodegas, como la de González Byass en Jerez de la Frontera.

PUBLICACIONES DESTACADAS

Los trabajos escritos por José Antonio Torroja abarcan desde 1962 a 2015. Entre ellos podemos encontrar artículos en las principales publicaciones de ingeniería civil, participación en obras colectivas, así como ponencias en diversos congresos y jornadas nacionales e internacionales. Algunos de los más relevantes son los siguientes:

Torroja Cavanillas *et al.* (1962): "El canódromo madrileño", Informes de la Construcción, vol. 14, n.º 138.

Torroja Cavanillas (1974): "Dimensionamiento y comprobación (en sección fisurada) de secciones de hormigón pretensado para los estados límites", Revista de Obras Públicas, n.º 3.110.

Torroja Cavanillas (1992): "Ingeniero generalista o Ingeniero especialista" "Revista de Obras Públicas", n.º 3.310.

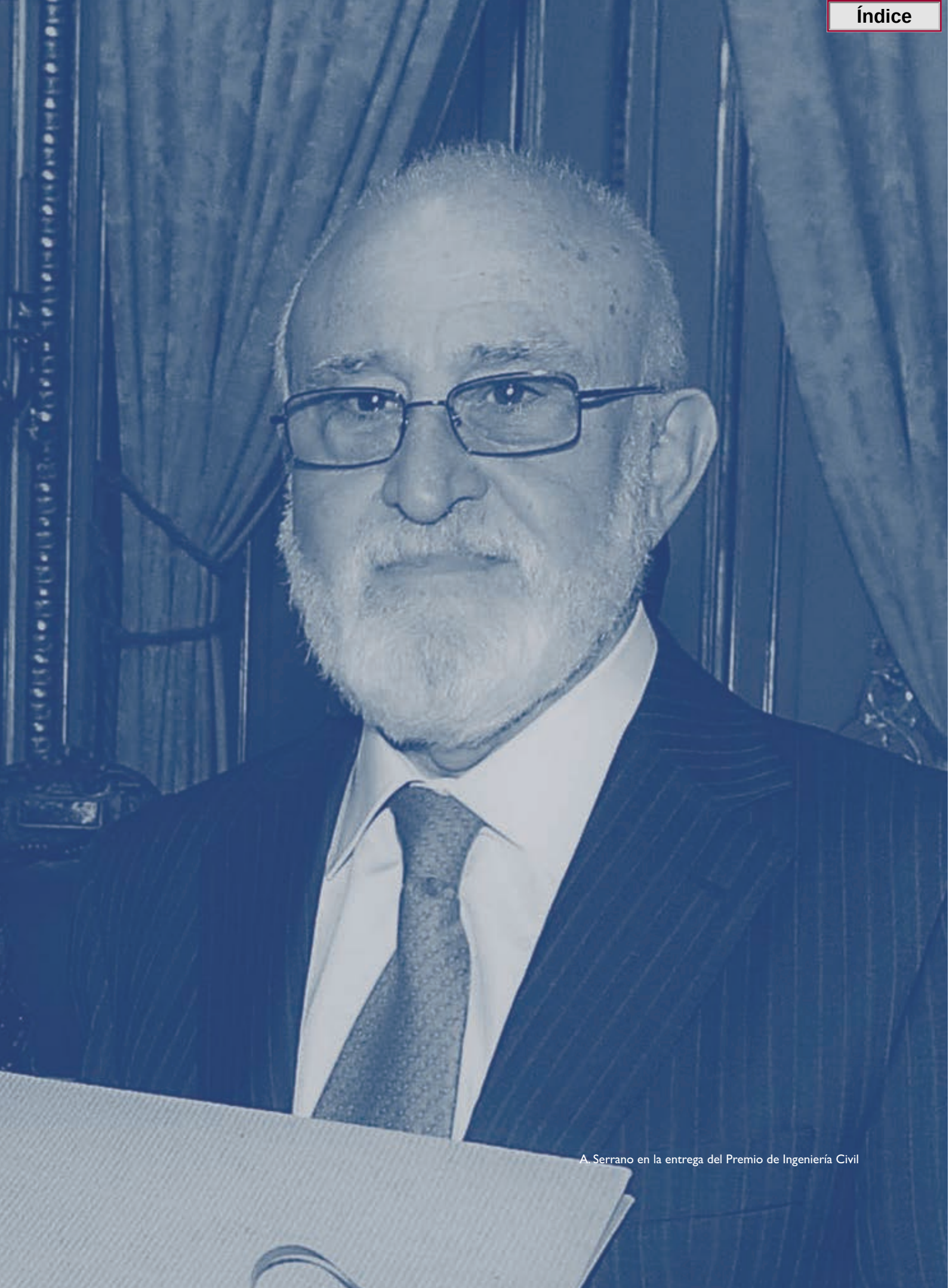
Torroja Cavanillas *et al.* (2008): "Diálogo sobre la forma", Ingeniería y Territorio, n.º 84.

Torroja Cavanillas (2010): "Félix Candela y el paraboloide hiperbólico: forma estructura y forma visual" Fundación Juanelo Turriano y UPM.

Torroja Cavanillas *et al.* (2011): "Estructuras de la variante de la Cuesta de Silva en Gran Canaria", Hormigón y Acero, n.º 260.

Torroja Cavanillas (2015): "Origen e historia de los puentes extradosados", Jornadas de la ACHE.

Mi sueño sería el de proyectar un puente con libertad absoluta, sin condicionantes técnicos o económicos; ya sé que se trata de un sueño imposible, pero no renuncio a él.



A. Serrano en la entrega del Premio de Ingeniería Civil

Nacido en La Matanza de Acentejo (Tenerife) en 1935, Alcibíades Serrano es una autoridad mundial en Geotecnia, una disciplina que, según sus propias palabras, "no es para vanidosos, porque todo lo que hacemos los geotécnicos lo enterramos, nadie ve lo que hay debajo de un puente, una presa o una central nuclear". Por eso se sorprendió cuando, en 2007, le concedieron el Premio Nacional de Ingeniería Civil y consideró que, más que un premio a su aportación profesional, aquel galardón era un reconocimiento a la geotecnia española.

Alcibíades Serrano González

Fuera de los límites de la ciencia

Julia Sola Landero



A. Serrano junto a Claudio Olalla, actual catedrático de ingeniería y morfología del terreno.

Alcibíades Serrano González, Catedrático emérito de Mecánica de Rocas en la Universidad Politécnica de Madrid, su trayectoria profesional ha estado vinculada fundamentalmente al Laboratorio de Geotecnia del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), del que fue director durante casi una década. Sus trabajos de investigación y sus publicaciones sobre la Mecánica de Rocas son conocidos en los cinco continentes. Como experto geotécnico ha participado en proyectos de cimentaciones de puentes, túneles, vías de AVE, carreteras, edificios, presas, puertos o centrales nucleares. En buena medida, ha estado presente en las obras de infraestructura más importantes que se han desarrollado en España en los últimos 50 años.

Hijo de un maestro que vivía en la pequeña isla canaria de la Gomera, aprendió a estudiar en soledad. Desde niño estuvo rodeado de libros y se dedicó a leer cuanto podía, y ya en la más temprana adolescencia descubrió la existencia de las matemáticas, disciplina que se convirtió en su gran pasión, hasta el punto de que estudiaba lo justo para aprobar las otras asignaturas y el resto del tiempo lo dedicaba a leer y a estudiar matemáticas. Fue su profundo conocimiento de las matemáticas lo que le dio una perspectiva excepcional sobre el campo de la ingeniería. Esta afortunada síntesis marcó el sello de su trayectoria profesional, en la que aunó el desarrollo teórico más refinado en sus proyectos y la aplicación práctica de sus fórmulas matemáticas, que comprobaba en el "tajo" como ingeniero de campo.

Pero la vocación que le llevaría a estudiar ingeniería de Caminos fue aún más temprana. Cuando sólo tenía seis años, oyó contar a María Luisa Beltrán, su maestra de La Gomera, que en uno de sus viajes había cruzado el canal de Suez, una obra que conectaba dos grandes mares para acortar la travesía de los buques. Ante la fascinación del niño, la maestra también habló de otro



A. Serrano junto a un grupo de compañeros de obra.

gran canal construido en el lejano Panamá para unir dos océanos. Fue el relato de aquellas prodigiosas obras las que plantaron en su imaginación la semilla de su futura vocación. De forma que, nada más acabar el bachiller decidió estudiar la que por entonces era una de las carreras más difíciles del panorama universitario, la ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Estudios que compaginó con la carrera de Ciencias Exactas, presentándose en junio a Caminos y en septiembre a Matemáticas.

»En sus clases magistrales no hablaba un solista sino una orquesta.«

Perteneció a la primera generación de alumnos del profesor José Antonio Jiménez Salas, un docente legendario que creó escuela y concitó el cariño y la admiración de sus discípulos. Creador de la Mecánica del Suelo en España, de él se dijo que en sus clases magistrales "no hablaba un solista, sino una orquesta, porque en sus enseñanzas había dimensiones técnica, científica, ingenieril, humana y religiosa".

Terminó Caminos en 1960, en una España en vías de desarrollo en donde en materia de infraestructuras estaba todo por hacer. Enseguida empezó a trabajar en Entrecanales, empresa constructora que por aquellas fechas tenía en su plantilla a una veintena de ingenieros y que en el futuro se convertiría en el gigante Acciona. Serrano recuerda de aquellos años la vocación de servicio que sentían los jóvenes ingenieros, la enorme ilusión que ponían en todo lo que hacían y las dificultades



A. Serrano pronunciando el discruso homenaje al profesor José Antonio Jiménez Salas (2016), "Padre de la geotecnia española".

para desarrollar su trabajo. "Éramos más pobres e idealistas, y como no había ordenadores, nos teníamos que conformar con maquinitas de multiplicar que funcionaban con manivelas. Por ejemplo, antes tardábamos en hacer círculos de deslizamiento aproximadamente cinco o seis horas, ahora se hacen mil círculos en un minuto".

En Entrecanales trabajó durante cinco años y después, hasta 1988, se dedicó al estudio y la investigación en el Laboratorio Nacional de Geotecnia de España, dependiente del CEDEX y dirigido por el profesor Jiménez Salas. Animado por éste, en 1968 ingresó en la Universidad de Cambridge, uno de los centros punteros en el mundo en materia de Geotecnia, con la misión de traer a España toda la información de lo que se estaba haciendo allí.

Alumno brillante

En Cambridge se incorporó al grupo de trabajo dirigido por el profesor Roscoe, quien dijo de él que "había sido el alumno más brillante que había tenido nunca". Roscoe estudiaba las teorías de Sokolovski que en ese momento comenzaban a introducirse, sobre la plastificación en el campo de los esfuerzos. En la universidad inglesa deslumbró a propios y extraños por sus estudios de las deformaciones del terreno y las condiciones que tenían que cumplir en cada momento para que fuesen coherentes con las tensiones existentes en el mismo. Desarrolló así su afamada "teoría de los campos asociados", que permite describir durante la rotura del suelo, la interacción entre el campo de tensión y el campo de deformación.

Ya de vuelta a España a finales de 1969, se encargó de organizar por primera vez los cursos de doctorado



A. Serrano recibiendo la placa de Socio de Honor de la Sociedad Española de Mecánica de Rocas.



Placa de Socio de Honor de la Sociedad Española de Mecánica de Rocas.

sobre todas las teorías que venían trabajándose en el grupo de Cambridge. Entre 1969 y 1973 impartió clases en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos de Santander, donde fue el profesor encargado de poner en marcha por primera vez la asignatura de Mecánica del Suelo y Cimentaciones; y entre 1967 y 1979 impartió clases de Geotecnia y Cimientos en la Escuela Técnica Superior de Caminos en Madrid.

En aquellos años también dirigió varias tesis doctorales y de ellas, las que recuerda con más cariño son las referidas al estudio mecánico de medios discontinuos, con las que trató de apartarse del enfoque clásico de abordar los problemas, que consistía en adoptar "a priori" la estructura de las ecuaciones constitutivas que rigen el material. En lugar de elegir uno de los dos modelos de estructura matemática - de tipo elástico o de tipo plástico -, él prefería interrogar directamente a la naturaleza estudiando los suelos granulares, analizando cada una de las partículas del medio y observando el movimiento de cada una de ellas.

Escrutando suelos y rocas

Una de sus líneas preferenciales de actuación ha sido la Mecánica de Rocas, un ámbito del conocimiento arduo y complicado por la dificultad que presenta considerar al terreno como un discontinuo y a la imposibilidad de encontrar modelos matemáticos capaces de simular toda su complejidad. Sobre su aportación a esta disciplina, John A. Hudson, catedrático emérito del Imperial College de Londres y uno de los máximos es-



Cartel homenaje a A. Serrano "Mecánica de Rocas aplicada a Túneles".

pecialistas en mecánica de rocas, dijo de él que "sus trabajos teóricos sobre cimentaciones en medios rocosos han supuesto poder disponer de un marco teórico y conceptual que no existía con anterioridad".

En 1987 fue designado director del Laboratorio de Geotecnia del CEDEX, donde continuó con las líneas de trabajo del profesor Jiménez Salas, pero poniendo el acento en otras disciplinas, como la geofísica aplicada al reconocimiento del terreno para analizar los campos de deformaciones, o en el desarrollo y análisis de ondas superficiales para prospecciones de terrenos, modificando frecuencias para, de ese modo, hacer una especie de sondeo geofísico. También avanzó en el estudio de la Dinámica de Suelos, materia desconocida en España hasta los primeros años 80. Tanto era así que cuando entre 1978 y 1979 dirigió los estudios de las cimentaciones de la Central Nuclear de Vandellós, hubo que enviar las muestras de suelo a California para diagnosticar sus propiedades dinámicas.

Entre sus trabajos más complejos, Serrano destaca la cimentación de las centrales nucleares de Vandellós y Ascó. Fue en Ascó, cerca del río Ebro, donde encontró quizás el mayor problema de su carrera profesional: el terreno era expansivo y con el agua se hinchaba y se movía. Serrano se incorporó al proyecto de la central para solucionar este problema, la obra ya estaba empezada y tuvo que hacer infinidad de cálculos e intervenciones para impedir que el agua se filtrara. La central comenzó a funcionar en 1984 pero llegó a hacer un modelo matemático calculando y pronosticando los levantamientos que iba a tener la central hasta 2005.

Sin embargo, su proyecto más difícil fue probablemente un puente en Guinea-Bisau para salvar el río Mansoa, una obra que no llegó a culminar debido al estallido de la guerra civil en aquel país africano en 1999. Con cerca de un kilómetro de longitud, el puente estaba localizado cerca del mar, por lo que había que tener en cuenta la subida de las mareas, además de la fuerte velocidad del agua en su desembocadura. Por añadidura, los terrenos estaban compuestos a base de fangos casi líquidos, lo que hizo que la cimentación fuese especialmente complicada y hubiese que buscarla a 80 metros de profundidad. Además de aquel puente inacabado, también considera el puente del Río Miño entre España y Portugal, como una de las obras más complicadas, debido a que la roca donde se apoyaba la estructura se debilita con enorme facilidad.

En tierras canarias

En los años 70 realizó la cimentación del imponente puente de Silva, que conecta Las Palmas de Gran Canaria con Agaete y que en su época llegó a ser el puente más alto de Europa. En Canarias el terreno no es sedimentario, sus suelos volcánicos suelen tener muchas oquedades, la roca "cruje", se rompe y se hace polvo, por lo que se pierde la resistencia. Las pilas cimentadas sobre piroclastos dificultaron enormemente la construcción del mismo, por eso, para levantar la infraestructura hubo que realizar la cimentación mediante pilotes hechos a mano.

En Canarias participó también, junto con Claudio Olalla, Eduardo Pradera Gámez y Diego Fernández de Castro, en la obra dirigida por Antonio Cárdenas Carrillo para permitir la restauración y apertura al público del auditorio de los Jameos del Agua, situado en una caverna volcánica, que llevaba varios años cerrado debido a su inestabilidad estructural. Entre las aportaciones de Serrano se encuentra la metodología de análisis, realizada para definir los riesgos existentes en los materiales de origen volcánico que constituyen la bóveda del auditorio natural. Ello es debido a que los materiales volcánicos canarios presentan notables particularidades y en general, características de resistencia no lineales poco conocidas. Por ello, para trabajar sobre este tipo de suelos es necesario realizar sofisticados ensayos e interpretarlos a la luz de nuevas teorías, diferentes a las de otros tipos de suelos y rocas. Esto tiene una especial relevancia en los piroclastos de baja densidad, que plantean unos problemas específicos en cuanto a posibles colapsos o roturas bruscas, que se producen de forma repentina, sin que existan deformaciones previas significativas que sirvan de advertencia. Por ello es importante disponer de un marco teórico y práctico que describa y permita estimar las propiedades de resistencia y deformabilidad de los piroclastos canarios.





A. Serrano con la Ministra Magdalena Álvarez quien le hizo entrega del Premio Nacional de Ingeniería Civil.



Durante el discruso de A. Serrano en el acto de entrega del Premio Nacional de Ingeniería Civil (2007).

Saber renacentista

De Alcibíades Serrano se dice que siempre ha unido con imaginación y maestría, la teoría y la práctica a la hora de abordar un proyecto. Que le gusta formular sobre el tablero y bajar al "tajo". De vida larga y fecunda, podría decirse que casi todos los actuales catedráticos de Geotecnia de este país, han sido alumnos suyos.

Su capacidad intelectual ha dejado espacio suficiente para detenerse a estudiar historia española y universal, para la lectura (relee la Eneida en latín), para disfrutar de la pintura, lo que le ha llevado a visitar innumerables veces el Museo del Prado los domingos a primera hora de la mañana, y acudir habitualmente, melómano consumado, al Auditorio Nacional de Música de Madrid.

Podría decirse que Alcibíades Serrano es un hombre del Renacimiento, que ha sabido aplicar su amplio saber fuera de los límites de la ciencia. Por eso defiende que "hay una cosa que no da la tecnología y es el juicio crítico a la hora de hacer un trabajo".

PUBLICACIONES DESTACADAS

Serrano ha participado en la publicación de una veintena de libros o monografías relacionados con distintos aspectos de la Ingeniería Geotécnica. De particular trascendencia ha sido su colaboración junto con el profesor Jiménez Salas y otros alumnos de éste, en la redacción de los tomos II y III del libro "Geotecnia y Cimientos" sobre las propiedades y mecánica de los suelos y de las rocas, de uso extendido en universidades, y en empresas de ingeniería y constructoras, en todo el mundo hispanoparlante.

También ha colaborado en la redacción de distintas normativas geotécnicas de uso en España y en particular en el Código Técnico de la Edificación. Ha publicado cerca de un centenar de artículos y ha participado en decenas de cursos y congresos nacionales e internacionales. Su actividad como conferenciante es uno de los aspectos que mayor prestigio le ha otorgado tanto en España como en el extranjero. De particular importancia son sus múltiples publicaciones en las revistas internacionales de mayor y reconocido prestigio, en el dominio de la Geotecnia.

Éstos son algunos de sus libros:

Geotecnia y Cimientos II (1976) en colaboración con J.A. Jiménez Salas y J.L. Justo Alpañés, pp. 1186. Ed. Rueda. Madrid.

Geotecnia y Cimientos III (1989) en colaboración con otros Profesores, pp. 2115. Ed. Rueda. Madrid.

Construction of Roads on Soft Soils (1980) en colaboración con otros expertos. O.C.D.E. París.

"La plasticidad aplicada a la Mecánica del Suelo" (1976). Separata capítulos II y IV del Libro *Geotecnia y Cimientos II*. Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo.

Movimientos de tierras de demoliciones. En colaboración con J.Mª Rodríguez Ortiz, A. Uriel y J. Sanz. Norma Básica 1 del M.V.

Cimentaciones del terreno. Colaboración con J.Mª Rodríguez Ortiz, A. Uriel y J. Sanz. Norma Básica 2A del M.V.

Cimentaciones. En colaboración con J.Mª Rodríguez Ortiz, A. Uriel y J. Sanz. Norma Básica 2B del M.V.

Norma Tecnológica de Galerías y Túneles. En colaboración con J.A. Jiménez Salas y J.Mª Rodríguez Ortiz.

Norma para la redacción del proyecto de túneles, del M.O.P.U. con colaboración con J.Mª Rodríguez Ortiz. M.O.P.U.

Estudio Normalizado de Pequeñas Obras de Paso. Separata Geotécnica del M.O.P.U. En colaboración con J.Mª Rodríguez Ortiz.

Apuntes de Mecánica de las Rocas. (1996). Publicaciones de la E.T.S. de Ing. C.C. y P.

Carga de hundimiento en macizos rocosos. (1994). Monografía M-36. en colaboración con C. Olalla. CEDEX. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.

Mecánica de Rocas I. Descripción de las Rocas. (1997). 315 pp. Publicaciones de la E.T.S. de I.C.C. y P. Madrid.

Mecánica de Rocas II. Propiedades de las Rocas. (1997). 537 pp. Publicaciones de la E.T.S. de I.C.C. y P. Madrid.

Elementos de Estática de los Túneles. (1997). 139 pp. Publicaciones de la E.T.S. de I.C.C. y P. Madrid.

Cargas admisibles de Cimentaciones en Macizos Rocosos. (1996). Monografía M-54. CEDEX-MOPT. En colaboración con C. Olalla.

Carga de Hundimiento en un Macizo Rocoso Anisótropo con un criterio de Rotura no lineal. (1998). Monografía CEDEX. M-60 Mº Fomento. En colaboración con C. Olalla.

Su excelencia como ingeniero de Caminos no se debe sólo a sus profundos conocimientos teóricos, sino también a su capacidad para excuchar el lenguaje de la naturaleza y descifrarlo en clave matemática.


EXPO
ZARA
OZA
2008

Apasionado desde niño por la ingeniería aplicada al dominio del agua, Roque Gistau se autodefine como un servidor público cuyo objetivo, en su casi medio siglo de vida profesional, ha sido trabajar por el bien común en la gestión del agua urbana, en España y el exterior. Su decisiva contribución a la modernización del Canal de Isabel II y al éxito de la Exposición Internacional de Zaragoza 2008 le valió el Premio Nacional de Ingeniería Civil y un lugar entre los grandes de la ingeniería contemporánea española.

Roque Gistau Gistau

Pasión por el agua

Javier R. Ventosa

Roque Gistau Gistau



Canal de Isabel II

Roque Gistau, ante una foto de la presa de El Atazar, la principal del Canal, en los años 90.

En ocasiones, los hechos vividos en la niñez marcan el camino a una persona. Puede ser el caso de **Roque Gistau Gistau** (Bielsa, 1946), impactado desde su infancia en el Pirineo oscense por las obras de aprovechamiento hidroeléctrico del Alto Cinca, desarrolladas, a partir de 1915, por ingenieros que construyeron en esta zona un importante sistema de canales, presillas y saltos de agua. Aquel despliegue combinado de agua y de técnica hidráulica, cerca de su lugar de correrías, despertó en su alma infantil el deseo de "hacer eso" algún día y, con los años, esta ha sido la razón aducida por él para explicar por qué optó por estudiar Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, especialidad de Hidráulica, en la que ha sido reconocido como un maestro por toda la profesión.

Su formación académica le apartó del entorno rural. A los 10 años marchó interno a Zaragoza para cursar el bachillerato, despuntando como alumno excelente. Ávido de aprender como estaba, comenzó a leer a Joaquín Costa, cabeza del regeneracionismo del siglo XIX e impulsor de la política hidráulica implantada en décadas posteriores, algo que le influiría en la elección de su carrera universitaria. Acabado el bachiller, inició los estudios de Minas en Oviedo, pero un año después se cambió a la Escuela de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Madrid. "Elegí Hidráulica y Energética –recuerda–, es lo que me apetecía y a lo que luego me he dedicado". Compaginó estos estudios con la carrera de Empresariales, algo inusual entre los ingenieros, "que odiaban la economía", pero no para él. "Siempre me interesó la gestión empresarial", dice. Terminó Caminos en 1970 y Empresariales un año después.

Su vida laboral arrancó ya en el último año de carrera, al entrar como becario en Construcciones Civiles (Coviles). En esta empresa, entre proyectos y planos de obras hidráulicas, aprendió desde abajo e interiorizó la esencia de la profesión. Con capacidad, esfuerzo y pasión por el trabajo, fue ascendiendo, primero a jefe de



Canal de Isabel II

El Canal impulsó en la época de Gistau un nuevo sistema de saneamiento en los grandes municipios. En la imagen, Estación de Depuración de Aguas Residuales de Arroyo de la Vega.

obras y, con apenas 30 años, seguramente debido a su formación económica, a director técnico, con responsabilidad en proyectos. En 1973, la compra de la empresa por Obrascón, base de OHL, trajo a Gistau tres lustros de plenitud como ingeniero de proyectos, siempre desde el nivel de gestión, primero como jefe de división, luego como subdirector de edificación y finalmente como director de construcción. En los primeros años de la democracia, cuando se levantaron decenas de presas, recorrió España interviniendo en varios proyectos: saneamiento de marjales (Castellón), presas de Riaño (León), Montanejos (Castellón) y Sierra Boyera (Córdoba), acequias de Najerilla (La Rioja)… Fue una etapa "muy gratificante para un ingeniero, pero muy dura", recuerda.

»Todos los que trabajamos en el mundo del agua tenemos la misma vocación de servicio.«

Los años del Canal

En 1986, con un perfil ya inclinado hacia la gestión, su vida dio un giro al ser contratado como director económico y financiero por el Canal de Isabel II, la empresa pública que abastece de agua a Madrid y que dos años antes, en plena descentralización autonómica, había sido transferida desde el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo a la Comunidad de Madrid. Gistau llegó a una empresa "bien parida y tradicionalmente bien gestionada, que ha pasado por todos los avatares políticos manteniendo siempre un servicio de alta calidad", pero también una compañía pública con una organización administrativa rígida, un campo de actuación limitado y unos procesos y medios anclados en el pa-



Canal de Isabel II

Con Joaquín Leguina, presidente de la Comunidad de Madrid, en los años 90.



Archivo Gistau

Gistau, junto al presidente chileno Ricardo Lagos, ante la depuradora La Farfana, en 2003.

sado, incapaz de dar respuesta a los problemas de agua de los madrileños. La ampliación de funciones, derivada de la nueva Ley madrileña de abastecimiento y saneamiento de aguas, fue un punto de inflexión en la historia del Canal, ya que lo abocó a acometer una modernización que ha sentado las bases de la empresa actual. Este proceso, ya iniciado en su etapa de director financiero, fue impulsado por Gistau entre 1988 y 1995, cuando fue su director gerente.

En estos años de cambios, el Canal transformó su filosofía para afrontar la implantación del Plan Integral del Agua en Madrid (PIAM), embrión de un nuevo modelo de abastecimiento y saneamiento de agua para toda la Comunidad. Este plan estratégico, gestionado por Gistau, no solo amplió el ámbito de abastecimiento del Canal a todo el territorio autonómico, sino que extendió su campo de actividad desde el abastecimiento a la depuración de aguas residuales y la conservación de los ríos. Una revolución para la empresa pública nacida en 1851. Con ese objetivo, desde el Canal se proyectaron y construyeron los nuevos sistemas de abastecimiento para suministrar agua con el mismo nivel de calidad a todos los municipios madrileños. También se erigió un nuevo sistema de saneamiento en los grandes municipios –incluidas las Estaciones de Depuración de Aguas Residuales–, hasta entonces solo existente en la capital. Esta dotación de infraestructuras "financiada íntegramente con fondos propios" y continuada en planes posteriores, puso los cimientos del Canal como primera empresa española en realizar el ciclo integral del agua (captación, tratamiento, abastecimiento y saneamiento). Como parte de esta estrategia, también se fortaleció la estructura del Canal con la absorción de empresas que abastecían la sierra Norte y el sur de Madrid, la incorporación de una nueva presa (La Aceña) y el desarrollo de un sistema de pozos de agua subterránea como recurso frente a la sequía.

»Los ingenieros planificamos, proyectamos, construimos y operamos las infraestructuras, creamos el hardware del país, para que funcione. Somos servidores sociales«

En esta época se realizaron otros cambios trascendentales para mejorar la eficacia del Canal, sobre todo la introducción de un nuevo modelo de gestión de empresa, con parámetros novedosos como el control financiero y la gestión comercial orientada al cliente, que modernizaron la organización, iniciando el camino de la autosuficiencia financiera de la empresa. Como director gerente, Gistau introdujo innovadoras herra-



Félix Bernad, Ayuntamiento de Zaragoza

Vista aérea del recinto de la Exposición Internacional sobre el agua, junto a un meandro del río Ebro, en 2008.

mientas informáticas en sustitución de los procesos manuales que mejoraron la gestión del servicio, entre ellas sendos modelos de red, para conocer el estado de los 10.000 kilómetros de tuberías, y de gestión de sequías, capaz de predecir cuándo tomar medidas frente a este fenómeno.

En conjunto, dio un empujón modernizador al Canal liderando un equipo de directores "brillantes" y contribuyó a crear una empresa más moderna basada en la eficiencia y la sostenibilidad financiera, consolidándola como un modelo de servicio público de aguas para todos los madrileños, además de situarla entre las grandes compañías mundiales. Estos años intensos, que forjaron su prestigio como gestor de empresas, fueron para él, "sin duda", su etapa más feliz. Aún estaría ligado al Canal hasta 1996 como director general de la emprese Interagua.

En la órbita privada

Tras desligarse del Canal, el régimen de incompatibilidades para los altos cargos vigente en España apartó a Gistau un tiempo del sector, en lo que él denomina "años de cuarentena", y fue llamado para ejercer como secretario general del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, con José Antonio Torroja como presidente. Desde este cargo contribuyó a la defensa de la profesión y la mejora de los servicios prestados a los colegiados, aunque, apunta, "sobre todo aprendí a convivir con compañeros de carrera".

Fue un intervalo de apenas dos años (1996-1998), tras el cual regresó al sector de la mano de Aguas de Barcelona (Agbar), la principal empresa privada de agua de España, que le contrató como nuevo director general de Aquagest, filial de gestión de servicios de agua y saneamiento. Para Gistau, reincorporarse al sector privado no fue un gran cambio en el modo de trabajar, pese a las diferencias de concepto y de intereses existentes con el modelo público. En su ideario, "el servicio del agua debe ser un servicio público que tiene que tener un control público; el modelo de gestión puede ser público o privado, lo único que importa es que sea eficiente", afirma. En este punto, subraya que todas las empresas en las que ha trabajado, tanto públicas como privadas, comparten el objetivo de dar la máxima calidad de servicio. "Todos los que trabajamos en el mundo del agua –afirma– tenemos la misma vocación de servi-



Daniel Marcos, Ayuntamiento de Zaragoza

Pabellones en el recinto de la Expo del Agua, recuperados para diversos usos ciudadanos.

cio". Una filosofía aplicada durante los casi cinco años en Aquagest. "Siempre entendimos que si el servicio era de calidad, la rentablidad llegaría. Y así fue", concluye.

Sin dejar la órbita privada, en 2002 inició una nueva etapa que le llevaría a Chile y a otros países de la región, al ser designado por Agbar como presidente de una compañía participada por el grupo catalán, Aguas Andinas, responsable del abastecimiento de agua en Santiago de Chile. Su experiencia como ejecutivo en gestión de aguas urbanas fue decisiva en esa designación. En Santiago asumió la misión de "poner en orden y modernizar" la principal compañía privada de aguas del país, que tenía paralelismos con el Canal de Isabel II (tamaño de población servida y de volumen de agua portada, autosuficiencia financiera, modo de gestión), pero también diferencias en cuanto al marco de actuación (concesional) y la titularidad del recurso (en ese país, a diferencia de España, el agua es un bien privado). La empresa, privatizada dos años antes, afrontaba un proceso de ajuste de un nuevo modelo de gestión y de ejecución de un importante paquete de inversiones, derivados de un plan estratégico que a Gistau le correspondió pilotar, como ya hizo en el Canal. Durante esta etapa se amplió la red de abastecimiento, se impulsó la introducción de tecnologías punta y la integración de sistemas para mejorar la eficiencia, se reformó el sistema tarifario y, como gran hito, entró en servicio La Farfana, una de las cinco mayores plantas depuradoras del mundo, que, trabajando en red, trata el 75% de las aguas residuales de Santiago, un servicio hasta entonces inexistente. Al término del plan, el servicio de aguas de la capital había crecido en calidad y cantidad, y la empresa ya era la mejor de Latinoamérica en su sector.

Expoagua de Zaragoza

De vuelta a España, en 2004, trabajó un año como delegado general del Grupo Agbar en Madrid, pero la vida le llevaría pronto por otros derroteros. En esa época, aún de bonanza económica, el Gobierno promovía una Exposición Internacional sobre el agua en Zaragoza y para su organización se pensó en Gistau por su doble condición de aragonés y experto en temas del agua, pero también como ingeniero, economista y gestor de





Daniel Marcos, Ayuntamiento de Zaragoza

La recuperación de las riberas del Ebro para la ciudad de Zaragoza es uno de los logros de la Expoagua que más enorgullecen a Gistau.

grandes empresas. En febrero de 2005 asumió este desafío por dos motivos: "aportar algo a mi tierra, en la que nunca había trabajado, y dejar mi contribución al mundo del agua". El reto era inmenso, pues se partía de cero, "no existía ninguno de los tres componentes para montar un negocio: recursos económicos, recursos humanos y objetivos claros", tan solo una fecha, el 14 de junio de 2008, para la inauguración. Un plazo que, desde el primer día, se antojó muy corto y que puso a prueba la capacidad de Gistau para adaptarse a los grandes retos de gestión.

En esos tres años y medio hasta la apertura de la muestra, Gistau y un reducido aunque eficaz equipo que conformó en breve tiempo conciliaron la constitución de la sociedad estatal Expoagua Zaragoza 2008 –"pusimos hasta el nombre", dice– con la obtención de la financiación entre los socios, e incluso la compra de parcelas del recinto para celebrar el evento, situado en el meandro del Ebro en la zona Ranillas. También crearon el continente y el contenido de la muestra (pabellones, edificios y equipamientos), así como un argumentario sólido para difundir su mensaje, que, resumido en el lema Agua y Desarrollo Sostenible, buscaba abrir un debate entre países sobre el uso mundial de los recursos hídricos y su sosteniblidad ante la amenaza del cambio climático. Superada la fase conceptual, el último reto fue transformar los proyectos en obras de la muestra y, además, coordinarlo con las obras de infraestructuras para mejorar la accesibilidad (cierre de cinturones Z-30 y Z-40, nueva terminal del aeropuerto, remate de la estación de tren…), dos líneas de actuación que supusieron el mayor volumen de inversión y de obra pública en la historia de la ciudad.

El equipo de Gistau cumplió el compromiso y consiguió abrir el día fijado y mostrar al mundo, durante



Archivo Gistau

Con los Reyes de España, en la inauguración de la Expo del Agua.

93 días, el resultado del esfuerzo común: un recinto de 25 hectáreas que albergaba pabellones, estructuras emblemáticas (Torre del Agua, Palacio de Congresos, Acuario Fluvial) y obras singulares de ingeniería, además de parques, espacios y dotaciones con el agua como hilo conductor (parque Luis Buñuel, plan de riberas, azud del Ebro), que configuraron el continente de la muestra. En la parte del contenido, por la zona de Ranillas desfilaron más de 2.000 expertos, procedentes de 105 países, para difundir conocimiento y despertar conciencias ante el cambio climático en el marco de la Tribuna del Agua, foro de debate inédito que inspiró el documento final de la Expo (Carta de Zaragoza) destinado a orientar las políticas de aguas de los gobiernos del mundo. "Nunca he visto tanta concurrencia de notables, tantos pensamientos y reflexiones en torno al tema del agua", rememora Gistau.

La Expo, que tuvo 5,6 millones de visitantes (estaba pensada para 6 millones) hasta su clausura, el 14 de



Medalla de oro de Zaragoza y medalla del premio Basilio Paraíso, dos galardones que reconocen la labor de Gistau en la Expo del Agua.

septiembre, fue un éxito de organización y proyectó a Zaragoza a la vanguardia mundial de la gestión del agua y la sostenibilidad ambiental. Como artífice del éxito, que él atribuye "a un equipo excepcional y al apoyo de los accionistas", Gistau recibió el reconocimiento social –"es lo que de verdad me llega al alma"– y las más altas distinciones de su tierra (medallas de oro de Aragón y de Zaragoza) y premio Basilio Paraíso y, extendido a toda su carrera, el Premio Nacional de Ingeniería Civil del Ministerio de Fomento en 2008. Todas ellas las luce con orgullo, al igual que el informe del Tribunal de Cuentas sobre Expoagua, que avaló el rigor aplicado en la gestión y recomendó aplicar a eventos similares los procedimientos de control implementados en la Expo.

Sin embargo, la Expo, "el proyecto más difícil de mi vida", le dejó un sabor agridulce por no haber alcanzado todos los objetivos que se fijó. Hoy, una década después, cree que ha contribuido, en su modesta medida, a "dejar muchas cosas de utilidad para la ciudad", no solo las infraestructuras, que sin la muestra "hubiesen tardado años en realizarse", sino, sobre todo, la integración del río Ebro en la ciudad, el antiguo límite urbano que hoy, gracias a los parques y al renovado frente fluvial, es una de las zonas favoritas de ocio de los zaragozanos. Cuando ahora pasa por la zona de Ranillas, aplaude el proyecto post-Expo, que ha recuperado la zona dando uso público a los edificios existentes, pero le hubiera gustado haber mantenido vivo el legado de la Tribuna del Agua a través de la creación de un núcleo permanente de transferencia de conocimiento sobre el agua.



Fotografía de su álbum personal.

La etapa final

Tras la Expo, el último lustro de su trayectoria profesional, hasta febrero de 2014, lo dedicó a presidir la Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (AEAS), una asociación profesional de operadores, profesionales y organismos públicos con responsabilidad en abastecimiento y saneamiento, a la que Gistau aportó su experiencia de más de 40 años para representar a este sector y actuar como portavoz de sus intereses. Desde esta atalaya siguió, como sigue hoy, la evolución en España. Y, comprometido por "ser hasta el último día un servidor público", como leyó en el discurso de entrega de uno de sus premios, aportó su implicación en los debates abiertos y formuló propuestas dirigidas a mejorar el funcionamiento de uno de los sectores estratégicos para el país.

En esta etapa postrera, su incansable actividad no ha cedido y se ha incorporado a distintas instituciones e iniciativas que, ya jubilado, le mantienen activo. Desde el Colegio de Ingenieros de Caminos, para el que presidió la Asociación de Ingenieros y es patrono de la Fundación de Ingenieros, hasta el Ministerio de Fomento, como vocal del Consejo Asesor de Fomento, integrado por expertos independientes que asesoran al titular del Departamento en materia de planificación, o el Comité Nacional de Grandes Presas, además de acudir a los numerosos actos donde es convocado. Con tintes más solidarios, también es vocal en el Consejo Asesor de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y participa en la Fundación Energía sin Fronteras, desde donde se coordinan grupos que realizan trabajos de abastecimiento de agua, modestos pero muy necesarios, en países de África. "Lo peleé con todas las instancias, pero nadie cogió el testigo, por lo que fracasé", dice con su proverbial sinceridad.

EL PAPEL DEL INGENIERO EN LA SOCIEDAD

Enamorado como está de su profesión, Roque Gistau cree que la sociedad actual, huérfana de principios, no valora en su justa medida las aportaciones de la ingeniería para resolver las demandas sociales. Y, ya que no se hace desde filas propias, defiende la puesta en valor de la profesión que, con su ingente labor, crea infraestructuras para mejorar la calidad de vida de todos. "Los ingenieros planificamos, proyectamos, construimos y operamos las infraestructuras, creamos el hardware del país, para que funcione". El papel del ingeniero, pues, está claramente definido: "Somos servidores sociales".

En una época dominada por la tecnología, que amenaza con relegar al individuo, Gistau reivindica, por insustituible, el valor del ingeniero. "El proceso de reflexión necesario para planificar, ordenar y resolver la necesidad planteada no tiene alternativa al cerebro humano y precisa de un periodo de maduración y los ajustes necesarios" escribió en su discurso para agradecer la entrega del Premio Nacional de Ingeniería Civil. Y para fomentar esa alternativa, el camino es buscar la excelencia en la preparación académica y el desarrollo de capacidades que ha caracterizado siempre a los ingenieros: "formación rigurosa y profunda, capacidad de análisis y habilidades para la decisión". Son capacidades que se adiestran con "voluntad, trabajo, autoexigencia y afán de servir", ha escrito. Desde luego, el mundo actual, vertiginoso y cambiante, requiere para los ingenieros del futuro una formación excelente, "mejor que la nuestra", debido a los avances tecnológicos y las nuevas condiciones del entorno (cambio climático, desarrollo sostenible), que hay que conocer mejor. También demanda atributos como el liderazgo o la capacidad para trabajar en cualquier lugar, lo que a su vez exige el dominio de idiomas y de las reglas del juego del mundo globalizado. Y es que el ingeniero de hoy, como ya experimentó Gistau, tendrá que salir fuera, al mercado internacional, en algún momento de su carrera.

Califica de "muy bueno" el nivel del ingeniero español aunque sin llegar al nivel de sus precursores del XIX, a los que se relee con gusto, "excepcionales y muy polivalentes". De hecho, reivindica la formación más integral de los ingenieros españoles que les diferencia de los foráneos, más especializados, y su liderazgo en campos como la ingeniería sanitaria, donde nuestras empresas "son de lo mejor del mundo". Gistau reclama que el esfuerzo exterior de la ingeniería debe ir acompañado de una estrategia potente de país, pero, por encima de todo, reflexiona, "está en nuestra mano" conseguir que la ingeniería mantenga e incluso eleve el nivel actual, para lo cual hace falta "esfuerzo, marcarse unas metas y luchar por ellas".

El tiempo libre que le queda a este altoaragonés de costumbres modestas, cercano en el trato y franco se lo dedica a su familia –su esposa, María José, compañera durante casi medio siglo, y sus cuatro hijos, uno de ellos ingeniero como él, que le han dado nueve nietos–también lo dedica a sus aficiones, pasear, leer –le fascinan la arqueología industrial y la historia de la ingeniería– y a su última pasión: la ebanistería. Una afición, al igual que la ingeniería, despertada en la niñez, en este caso por un carpintero a cuyo taller belsetano acudía a realizar pequeños trabajos, y que ahora, tras aflorar tardíamente, ha perfeccionado en un taller de la sierra madrileña y proyecta llevar a Bielsa. Afortunadamente para todos, entre sus dos aficiones de niño, Gistau eligió la ingeniería.

Comprometido por "ser hasta el último día un servidor público".

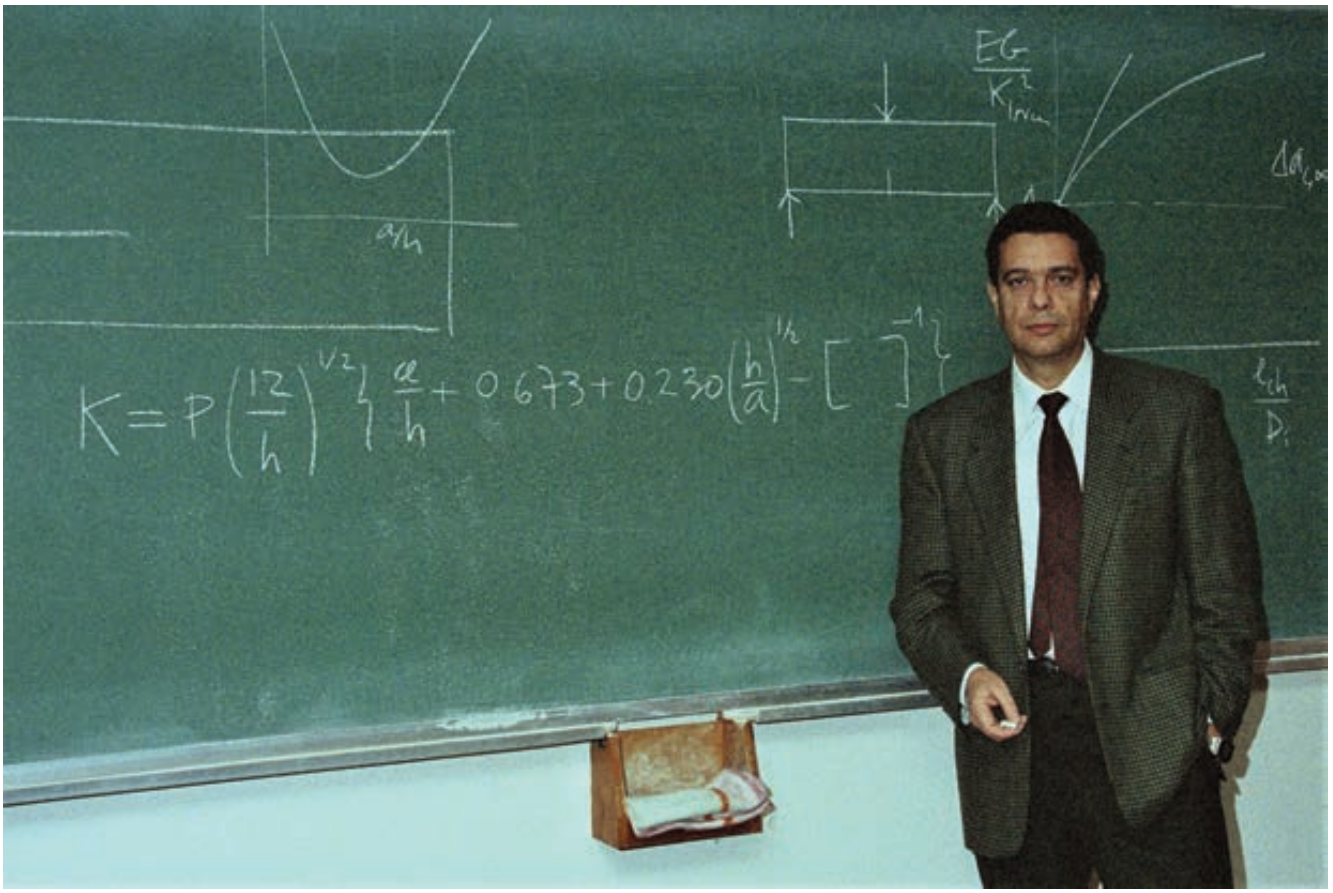


Con gran curiosidad desde niño, cuenta Manuel Elices que sus vivencias en un pequeño instituto de enseñanza media, con menos de 20 alumnos por curso y el campo y el mar muy cerca, acrecentaron su interés por la naturaleza y, en particular, por las ciencias.

Manuel Elices Calafat

Fascinado por la ingeniería de los materiales

Carmen Fort Santa-María



Profesor Manuel Elices Calafat en clase.

Manuel Elices Calafat, Doctor ingeniero de Caminos, es académico numerario de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y de la Real Academia de Ingeniería. Catedrático de Ciencia de los Materiales en la Universidad Politécnica. También es académico desde 2004, en la sección de Ingeniería y Ciencia de Materiales, de la Academia Europea, y es el primer ingeniero español académico de la National Academy of Engineering de Estados Unidos (sección extranjeros). Desde 2008, es académico de la Real Academia de Doctores de España. Confiesa que su mayor satisfacción profesional ha sido la creación de una carrera nueva y el fomento de una nueva disciplina cuya importancia ha ido aumentando en el mundo ingenieril. "*Es de esperar que esta nueva titulación tenga un impacto importante en el crecimiento económico del país*".

Nació en Mahón (Menorca) el 2 de abril de 1938. Supera sus estudios de bachillerato con una nota media de sobresaliente y se desplaza a Madrid para estudiar ingeniería en la Universidad Politécnica. En 1963 termina la carrera de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos con el número uno de su promoción, y un año más tarde obtiene la licenciatura en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid con nota media de sobresaliente. En 1968 obtiene el doctorado en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos con sobresaliente cum laude y premio extraordinario. Además, realiza estancias postdoctorales en Gante, Standford, Northwestern, Carnegie Mellon y en el Centro Internacional de Física Teórica en Trieste.

Fue galardonado con el Premio Nacional de Ingeniería Civil, en el año 2011, principalmente por dos razones: la primera, por su labor pionera e innovadora al introducir en la ingeniería los conceptos de seguridad estructural basados en la mecánica de la fractura. Esta disciplina se ha aplicado en estructuras de hormigón, metálicas y mixtas y ha proporcionado criterios de diseño y ensayo de materiales que aparecen en los códigos de diseño internacionales (FIB, ASTM, ACI, ISO, entre otros); en particular ha tenido una contribución destacada en la patología de los aceros para estructuras pretensadas y en el estudio de la fractura de hormigones. Creando y fomentando el desarrollo del Grupo Español de Mecánica de la Fractura y Seguridad



Con el Profesor Bruggeling durante la construcción de los depósitos de gas natural licuado.

Estructural integrado por ingenieros de todas las especialidades, con lo que ha contribuido muy especialmente a que las estructuras sean más seguras. La segunda razón fue por su influencia en la docencia, investigación y aplicaciones de la ciencia e ingeniería de materiales en España. Ha sido el creador de la carrera de Ingeniero de Materiales (carrera de carácter transversal) y ha fomentado su desarrollo en numerosas universidades españolas e iberoamericanas. Estos estudios están siendo muy valorados por su formación interdisciplinar y los alumnos que la terminan cuentan con buenas expectativas de empleo. No hay que olvidar que la ciencia de materiales, junto con la energía y la información, son los pilares que sustentan el desarrollo de las sociedades avanzadas.

Lleva dedicado a la enseñanza, desde 1971, como catedrático de Física y ciencia de materiales en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de Madrid.

Inicios e inquietudes

Cuenta Manuel Elices –que tuvo curiosidad desde niño– que las vivencias en un pequeño instituto de enseñanza media –menos de 20 alumnos por curso, con el campo y el mar cerca– acrecentaron su interés por la naturaleza y, en particular, por las ciencias.

La decisión de estudiar Ingeniero de Caminos la tomó, entre otros motivos, por su fascinación por las estructuras: puentes, presas, cubiertas laminares… Sin embargo, una vez iniciados los estudios en la Escuela de Caminos sintió la necesidad de seguir profundizando en algunas asignaturas de carácter básico y compaginó los estudios de ingeniería con los de ciencias físicas.

Comenzó su andadura profesional aunando la investigación de la obra pública en el Laboratorio Central de Ensayo de Materiales del Ministerio de Obras Públicas, con la docencia como profesor ayudante en la cátedra de Resistencia de materiales. Al poco tiempo obtuvo por oposición la cátedra de Física en la Escuela de Caminos de Madrid y, desde 1975, decidió dedicarse exclusivamente por vocación a la docencia y a la investigación, creando el departamento de Ciencia e Ingeniería de los Materiales.

Las curiosidades que empezó a sentir desde niño se fueron transformando en inquietudes, lo que probablemente hizo que en su época investigadora se empezaran a gestar las dos actividades fundamentales que, sin abandonar la docencia, acabaron marcando su trayectoria profesional: la creación de la carrera de Ingeniero de Materiales y la fundación del Grupo Español de Fractura y Seguridad Estructural.

Trayectoria profesional

Inició su trayectoria como docente, con la enseñanza de Física en los primeros cursos de la carrera de Ingeniero de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid. A la vez, fue abriendo camino a la Ciencia e Ingeniería de materiales, impartiendo clases de esta asignatura, inicialmente desde 1969 en cursos de postgrado, posteriormente, desde 1970, en cursos de doctorado, y a partir de 1975 como asignatura de 5.º curso de la carrera de Ingeniero de Caminos.

En numerosas ocasiones ha sido profesor invitado en Universidades de Estados Unidos (Stanford, Carnegie Mellon, Northwestern), Hispanoamérica (Argentina,



Profesor Manuel Elices con el equipo del Departamento de Ciencias de Materiales de la UPM en 2005, al que, comenta, debe todos sus logros.

Chile, Uruguay, Perú), Europa (Francia, Reino Unido, Italia) y Asia (Japón, Taiwán).

Cuenta con la dirección de 22 tesis doctorales, de las cuales más de la mitad han obtenido premio extraordinario. Ha sido formador de numerosos científicos, de los que al menos una docena son actualmente catedráticos muy activos en la docencia e investigación de distintas universidades, como la Politécnica de Madrid, la Universidad de Santander, la de A Coruña, la de Santiago de Chile, la de la Plata y la Universidad de El Cairo.

Entre las actividades docentes internacionales es importante destacar la organización de varios simposios como el Tercer Simposio Internacional sobre "Corrosión bajo tensión de aceros para la construcción" (El Escorial 1971), otros tres simposios patrocinados por IUTAM: "Fundamentals of deformation and fracture" (Sheffield, Reino Unido), "Fracture of britlle disordered materials" (Brisbane, Australia) y "Size-Scale effects in the failure of materials" (Turín, Italia), así como un curso COMEET en Madrid.

En su otra vertiente profesional, la investigación, considerada esta como la actividad orientada a la obtención de nuevos conocimientos y su aplicación para la solución a problemas o interrogantes de carácter científico, ha ocupado una importantísima parcela de la vida del profesor Elices. Desde su experiencia en este campo, afirma rotundamente que las actividades han ido evolucionando con el tiempo –desde la física del estado sólido, pasando por la ciencia de materiales, hasta las propiedades mecánicas de los materiales biológicos– debido a una adaptación continua a las condiciones de contorno y al afloramiento de preferencias personales.

Así, se destacan tres etapas claramente diferenciadas en su trayectoria investigadora, la primera, entre 1964 y 1974, "Fisicoquímica del estado sólido", la segunda etapa, entre 1974 y el año 2000, "Ciencia e ingeniería de materiales" y la tercera, entre el año 2000 y el 2008, "Propiedades mecánicas de materiales biológicos".

La primera etapa, *Fisicoquímica del estado sólido*, en la que realiza estudios sobre estados electrónicos en cristales debidos a las superficies libres y su relación con la catálisis. La labor se realiza en el Laboratorio Central del CEDEX, en colaboración con la Universidad Autónoma de Madrid y el Instituto Rocasolano del CSIC (Centro Superior de Investigaciones Científicas).



Fotografía Submarina. Plumero de un gusano marino.

La siguiente etapa se refiere a *Ciencia e ingeniería de materiales*. Durante este periodo de investigación, realizado en el Departamento de Ciencia de materiales de la Universidad Politécnica de Madrid, se dedica principalmente a dos líneas de investigación. Por un lado a los *Estudios sobre la fisicoquímica de la corrosión* en la que apunta que los problemas originados por la corrosión tienen grandes repercusiones, tanto económicas como técnicas, y que todavía no se han resuelto satisfactoriamente; en particular, los fenómenos de corrosión bajo tensión, fragilización por hidrógeno y corrosión-fatiga, por su posible presencia en obras pretensadas, recipientes de presión, estructuras *offshore* y depósitos para almacenamiento de hidrógeno. Los trabajos realizados en esta etapa han contribuido a esclarecer el papel del hidrógeno en la fragilización de los aceros eutectoides trefilados y la importancia de las tensiones residuales en la corrosión bajo tensión y han facilitado la implantación de normas internacionales para controlar la susceptibilidad a la corrosión bajo tensión de los aceros para la construcción. Por otro lado, en esta etapa su investigación también aborda los *Estudios sobre deformación plástica y mecánica de la fractura*. En este caso la investigación se ha dirigido a estudiar la relajación de tensiones en estructuras pretensadas. En particular, su objetivo era buscar aplicaciones al curado al vapor de elementos pretensados, pérdidas de tensión por fluencia y relajación combinadas o por la presencia de tensiones residuales.

El profesor Elices puntualiza en este tipo de estudios que el comportamiento mecánico de materiales fisurados utiliza las técnicas de la mecánica de la fractura, por lo que los trabajos teóricos se han centrado en la modelización del proceso de fractura a partir del concepto de fisura cohesiva, en hormigones especialmente, y destaca con admiración la inestimable colaboración del profesor Jaime Planas. En el campo experimental, añade, se han medido propiedades de los materiales en condiciones muy críticas (-196 °C o 1.200 °C) y en algunas ocasiones ha sido preciso diseñar, construir y calibrar los equipos de medida porque no estaban disponibles en el mercado. Concretamente, para estudiar el comportamiento de los materiales utilizados en la construcción de depósitos para gas natural licuado, el laboratorio del Departamento de Física y Ciencia de Materiales de la Escuela de Caminos ha sido un referente mundial.

Entre los años 2000 y 2008, en su tercera etapa de investigación se centra en las *Propiedades mecánicas de materiales biológicos*. Esta última etapa en su línea activa de investigación la ha dedicado al estudio de las propiedades mecánicas de biofibras (colágeno, fibras de seda), membranas (arterias y piel) y huesos. Ha sido una etapa de colaboración interdisciplinar entre la ingeniería y la biomedicina debido a la creciente importancia de las ciencias de la salud. Durante este periodo todos los trabajos de investigación se han desarrollado en el Departamento de Ciencia de Materiales y en el Centro de Tecnología Biomédica, ambas instituciones de la Universidad Politécnica de Madrid, con la inestimable ayuda de Gustavo V. Guinea, ingeniero de Caminos y actual director del centro.

Sus grandes logros y satisfacciones

Ya mencionados al inicio de estas líneas, sus actividades y logros más satisfactorios han sido la creación de una carrera nueva y del fomento de una nueva disciplina cuya importancia ha ido aumentando en el mundo ingenieril, todo ello gracias al inestimable e incondicional apoyo de su familia.

En esta parte del reportaje se ha creído oportuno reproducir textualmente la exposición realizada por el profesor. De esta manera el lector podrá percibir las connotaciones con las que describe tanto el proceso de creación, el cariño y la dedicación empleados y, finalmente, el estado de satisfacción personal.



Laboratorio del Departamento de Ciencias de Materiales de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid.

Estas son sus palabras sobre la carrera de Ingeniería de Materiales:

> " […] La carrera de Ingeniero de Materiales tiene una vocación transversal, ya que aunque en todas las ingenierías se estudian los materiales y los procesos de obtención, manipulación y aplicación, es mejor verlos de forma unificada.
>
> Es bien conocido que el desarrollo económico y social de un país depende de sus conocimientos tecnológicos, de la energía disponible y de su nivel en la ingeniería de materiales. Los materiales avanzados son ya un componente esencial en la industria aeroespacial, en la del automóvil, en la electrónica y en las ciencias de la salud. También es un hecho que la velocidad de crecimiento de sectores clave en la economía está limitada por el progreso conseguido en la Ciencia e Ingeniería de Materiales. En estas circunstancias parece natural –hasta oportuno y necesario– la creación de unos estudios transversales destinados a formar especialistas en el campo de los materiales.

El planteamiento de esta nueva carrera superior se hizo en una reunión en la que convoqué, en 1992, a todos los catedráticos de España de Ciencia de materiales. Tras varias reuniones se redactó un documento de directrices y materias troncales que se aprobó por unanimidad en 1993, que se trasladó al Consejo de Universidades. En 1994 se aprobó la nueva titulación de Ingeniero de Materiales (BOE, 213 del 6 de septiembre de 1994).

En una primera etapa, el 77% de los ingenieros de materiales se insertaron en sectores directamente relacionados con la carrera y más del 80% tardaba menos de seis meses en conseguir el primer empleo, lo que indicó la percepción positiva de la titulación que tuvo la sociedad, pese a los pocos años que se llevaba impartiendo.

Con la llegada del proceso de Bolonia y la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior, los responsables de las 14 titulaciones de Ingeniería de Materiales que se impartían en España decidieron que coordinara la actualización de estos



Profesor Manuel Elices Calafat recibiendo el premio del Colegio de Caminos.

estudios. En 2007 la Universidad Politécnica de Madrid puso en marcha el nuevo título de grado de Ingeniero de Materiales de cuatro años de duración (he coordinado esta titulación hasta mi jubilación).

El grado de Ingeniero de Materiales tiene previsto tres ramas de máster en Ingeniería de Materiales: Materiales estructurales, Materiales funcionales y Materiales biológicos

Es de esperar que esta nueva titulación tenga un impacto importante en el crecimiento económico del país. La ingeniería de materiales permitirá que se desarrollen nuevas tecnologías que darán lugar a nuevas industrias y a un aumento del empleo y del bienestar social […]".

Y sobre la mecánica de la fractura dijo lo siguiente:

"[…] La mecánica de la fractura es una disciplina que permite conocer la integridad de un elemento estructural; permite calcular la carga de rotura si se conoce el tipo de defecto, o bien el tamaño admisible de un defecto cuando el elemento estructural deba soportar una determinada carga.

Esta rama de la mecánica no alcanzó su mayoría de edad hasta la década de los 70 y en la actualidad sus resultados y recomendaciones están presentes en los códigos de diseño más avanzados.

»El desarrollo económico y social de un país depende de sus conocimientos tecnológicos, de la energía disponible y de su nivel en la ingeniería de materiales. Los materiales avanzados son ya un componente esencial en la industria aeroespacial, en la del automóvil, en la electrónica y en las ciencias de la salud.«

Creo haber sido el introductor de esta disciplina en nuestro país. A mediados de los años 70 impartí cursos de doctorado sobre mecánica de la fractura



Con el equipo de buceo antes de una inmersión en 2015.

y propicié en 1976 la primera tesis doctoral sobre este tema (M. A. Astiz) en España.

Desde 1975 impartí una nueva asignatura, Mecánica de la fractura e integridad estructural, para los alumnos del 5.º curso de la carrera de Ingeniero de Caminos que optaron por la especialidad de Cimientos y Estructuras.

A partir de 1984 inicié una acción destinada a difundir y fomentar esta nueva disciplina en nuestro país: la creación del Grupo Español de Fractura, ahora conocido por Grupo Español de Fractura e Integridad Estructural. Desde esta fecha se han organizado ininterrumpidamente reuniones anuales por todo el territorio español y cada año se han publicado los anales con las contribuciones de los ponentes. El volumen y la calidad de las contribuciones han ido creciendo con el tiempo. Este grupo ha tenido una potente acción dinamizadora en el país.

La Asociación Internacional de Fractura de Materiales (ICF) me nombró director durante el período 1988-1991. En 1991, junto con otros profesores de Europa, EE.UU. y Japón, fundé la Asociación Internacional Fracture Mechanics of Concrete Structures. En 1992 fui elegido, por votación, miembro del consejo director (1992-1998).

De las cuatro revistas internacionales sobre mecánica de la fractura he sido editor asociado […]".

Gustos y pasiones

El mar, quizás por ser isleño, ha sido –y es, después de la curiosidad– su otra afición. Siempre ha sentido atracción por el mar; tanto cuando este está en calma de madrugada, como cuando destella bajo la luz del sol. Le gusta contemplarlo bajo la plácida luz de la luna. Cuenta que también tiene su encanto cuando está embravecido por la tramontana menorquina, pero subraya que su verdadero interés se ha centrado en la vida que bulle bajo su superficie; la infinidad de sorpresas, formas y colores que muestran las algas, los invertebrados y los peces.

Desde hace más de cincuenta años practica el buceo con escafandra autónoma –que dice no requiere especiales capacidades físicas– y siempre lleva una cámara fotográfica para quedarse con los recuerdos de las inmersiones.

En estas ha ido evolucionando conforme han ido progresando los aparatos fotográficos. Así, nos cuenta que de las instantáneas obtenidas en la primera etapa de buceo –cuando usaba cámaras Nikonos, en las que debía estimar el enfoque y el diafragma y, además, usaba un flash con bombillas– recuerda la participación en excavaciones submarinas dirigidas por el profesor Manuel Fernández Miranda durante finales de los años 70 y comienzos de los 80. También participó en el estudio de un fondeadero romano en Calas Covas, en el rescate de una gabarra púnica en Binisafua y en la recuperación de objetos de un barco del siglo IV que transportaba chatarra, en Favaritx. Durante este período, a instancias del profesor Fernández Miranda, formó parte del Patronato del Museo Arqueológico de Madrid.

Entre los años 90 y comienzos de los 2000 –lo que él denomina su segunda etapa, en la que utilizaba una cámara Nikon AF réflex y flash electrónico–, se dedicó más a los peces, porque junto con el profesor Luis Cardona, ictiólogo eminente, se propusieron publicar un libro sobre los peces de Menorca. Consiguieron hacerlo y el resultado se puede disfrutar en dos volúmenes de la Enciclopedia de Menorca: el tomo 5, volumen 1 (con cinco capítulos y 300 páginas) y el tomo 5, volumen 2 (con dos capítulos y 115 páginas). También en esta etapa, y también junto al profesor Luis Cardona, publicaron varios artículos científicos relacionados con la aparición de peces termófilos en las costas de Menorca.

Durante la tercera y de momento última etapa –la era digital–, está utilizando cámaras digitales y flash electrónico, que al no estar limitadas por el carrete fotográfico permiten hacer más de un centenar de fotos en cada inmersión. Se ha centrado más en la macrofotografía, en particular en el fascinante mundo de los invertebrados. Algunas fotografías se han publicado en

RECONOCIMIENTOS

Premio Nacional de Ingeniería Civil (2011).

Premio Nacional de Ciencia y Tecnología *Leonardo Torres Quevedo* (2000).

Premio de la Comunidad de Madrid *Miguel Catalán* a la carrera científica (2013).

Medalla de Honor del Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos (1995).

Medalla de Oro de la Real Sociedad Española de Física (2006).

Medalla de Honor de la Universidad Politécnica de Madrid (2015).

Medalla de Oro de la ciudad de Mahón (1994).

Premio Ramón Llull del Gobierno Balear (1998).

Premio DuPont en Ciencia de Materiales.

Medalla Bengough de la Metals Society.

Medalla Alan B. Dove de la Wire Association International.

Medalla de la Real Sociedad Española de Física

Medalla de la Real Academia de Ciencias

Cruz del Mérito Naval de Primera Clase.

Cruz del Mérito Militar con distintivo blanco.

TÍTULOS

Doctor Honoris Causa por la Universidad Carlos III y por la Universidad de Navarra.

Académico Numerario de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de España (1993).

Académico Numerario de la Real Academia de Ingeniería de España (1995).

Académico de la National Academy of Engineering de Estados Unidos (sección extranjeros) (2004).

Académico de la Academia Europea (sección ingeniería y ciencia de materiales) (1993).

Académico Numerario de la Real Academia de Doctores de España (sección ingeniería) (2008).

Miembro honorario de la Asociación Europea de Seguridad Estructural (2000).

revistas especializadas, portadas de algunos libros y se han exhibido en exposiciones colectivas. No obstante, junto con el profesor Luis Cardona está acabando una edición, muy detallada y con muchas fotografías, sobre los peces de las Islas Baleares.

Otras actividades, contribuciones e impacto social

Otras actividades ingenieriles, relacionadas con los materiales y la seguridad estructural, pueden resumirse en la participación en obras tan dispares como los depósitos para gas natural licuado (asesoramiento y control de los materiales para usos criogénicos, en casi todos los construidos en España y en algunos fuera de ella), reactores nucleares (problemas de fragilización por hidrógeno), estructuras pretensadas (problemas de corrosión bajo tensión) o presas (estudios sobre la estabilidad de grietas).

El impacto social en el ámbito internacional se puede estimar por la presencia española en muchas instituciones internacionales, entre ellas, en la Federación Internacional del Pretensado (FIP, ahora FIB); ha sido presidente durante años de las Comisiones "Cryogenic Concrete" y "Damage Tolerance"; cofundador de la Asociación Internacional de Mecánica de la Fractura y Seguridad Estructural de obras de hormigón (FraMCoS), y miembro del Consejo Europeo de Fractura.

Finalmente, Manuel Elices considera también una experiencia muy satisfactoria la impartición de varios cursos de Física moderna a estudiantes de humanidades en la Universidad Carlos III.

La ingeniería de materiales permitirá que se desarrollen nuevas tecnologías que darán lugar a nuevas industrias y a un aumento del empleo y del bienestar social […].



Todo puede hacerse si se le dedica el tiempo necesario. Es una de las máximas de Juan Miguel Villar Mir, doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, que ha dedicado su dilatada vida - nació en 1931 - a multitud de actividades empresariales. Trabajador infatigable, basa el éxito profesional en esta premisa: plantear un objetivo es lo primero que hay que hacer al emprender una tarea. Todo lo demás es consecuencia.

Juan Miguel Villar Mir

Su primera vocación, la ingeniería

Julia Sola Landero



Estudiante de ingeniería.

Cuando recibió el Premio Nacional de Ingeniería Civil, en 2012, **Villar Mir** recordó en el acto de entrega, que su temprana experiencia profesional como ingeniero arrancó cuando, con 18 años, ingresó en la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, que dependía del entonces Ministerio de Obras Públicas.

A lo largo de su intensa trayectoria profesional, Villar Mir ha reunido multitud de cargos y reconocimientos, pero se declara particularmente honrado con ser colegiado de honor en Caminos, en Agrónomos y en el Instituto de la Ingeniería de España, y de colaborar en la Reales Academias de Ingeniería, y de Ciencias Económicas y Financieras de Barcelona.

Hombre de múltiples registros, ha compaginado a lo largo de su vida sus facetas de ingeniero, en la que queremos centrar nuestra mirada en este reportaje y empresario. Ni la improvisación o la suerte están detrás de sus éxitos académicos o profesionales, porque ya desde niño plantó las bases que le permitirían en el futuro alcanzar altas metas. Supo muy temprano que lo mejor que podía hacer para salir adelante era dedicarse a estudiar, y no cabe duda de que todo lo que ha



Promoción de ingenieros.

logrado en su vida es debido a que nunca ha dejado de aprender. Pero también reconoce la importancia de los valores recibidos de su padre y que le han acompañado toda la vida: disciplina, constancia, puntualidad y respeto a la palabra dada.

Al margen de su actividad profesional, Juan Miguel Villar Mir es un gran amante del arte y la música. Le gusta escuchar y tocar el piano "de oído", un instrumento que tiene en casa y también en el barco en donde practica otra de sus grandes pasiones: el mar. Disfruta navegando, nadando lento y contemplando el mar. Algo que contribuye a conseguir el sosiego que siempre ha buscado en su trayectoria vital.

Su etapa de estudiante

Los primeros frutos de ese temprano espíritu de superación fueron sus brillantes resultados académicos. Obtuvo matrícula de honor en todas las asignaturas de bachillerato, fue número uno de su promoción en Caminos y en Derecho, carrera esta última realizada en la Universidad Complutense de Madrid. Se diplomó en la Escuela de Organización Industrial y en el *Economic Development Institute*, en Washington D.C. y al volver a España, en 1968, obtuvo por oposición la Cátedra de Contabilidad y Legislación de la Escuela Especial de Ayudantes de Obras Públicas, en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Años después, en 1980, opositó con igual éxito a la Cátedra de Organización de Empresas de la Escuela Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, puesto que había ocupado hasta entonces su profesor, Jose María Aguirre Gonzalo. Desde ese puesto de catedrático impartió clases durante 33 años, hasta 2001.



Cubipodos en Puerto Exterior de A Coruña. España.

Su vocación docente le llevó también a dirigir cursos de doctorado y de postgrado, y fue fundador y presidente del Master de Dirección de Empresas Constructoras y del Master de Gestión de Infraestructuras y Servicios Públicos.

Además, ha escrito una decena de libros relacionados con organización de empresas - en torno a la contabilidad, derecho mercantil, o la globalización de los mercados - editados por la UPM y por el Colegio de Caminos.

Fiel a su vocación técnica, nunca se ha apartado de las actividades que tienen que ver con la ingeniería. Así, ha sido presidente del Colegio Nacional de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, del Comité Agroeconómico de la IFA (International Fertilizer Association) y de la Fundación Agustín de Betancourt, dedicada al fomento de la investigación en el campo de la ingeniería civil.

En 2011, como presidente de la fundación que lleva su nombre, firmó un convenio de colaboración con la UPM, para la creación de la Cátedra Universidad-Empresa denominada "Cátedra Juan-Miguel Villar Mir en Organización y Dirección de Empresas". Objetivo: favorecer el desarrollo de la excelencia en la docencia, la transferencia del conocimiento y la investigación, y otorgar becas y ayudas a la formación e investigación en el área de Organización y Dirección de Empresas.

Aventura empresarial

Sus conocimientos técnicos, unidos a la capacidad de trabajo y a la perseverancia - también a la audacia - le llevaron muy pronto a explorar los campos empresarial y técnico, desde donde promueve y defiende la innovación tecnológica y el I+D+i.

Tras su paso por el Ministerio de Obras Públicas, trabajó en Dragados y Construcciones como responsable de obras en Marbella y después ingresó como ingeniero auxiliar en el Puerto de Cádiz. Cuando contaba 36 años, se hizo cargo de la presidencia de Hidro Nitros Española, una empresa creada en 1940, dedicada a fabricar productos electroquímicos y a producir energía eléctrica. Hoy esa compañía cuenta con cinco centrales hidroeléctricas y produce ferromanganeso y silicomanganeso para la fabricación de aceros. Presidió también Carbonífera del Sur, Altos Hornos de Vizcaya, Altos Hornos del Mediterráneo, Empresa Nacional de Celulosas y Electra de Viesg.



Línea de Alta Velocidad Ankara-Estambul. Turquía.

Origen del grupo

Pero su experiencia empresarial más decisiva ocurrió en 1987, año en el que comenzó a fraguarse el Grupo Villar Mir. Fue cuando, cumplidos los 56 años, se lanzó a trabajar por cuenta propia y decidió centrarse en su actividad empresarial. Empezó por la empresa constructora Obrascón que se integrará en la compañía emblemática del Grupo Villar Mir: OHL, formada por la fusión de Obrascón, Huarte y Lain.

De espíritu versátil, ha puesto en marcha una treintena de empresas con actividades más allá del sector ingenieril, y a día de hoy, su grupo empresarial integra compañías con entidad y autonomía propias, relacionadas con la electrometalurgia, energía, química básica y fertilizantes, inmobiliaria, activos financieros, concesiones y construcción. Con sede en la Torre Espacio de Madrid, está presente en 32 países de los cinco continentes y es uno de los grupos empresariales más importantes de este país.

La empresa emblema del grupo, OHL, dedicada a las obras públicas, construye hospitales, carreteras, puertos, infraestructuras aeroportuarias y obras hidráulicas. Es a día de hoy un referente internacional en la construcción de ferrocarriles y ha realizado proyectos en Europa, Asia, África y América. Entre sus actividades está el de haber llevado a cabo el primer proyecto de construcción de una empresa española en el sector ferroviario de Estados Unidos, al prolongar el metro de Miami hasta el aeropuerto internacional de esta ciudad. Ha participado en el primer proyecto de alta velocidad de Turquía, entre Ankara y Estambul, y actualmente también participa en uno de los proyectos más destacados del panorama internacional, formando parte del consorcio hispano-saudí Al Shoula, encargado de ejecutar la segunda fase del proyecto Haramain de Alta Velocidad entre Medina y La Meca,

Innovar para avanzar

Además de la diversificación y la internacionalización de las empresas - necesaria muy particularmente en el sector de la construcción -, Villar Mir apuesta por la innovación tecnológica. Uno de sus preceptos inapela-



Centro Canalejas Madrid. España



Old War Office. Reino Unido

bles ha sido el de desarrollar tecnología propia en lugar de importarla. Cree firmemente en la importancia de los avances en ingeniería para el progreso global y que la innovación es el factor esencial para aumentar la productividad y la competitividad.

Un ejemplo de esta teoría llevada a la práctica se desarrolla en OHL, una de las compañías europeas que más han invertido en I+D+i. El balance de los últimos 15 años se cifra en alrededor de 300 iniciativas de I+D+i en 26 países desarrollados en colaboración - afortunada simbiosis - con cerca de medio centenar de universidades y centros de investigación de 14 países.

Entre los resultados más tangibles de sus proyectos I+D+i, se encuentra el cubípodo, un elemento de escollera artificial desarrollado en colaboración con la Universidad Politécnica de Valencia, y utilizado para la construcción del manto principal de diques de abrigo portuarios en talud. Se trata de un bloque cúbico de hormigón con protuberancias en forma troncopiramidal en sus caras, lo que permite superar los inconvenientes de los tradicionales cubos de caras planas, ya que evitan el apelmazamiento de las piezas y aumentan el rozamiento entre ellas. Con ello se mejora la distribución de impactos del oleaje y, por tanto, la resistencia del dique frente a los temporales, por lo que resulta especialmente eficaz en puertos castigados por fuertes oleajes o situados en zonas con riesgo sísmico. A día de hoy, sus resultados se pueden ver en los puertos de Málaga, A Coruña, Las Palmas de Gran Canaria o en la marina de Argel. Una aportación de la ingeniería española, que este mismo año, ha sido exportada al puerto danés de Hamstholm para la instalación de 2.400 piezas destinadas al dique principal de prolongación del puerto a lo largo de una estructura de 396 metros de longitud.

Para mejorar la seguridad en la construcción y uso de las infraestructuras, la compañía ha colaborado en FOTsis (Field Operational Test On Safe, Intelligent and Sustainable Road Operation), una iniciativa europea encaminada a desarrollar tecnologías para mejorar la movilidad, seguridad y sostenibilidad del transporte de carretera mediante la conexión entre vehículo e infraestructura. Este proyecto arrancó en 2011 y durante su desarrollo, las sociedades concesionarias de OHL participaron en las pruebas de campo realizadas en suelo español: gestión de emergencias e incidencias, control inteligente de los atascos de tráfico, programación dinámica de rutas o monitorización de vehículos especiales.

OHL también ha formado parte del consorcio europeo NeTTUN (New Technologies for Tunnelling and Underground Works), que reúne a 21 empresas, centros tecnológicos y universidades de nueve países, con el objetivo de mejorar los aspectos críticos relacionados con el diseño, construcción y mantenimiento de obras subterráneas, avanzando en el desarrollo de herramientas y soluciones, tales como un sistema multisensor de predicción de suelos para tuneladoras, brazos robotizados para operaciones de mantenimiento de la cabeza de corte de éstas, herramientas de corte con mejores prestaciones y durabilidad, o mecanismos de control para minimizar posibles daños a estructuras cercanas a la obra en entornos urbanos.

En favor del medio ambiente, cabe resaltar la participación el proyecto europeo Life Equinox, cuyo objetivo



Conexión ferroviaria AirportLink. EEUU.



Autovía del cantábrico. Tramo Lindín-Careira. Lugo. España.



Hospital Rey Juan Carlos. España

es desarrollar nuevos pavimentos descontaminantes que, en combinación con las estrategias de gestión y control del tráfico urbano, ayuden a mejorar la calidad del aire de las ciudades. La idea es reducir la concentración de los óxidos de nitrógeno generados por el tráfico aplicando la fotocatálisis heterogénea, tecnología de oxidación avanzada que utiliza un fotocatalizador (dióxido de titanio TiO2) y radiación solar. Un proyecto en el que también ha participado el Ayuntamiento de Madrid, que desde 2016 ha incorporado este tipo de pavimentos descontaminantes en cerca de 100.000 m2 de calzadas en el centro urbano de la ciudad.

Su apuesta más avanzada está en el campo de la digitalización de la cadena de valor de cada una de las áreas de actividad de la compañía. De ahí que el Plan Director de Sistemas 2016-2020 tenga como objetivos enfocar la atención en el Big Data, Data Analytics,

BIM o las 'smart cities'. Así, está implementando en todos sus procesos constructivos la metodología BIM (Building Information Modeling), que permite integrar en un único modelo digitalizado, planos, infografías, vídeos, mediciones, planificación, etc., lo que permite trabajar en el mismo proyecto e incluso de manera simultánea, a distintas empresas y profesionales. Ejemplos de éxito de aplicación de esta metodología son proyectos como la estación 72 del metro de Nueva York (Estados Unidos), la autopista Urbana Américo Vespucio (Chile), el proyecto ferroviario EPC Ski (Noruega), los hospitales Gustavo Fricke y de Curicó (Chile) o el Museo Nacional de Arqueología (MUNA) de Perú.

Juan Miguel Villar Mir ha dirigido su complejo empresarial trabajando doce horas diarias y sin perder la compostura. Padre de tres hijos, dicen de él que jamás ha alzado la voz, "porque quien grita, pierde la razón" y porque prefiere dirigir desde la calma y la estabilidad emocional. Una cualidad con la que - dice - no se nace, sino que hay que ganarla a pulso. Considera que un colaborador frustrado o descontento "no hace las cosas bien"; por eso está convencido de que felicidad y eficacia van de la mano.

PUBLICACIONES

2013	*Del proteccionismo a la globalización*. Real Academia de Ciencias Morales y Políticas.
2005	*Organización de empresas. La empresa. La construcción y los servicios*. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
2001	*Organización de empresas. Ejercicios resueltos. La empresa*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
2001	*Organizaciones de empresas. La empresa constructora*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
2000	*Organización de empresas, la empresa*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
2000	*Organización de empresas, contabilidad*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
1982	*Organización de empresas. Contabilidad y derecho mercantil*. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
1980	*Organización de empresas. Ejercicios de contabilidad*. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
1979	*Organización de empresas*. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Firme partidario de avanzar en I+D+i dentro de su grupo empresarial, siempre ha preferido impulsar el desarrollo de tecnología propia en lugar de importarla.



El ingeniero Pablo Bueno Sainz sigue trabajando incansable, es la forma que ha elegido para continuar contribuyendo a crear mejores condiciones de vida para los ciudadanos. Afirma que la ingeniería española cuenta con un alto reconocimiento internacional, pues los ingenieros de caminos españoles siempre han tenido una formación de altísimo nivel. Reconoce sentirse especialmente orgulloso de haber sido galardonado con el Premio Nacional de Ingeniería Civil del Ministerio de Fomento, ya que se valora a aquellos profesionales "cuya aportación a la ingeniería civil pone de relieve los aspectos sociales, económicos, estéticos y tecnológicos de esta actividad".

Pablo Bueno Sainz

Orgulloso de su profesión

Marián Campra García de Viguera

Pablo Bueno Sainz



Planta solar de Beacon. Kern County, California, EE.UU.

El Premio Nacional de Ingeniería Civil del Ministerio de Fomento supone el reconocimiento a la labor que **Pablo Bueno** ha realizado durante más de cincuenta años en pro de la ingeniería española y que ha materializado con la creación y continuidad de una gran empresa de carácter multinacional que basa su actuación en la calidad de su trabajo para proporcionar un mejor servicio, no solo a sus clientes, sino a la sociedad en su conjunto. El jurado premió el perfil emprendedor lleno de grandes valores técnicos adelantados a su tiempo, como han sido la innovación, el desarrollo sostenible, el cuidado medio ambiental, la calidad y, en definitiva, la aportación de ingeniería de excelencia en cada gran inversión realizada.

En su discurso de la entrega del Premio Nacional de Ingeniería Civil destacó que "con el cambio de las circunstancias políticas y económicas, es el momento oportuno para reflexionar sobre lo que se ha hecho en el terreno de las infraestructuras, cómo se ha hecho, y lo que es más importante, lo que hay que hacer ahora y cómo se debe hacer". Además, abogó por una mayor inversión en ingeniería como medio para reducir la inversión total en infraestructuras, consiguiendo, de paso, la mejora de la funcionalidad y calidad del servicio al ciudadano, y envió un mensaje a las administraciones públicas sobre el necesario cambio en la forma de contratación de los servicios de ingeniería.

Pablo Bueno considera que "queda mucho por hacer en el terreno de las infraestructuras, tanto en el proceso inversor como en la necesaria conservación y optimización de las existentes. Por ejemplo, los accesos a las grandes ciudades, la red ferroviaria de mercancías y el sector del agua y, dentro de este último, la depuración, reutilización, prevención de inundaciones y sequías, solución al déficit hídrico del Levante, desarrollo de centrales reversibles, etc.". Su opinión es que la inversión pública en ingeniería e innovación tecnológica es fundamental en la construcción de nuestro futuro y, además, constituye la base indispensable para que nuestras empresas puedan seguir internacionalizándose.

En julio de 1966, Pablo Bueno se inició en el Grupo TYPSA, conjunto de empresas independientes de con-



Línea de ferrocarril Corredor Norte, Arabia Saudí.



Abastecimiento de Agua en Arabia Saudí.
6 tanques metálicos en Braiman, Jedah.

sultoría en los campos de ingeniería civil, arquitectura, industria y energía y medio ambiente. Hoy en día, TYPSA figura entre las 150 mayores empresas consultoras de ingeniería del mundo y entre las 100 primeras por volumen de exportación, según la clasificación de la ENR (Engineering News Record). Asimismo, se encuentra entre las 50 mayores en el ranking de las empresas europeas realizado por la Asociación Sueca de consultores en ingeniería y arquitectura.

Perfil

Pablo Bueno Sainz nació en Madrid el 15 de mayo de 1935. Hijo de un ingeniero de caminos, siempre tuvo muy claro en qué consistía eso de la vocación profesional. Finalizados sus estudios en el colegio, ingresó en 1952 en la Academia Luz de Madrid hacia donde se dirigían todos los aspirantes al Cuerpo de Ingenieros de Caminos, era allí donde se preparaban para las pruebas de ingreso en la Escuela de Ingenieros de Caminos del Retiro. Todavía en esas fechas la Escuela era el único centro donde se preparaban los futuros ingenieros funcionarios del Ministerio de Obras Públicas y el ingreso implicaba la admisión al Cuerpo, siempre y cuando se superaran todos los cursos.

En aquella época, los años cincuenta, ingresaban pocos aspirantes que tardaban una media de cinco años en conseguirlo. Pablo Bueno en tres años pudo alcanzar su sueño de ingresar en la Escuela de Caminos y muy ilusionado, cruzó por primera vez, en el otoño de 1955, las puertas del caserón que albergaba a la Escuela. Los cinco años que pasaría en la misma



Enlace multidireccional de 5 niveles en la circunvalación de Phoenix, Arizona, EEUU.

le permitirían adquirir una formación del más alto nivel, gracias al saber y la pasión de ingenieros de la talla, entre otros, de Eduardo Torroja, máximo especialista mundial de su tiempo en construcción en hormigón armado y pretensado. De aquellos años recuerda con admiración al profesor de Mecánica Racional y de Análisis Matemático, Isidoro Cano de la Torre.

Gracias a su paso por la Escuela de Caminos, tuvo la oportunidad de afianzar su capacidad resolutiva y ganar confianza en la parte técnica, que completó con los idiomas. Durante los periodos estivales, en unas merecidas vacaciones, siempre viajaba al extranjero, Francia, Italia, Austria y Suecia. Finalizó sus estudios de ingeniería en el verano de 1960, cuando el paso por la Escuela de Caminos implicaba que contaba con una plaza en el Ministerio de Obras Públicas, pero lo habitual era que pasaran dos años hasta que fuera convocada. Entretanto, no descartaba la empresa privada y, en particular, las grandes constructoras de entonces,



Cliente árebe visitando la Sede de TYPSA junto a Pablo Bueno y otros directivos de la empresa.

como Agromán, Dragados, Huarte, Entrecanales o Colomina, entre otras. Ingresó en Kronsa, la filial de Agromán especializada en trabajos de cimentaciones especiales y mecánica de suelos, donde estuvo dos años impulsando desde allí la innovación con la importación de modernos equipos europeos, como los equipos de perforación Benoto que permitían hacer pilotes de gran diámetro impensables para sus competidores o los martillos neumáticos Stenuick, que reducían notablemente el coste de los sondeos destructivos en roca para inyecciones y causaban sensación entre las constructoras e ingenierías españolas de la época.

En los años en que trabajaba para Kronsa, obtuvo una beca de la Fundación Juan March para el desarrollo de un método de cálculo de las estructuras trianguladas espaciales, tema de rabiosa actualidad en la ingeniería mundial de la época. Pablo escogió este tema para, finalizada la beca, desarrollar su tesis doctoral, título que conseguiría por la Universidad Politécnica de Madrid en 1967. En el transcurso del doctorado y en los años siguientes, junto con su compañero de carrera José Calavera, aplicó su método de cálculo de estructuras trianguladas espaciales en el diseño de cubiertas planas asimilándolas a placas, para numerosos edificios singulares de la capital española, entre ellos el Pabellón de Baloncesto de la Ciudad Deportiva del Real Madrid, obra que en su día fue récord mundial de luz libre con cubierta plana (50x70 m).

En el verano de 1962, cuando comenzaba el primer gran proyecto de Técnicas Reunidas, Antonio Osuna, Codirector del departamento de diseño y delineación de la refinería de Petroliber en La Coruña y que había sido su profesor de prácticas de Hidráulica en la Escuela, le ofreció ser el jefe de la sección de Estructuras e Ingeniería Civil de la compañía. Veintiocho años después, en 1990, se invertirían los papeles y Antonio Osuna se incorporó a TYPSA como Director General.

ENTREVISTA A PABLO BUENO



¿Si no hubiera sido ingeniero que le hubiera gustado ser en la vida?

Me hubiera gustado ser filósofo y profundizar en el estudio y análisis del pensamiento filosófico y del sentido de la vida en general y humana en particular.

Su cara "bonachona" refleja la de un técnico y la de un empresario, ¿en qué proporción?

Al principio de mi vida profesional la proporción era 80% técnico y 20% empresario y al final de mi vida profesional se han cambiado los términos, pero siempre he tenido un porcentaje importante de técnico y de empresario.

El secreto de TYPSA, una gran empresa multinacional, ¿es que es un negocio familiar?

En TYPSA no hay secretos. Una de nuestras características es la transparencia y, quizás, otra de las características que ha tenido más importancia en el desarrollo de la empresa ha sido la comunicación con el personal y su participación en la compañía, tanto en la mejora continua como en los resultados a través del bonus y de su participación en el capital, ya que más de 300 empleados son accionistas de la empresa.

La empresa ha crecido muchísimo a lo largo de estos años. Cuando se fundó la plantilla contaba con poco más de 20 personas y hoy día se compone de unas 2.500.

¿Qué hace cada mañana cuando llega a su oficina en Madrid, dado que usted es el alma máter?

Trato de informarme tanto de los nuevos logros como de los problemas que existan en ese momento e intento aportar mi ayuda y experiencia en la dirección para el mejor desarrollo de la sociedad.

Hace 50 años usted era un adelantado, apostaba por la consultoría, I+D, la responsabilidad social empresarial… ¿Un consejo para los futuros ingenieros de Caminos, Canales y Puertos?

Que se sientan orgullosos de su profesión como ingenieros y especialmente de Caminos, Canales y Puertos, ya que hemos contribuido muy eficazmente al inmenso desarrollo de España, especialmente en los últimos cincuenta años y a una gran mejora de la calidad de vida de los ciudadanos.

¿Qué momento juega en España la ingeniería civil?

La ingeniería civil es en España un sector tremendamente exitoso que además ha aportado su capacidad en gran parte del mundo.

Los ingenieros españoles de caminos, canales y puertos siempre han tenido una formación de altísimo nivel mundial y han desarrollado y acumulado experiencia con las grandes inversiones en infraestructuras. Esa formación, unida a la experiencia adquirida, ha sido el motivo por el que las grandes empresas españolas de ingeniería y de construcción han conseguido contratos de gran relieve en todo el mundo.

De todas sus obras, díganos tres que más le hayan marcado.

Siempre obras innovadoras, como la cubierta del antiguo pabellón deportivo del Real Madrid, récord mundial en su día de luz libre en cubierta plana, la presa del Molino de la Hoz, primera presa española de materiales sueltos con aliviadero por encima del cuerpo de presa, y la ciudad universitaria de Riad, con una inversión de más de 3.000 millones de euros, el mayor proyecto de ingeniería civil y arquitectura en su momento.

De todos los premios y galardones que ha recibido ¿con cuál se queda?

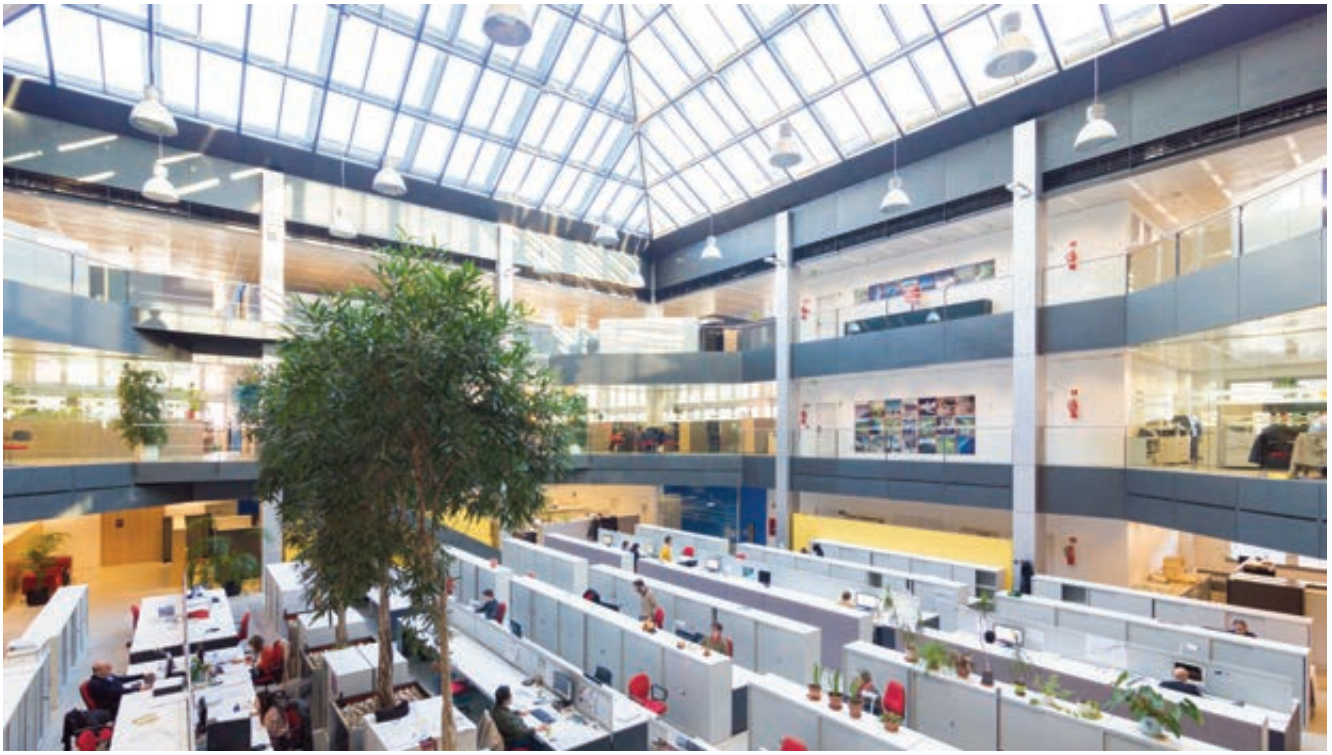
Sin duda con el Premio Nacional de Ingeniería Civil de 2013 del Ministerio de Fomento.

¿Qué obra o proyecto le ocupa ahora su tiempo?

El proyecto en el que ahora ocupo mi tiempo y mis esfuerzos es el realizado para Ayuda al Desarrollo. Desde la Fundación TYPSA trabajamos en el proyecto de creación de una universidad en el corazón del África Subsahariana, en la República Democrática del Congo, denominada Universidad del Lago Alberto (UNILAC), y con inclusión en la misma de una facultad de ingenieros civiles y otra de ingenieros agrónomos. Este proyecto es hoy una realidad gracias en gran medida a las aportaciones y al seguimiento de nuestra Fundación, que además ha conseguido la colaboración de la UPM al desarrollo de estas facultades de ingeniería. TYPSA viene aportando a su Fundación desde hace 10 años el 0,7% de su resultado, unos 70.000 euros anuales de media, y con este dinero en África se pueden hacer muchas cosas.

Unas palabras para los lectores de la Revista de Fomento…

El Ministerio de Fomento ha sido siempre nuestra "casa" para los ingenieros de caminos. Cuando yo ingresé en 1955, la Escuela dependía del denominado entonces Ministerio de Obras Públicas y era una escuela de formación de ingenieros funcionarios del Ministerio. A los lectores de la Revista de Fomento nos gusta seguir recibiendo información de todo lo que pasa en el Ministerio y en el mundo de la ingeniería civil, y ser lectores de esta revista ya es una señal de estar en sintonía con nuestra profesión y con el servicio a la sociedad.



Oficinas de la Sede TYPSA en San Sebastian de los Reyes Madrid.

Entre 1964 y 1965, fue, primero, director del proyecto y construcción de la planta de ácido sulfúrico de Río Tinto en Huelva y, posteriormente, de las obras de ingeniería civil, urbanización e instalaciones marítimas de la refinería de Castellón. En esta, el joven ingeniero tuvo la oportunidad de observar nuevamente, tras su experiencia en la construcción de la presa de Tous, la importancia de un buen proyecto, en concreto de un adecuado estudio geotécnico. En el verano de 1966, Alberto y Emilio Colomina le ofrecieron ser director de ingeniería de una nueva empresa, TYPSA (Técnicas y Proyectos S.A.), como la consultora del grupo. Con solo 31 años, Pablo Bueno se convertía en responsable de la ingeniería y de la obra civil de la consultora. Así comenzó su andadura en TYPSA en julio de 1966, con un capital social de un millón de pesetas, unas 20 personas en plantilla, repartidas a partes iguales entre las dos ramas de la consultora, y unas recién estrenadas oficinas en Madrid.

RECONOCIMIENTOS

Designado "Ingeniero Laureado" por la Real Academia de Ingeniería con fecha 31 de octubre de 2017.

Premio Nacional de Ingeniería Civil. Otorgado por el Ministerio de Fomento con fecha 14 de noviembre de 2013.

Medalla de Honor del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Otorgada en 1991.

Ingeniero Destacado de la Demarcación de Madrid del Colegio de Ingenieros, Caminos, Canales y Puertos. Reconocimiento en el año 2008.

Pablo Bueno es uno de los grandes maestros de la ingeniería civil española que contribuye a difundir el valor de esta profesión en los cinco continentes gracias al empeño y tesón que demuestra cada día.



Sus destacadas aportaciones en el campo de las estructuras, el control de la calidad en la construcción y la prefabricación en la edificación fueron méritos más que suficientes para otorgar a José Calavera el Premio Nacional de Ingeniería Civil 2014.

José Calavera Ruiz

El ingeniero incansable

Pepa Martín Mora



Teleférico de Fuente Dé. Mirador estación superior.

El turno del reconocimiento a toda una trayectoria profesional le llegó a **José Calavera** en el año 2014 , a la edad de 83 años por aquel entonces, momento de su vida en el que, a pesar de haber recibido ya numerosos galardones, no dejó de emocionarle recibir el premio que concede anualmente el Ministerio de Fomento como recompensa a una meritoria labor profesional y afirma con profunda gratitud,"siempre es un honor que premien a uno", y más teniendo en cuenta si hablamos del Nacional de Ingeniería Civil.

Considerado por el sector como una figura de referencia en el campo del control de la calidad en la construcción y en el impulso a la prefabricación en edificación, Calavera es también una figura relevante en estructuras, hormigón armado y pretensado, tanto dentro como fuera de nuestro país, cualidades que le llevaron a intervenir en numerosos proyectos de edificios de gran altura, así como en instalaciones industriales, entre ellas fábricas de todo tipo, como papeleras y siderurgias, obras que fueron tenidas en cuenta por el jurado del Premio Nacional para considerarle merecedor del galardón.

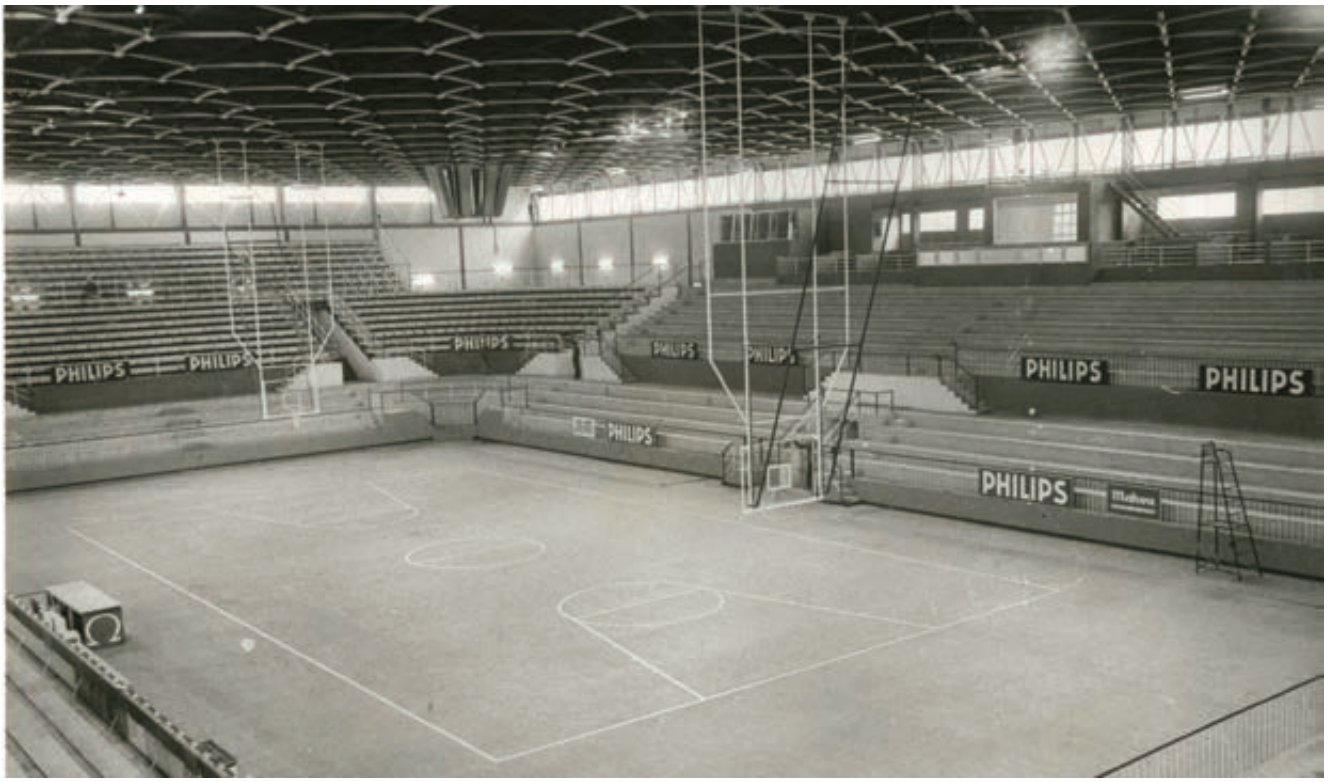
Él mismo menciona el Mercado Nacional de Ganado de Torrelavega como un exponente de su obra, aunque consciente de que se premia al conjunto de toda su labor, no puede dejar de citar algunos de sus proyectos más destacados, como el teleférico de Fuente De, en Cantabria, donde también construyó el monumento al Indiano, o las cubiertas especiales del pabellón del Real Madrid, ya demolido, y la fábrica de Cervezas Mahou.

Recorrido

José Calavera nació en Melilla en el año 1931. Nos cuenta que no había ninguna tradición de ingenieros en su familia y su vocación la despertó la curiosidad al leer unos libros que encontró en casa de sus padres en los que se describían las grandes obras de la ingeniería civil que se habían construido en torno a 1900. Así, de una forma tan sencilla y a través del atractivo mundo que ofrecían esos textos, decidió que quería ser ingeniero.

Fue el primero de su promoción en la Escuela de Obras Públicas de la Universidad Politécnica de Madrid, en la que también cursó Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, doctorándose y consiguiendo la cátedra de Edificación y Prefabricación, de la que en la actualidad es catedrático emérito.

Sus inicios profesionales, en 1958, le sitúan como proyectista, pero, al igual que otros grandes ingenieros, muy pronto decidió dedicarse por completo al control de sus obras creando su propia empresa, Intemac (Instituto



Pabellón de deportes del Real Madrid. Raimundo Laporta.

Técnico de Construcciones y Materiales), que a día de hoy cuenta con delegaciones en distintas provincias españolas en las que trabajan más de 250 personas, en su mayoría titulados universitarios procedentes de especialidades muy distintas. En esta empresa es donde se ha dedicado durante todos estos años a sistematizar la cultura del control de calidad en el proceso constructivo, no solo en grandes infraestructuras, sino también en edificios y rascacielos como las torres Picasso o Puerta de Europa, ambas construcciones en Madrid.

»En los veinticinco últimos años han aparecido productos y sistemas que ni soñábamos en la época en que acabé la carrera.«

Paralelamente al desarrollo profesional como ingeniero, emprendió una profunda renovación con el ejercicio de su labor docente en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid, y aunque oficialmente se jubiló en el año 2002, todavía hoy continúa con cierta actividad, ya que mantiene su vinculación como catedrático emérito, asegurando que "voy siempre que me necesitan". Así, atiende en el día a día a los doctorandos en el desarrollo de sus tesis, también se dedica a la formación de los trabajadores de su propia empresa, a la que acude cada quince días, y encuentra tiempo hasta para escribir libros, dedicados algunos de ellos a la historia de la ingeniería y sus protagonistas, a la investigación científica o bien a dar a conocer, mediante su edición en facsímil, algunos de los textos más interesantes de la ingeniería. "He publicado dieciocho libros en español, dos en inglés y uno en italiano, necesito mantenerme al día, al menos en el campo de estructuras de hormigón. A eso le dedico tres horas diarias", nos cuenta José Calavera, una mente privilegiada y plenamente activa a sus 87 años.

Ha formado a varias generaciones de profesionales, no solo a través de la universidad sino también impartiendo cursos y conferencias en las que ha destacado por su importante labor como divulgador técnico. De hecho, tiene escritos casi doscientos artículos sobre cálculo de estructuras, hormigón armado y pretensado, seguridad estructural, prefabricación, control de calidad y patología de estructuras, y entre ellos el discurso con el que agradeció el Premio Nacional de Ingeniería Civil 2014, que versó sobre el desarrollo del control de calidad en la ingeniería civil y sobre la enseñanza universitaria.



Mercado Nacional de ganados de Torrelavega (Cantabria).



Acto de entrega del Premio Nacional de Ingeniería Civil.

José Calavera es miembro de la "Commission on Prefabrication", del TG2.2 "Design by Testing de la Comision 2 Safety and Performance Concepts, y del TG 5.2 Reinforcing Steel and Systems de la Fédération Internationale du Béton (FIB), que es una asociación sin ánimo de lucro formada por 45 grupos nacionales cuya misión es desarrollar a nivel internacional el estudio de asuntos científicos y prácticos capaces de avanzar en el desempeño técnico, económico, estético y ambiental de la construcción de hormigón.

Su obra culmen

José Calavera valora muy especialmente, de entre todas sus obras, la cubierta del Mercado Nacional de Ganados de Torrelavega, construida entre 1969 y 1973, que puede considerarse la obra culmen de su carrera. Premiada en su día por la Convención Europea de la Construcción Metálica Sercometal, su ligereza y valor estético, la simplicidad de los materiales utilizados, entre ellos esferas y tubos, la ejecución de los nudos y el montaje, fueron las características más valoradas de esta construcción.

En esa época, el Ministerio de Agricultura tenía en marcha el proyecto de grandes mercados nacionales con el objetivo de concentrar la compraventa de reses en estos espacios. Se construyeron hasta ocho feriales, entre ellos el de Torrelavega, en Cantabria, en un recinto al aire libre que era muy deficiente por superficie y carecía de los servicios fundamentales y precisos de estos mercados.

El ayuntamiento de la localidad financiaba el proyecto con las ayudas otorgadas por distintos organismos oficiales, por lo que fueron el arquitecto municipal, Federico Carrillo, y el arquitecto técnico municipal, Gerardo Cavadas, los responsables de la obra. El programa de ejecución exigía una capacidad de amarre de 7.000 reses, entre vacas, novillos y terneros, por lo que decidieron crear un gran espacio que necesitaba enormes cubiertas de luz.

Se convocó un concurso en el que invitaron a participar, además de a Intemac, a otras cuatro empresas. José Calavera y Enrique González Valle se encargaron de desarrollar esta solución, con la ventaja de que partían de la experiencia adquirida al construir el pabellón de Deportes del Real Madrid que fue, durante un tiempo, primero en su estilo y que Calavera había proyectado junto con Pablo Bueno Sainz, también Premio Nacional de Ingeniería Civil en 2013.

El ferial tiene tres cubiertas, todas ellas con una estructura reticulada especial. Entre las posibles soluciones estructurales para la nave principal, que tiene 250x60 metros, se eligió una bóveda de directriz circular, cuya ventaja sobre la funicular era que todos los tubos tienen la misma longitud. El proyecto exigía mucho volumen de aire, con gran capacidad de amarre, para evitar en lo posible los olores derivados de la convivencia de tantas reses.

De hecho, gracias a sus especiales características en cuanto a dimensiones e infraestructura, las instalaciones

PROYECTOS DESTACADOS

Proyecto y dirección de obra del teleférico de Fuente Dé en Picos de Europa, Cantabria.

Proyecto y dirección de obra de fábrica para industria carbonera en Alcalá de Henares, Madrid.

Proyecto y dirección de obra de fábrica para Tetracero, en Sevilla.

Proyecto y dirección de obra de fábrica de Tetracero, en Torrejón de Ardoz, Madrid.

Proyecto y dirección de obra de la cubierta espacial del Mercado Nacional de Ganado de Torrelavega, Cantabria.

Proyecto y dirección de obra de fábrica de papel en Migíbar, Jaén.

Proyecto y dirección del monumento al Indiano y a la Marina de Castilla, Cantabria.

Proyecto de la fábrica de papel en Sanlleni, Girona.



Acto de nombramiento *Doctor Honoris Causa* por la Universidad de Cantabria.

RECONOCIMIENTOS

1975	Premio de la Convención Europea de la Construcción Metálica Sercometal.
1990	Medalla Eduardo Torroja
1999	Medalla de la Federation International du Béton (F.I.B.)
2000	Premio "Grandes Figuras de la Ingeniería" de la Asociación Italiana de la Prefabricación (CTE)
2012	Título de hijo adoptivo de Ribadeo, villa con la que tiene fuertes lazos familiares, sociales y profesionales
2014	Premio Nacional de Ingeniería Civil que otorga el Ministerio de Fomento.
2016	Investido como Doctor Honoris Causa por la Universidad de Cantabria.

PUBLICACIONES

Son numerosas sus publicaciones, entre las que destacan las relativas las cálculo de estructuras, al hormigón armado y pretensado, a la seguridad estructural, prefabricación y patología de estructuras que se han convertido en referentes para la práctica profesional.

acogen no solo las ferias semanales y especiales de ganado, sino otros muchos tipos de actividades, como grandes conciertos de música, la feria de muebles, el concurso exposición internacional canino, o concursos monográficos. Parte del edificio está ocupado por el parque de bomberos municipal, y el aparcamiento exterior acoge semanalmente el mercadillo tradicional al que cada jueves acuden miles de personas de toda la comarca del Besaya.

Presente y futuro

José Calavera cree que la ingeniería que ejercía en sus inicios no ha cambiado mucho con respecto a la que se realiza actualmente, aunque sí ha habido grandes avances en el terreno de la investigación que han permitido que "en los veinticinco últimos años hayan aparecido productos y sistemas que ni soñábamos en la época cuando yo acabé la carrera". También ha evolucionado el modo de trabajar al que se ha incorporado el concepto de equipo en la práctica profesional.

Ve el futuro de los ingenieros que empiezan "con ciertas complicaciones" fundamentalmente por el actual sistema de formación, pese a ello, es optimista respecto alfuturo del sector teniendo en cuenta la demanda de nuevas construcciones que hay actualmente.

José Calavera es el ingeniero incansable. Dieciséis años después de su jubilación, continúa al pie del cañón, siempre cerca de la docencia y de la divulgación sobre la ingeniería. Su aportación a la sociedad no se puede medir. Generaciones de ingenieros le deben lo que son y el amor por la profesión.



El jurado del Premio Nacional valoró en los casi cincuenta años de carrera de Sanchidrián la potenciación de los factores sociales, económicos y tecnológicos del sector en España, permitiendo que este pueda ser observado a escala internacional como un referente indiscutible.

Carlos Sanchidrián Fernández

Con visión de futuro

Pepa Martín Mora



Terminal de Repsol en el puerto de Tarragona.

La proyección internacional que ha tenido la actividad profesional de **Carlos Sanchidrián Fernández**, especialmente en el campo de la ingeniería marítimo-portuaria, fue decisiva para la concesión del Premio Nacional de Ingeniería Civil que el Ministerio de Fomento le otorgó en 2015, reconociendo así casi medio siglo de profesión.

Sanchidrián Fernández, quien en su día manifestó una gran sorpresa al saber que había sido premiado, cree que la diversificación de actuaciones, en su larga trayectoria profesional de dedicación a la obra pública, contribuyó, sin duda alguna, a que alcanzara tan alto galardón. Su perfil se ajusta a la perfección con el carácter del premio, que trata de recompensar una meritoria labor desarrollada en los distintos ámbitos que constituyen los trabajos de este sector.

Valoradas por el jurado sus importantes contribuciones en materia marítimo-portuaria, tanto en el diseño de proyectos y ejecución de obras, como en el desarrollo normativo, este reconocimiento sirvió para poner en valor una dilatada carrera profesional con la que, según decía el acta del Jurado, "ha coadyuvado a potenciar los factores sociales, económicos y tecnológicos del sector en España, permitiendo que este pueda ser observado a escala internacional como un referente indiscutible".

Trayectoria

El galardonado, que ha cumplido 74 años, nació en Madrid en 1944, se tituló en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos por la Politécnica (además de ser licenciado en Derecho) en 1966 con la especialidad de Planificación de Infraestructuras Portuarias. Su carácter emprendedor le llevó, tras haber ocupado durante dos décadas, distintos puestos en una compañía encargada del desarrollo de obra pública, a fundar su propia empresa Proes Consultores, de la que actualmente es consejero asesor.

Desde la presidencia de su empresa, catalogada como "independiente, multidisciplinar e internacional", y, como él mismo dice, "gracias a la persistencia en el oficio", durante los últimos 40 años se ha dedicado de lleno a la consultoría marítimo-portuaria, de la que ase-



Proyecto constructivo de un puerto deportivo en Cabo Huertas, Alicante

gura "es la faceta más importante de mi carrera", un hecho que le ha enriquecido para ofrecer una polivalencia y diversificación mayor de lo que es habitual en este sector, y que le ha permitido realizar proyectos, asistencias técnicas, formación y asesoría (principalmente sobre transporte y energía) y también mantener una intensa dedicación a la investigación.

»Considera que nuestro país tiene una posición muy avanzada a nivel mundial, aunque cree que hay que potenciar mucho más nuestra salida al exterior, para lo que es necesaria la actuación conjunta de todos los sectores implicados.«

Entiende que la consultoría va más allá del estudio, el desarrollo del proyecto y su construcción, pues también abarca la explotación, "donde el concepto de ingeniería se hace más extenso", según asegura, "además de ser un sector con gran futuro". En este sentido, pone como ejemplo de ello las terminales energéticas, en las que hay mucha actividad y en las que el consultor debe sacar el máximo beneficio de estas infraestructuras.

Con una plantilla compuesta por más de 120 profesionales, un 70 por ciento titulados universitarios, entre ellos muchos profesores de universidad, la sede central de Proes está en Madrid, aunque cuenta con delegaciones en Bogotá (Colombia) y en La Paz (Bolivia). Su trayectoria profesional le ha llevado a intervenir en prácticamente el cien por cien de los terminales energéticos portuarios de gas natural licuado (GNL) de España y en el 80 por ciento de petróleo, trabajando para empresas como Repsol, Cepsa o Gas Natural.

Entre sus obras en España, cabe destacar las refinerías de Tarragona, la ampliación del puerto de Bilbao, los as-



Terminal de contenedores en el puerto de Buenaventura, Colombia.

tilleros de Cádiz o las terminales de gas natural licuado (GNL), y en el exterior, las de Libia, Damietta, en Egipto, y Dumniai, en Indonesia, así como la terminal de petróleo y gas de Canaport (Canadá).

Ha colaborado de forma casi permanente con Puertos del Estado participando en el desarrollo normativo marítimo-portuario español a través del Programa ROM (Recomendaciones de Obras Marítimas), al margen de otros organismos internacionales, como el PIANC (Permanent International Association of Navigation Congresses), un foro que reúne a profesionales de todo el mundo para proporcionar asesoramiento experto sobre infraestructuras rentables, fiables y sostenibles que faciliten el crecimiento del transporte marítimo y que participa en el diseño, desarrollo y mantenimiento de puertos, vías fluviales y áreas costeras.

La universidad también ha sido otro de sus ámbitos de trabajo, donde además de dar clases ha invertido mucho esfuerzo en investigación y desarrollo, participando en proyectos de I+D+i de marcado carácter innovador, apostando también por aspectos sociales como la seguridad y la gestión de riesgos, sin olvidar los aspectos económicos, como la mejora de la gestión operativa portuaria o la fiabilidad del diseño de las obras de abrigo.

Su faceta como difusor del conocimiento no es menos importante, y prueba de ello son la multitud de reuniones, jornadas y congresos en los que ha participado, así como las ponencias, conferencias, cursos y máster que ha impartido en la universidad y en distintos organismos, tanto nacionales, caso del CEDEX, como internacionales, habiendo formado parte de distintos grupos de trabajo, entre los que destaca el Wg&S sobre dimensionamiento de canales de navegación.

Visión de futuro

Sanchidrián ve con optimismo el futuro de la ingeniería, especialmente el marítimo portuario, por ser un sector en constante evolución que "cuando crees que se ha llegado al límite –asegura– surge un factor nuevo". En este sentido, explica que los principales clientes de los puertos son los barcos, que evolucionan muy rápido, ya que van duplicando sus dimensiones en cortos periodos de tiempo. Ocurre entonces que hay que buscarles nuevos acomodos, los puertos tienen que dar



Terminal de GNL en el puerto de Canaport, Canadá.



Terminal de GNL en el puerto de Arzew, Argelia



Terminal de contenedores en el puerto de Algeciras, Cádiz.

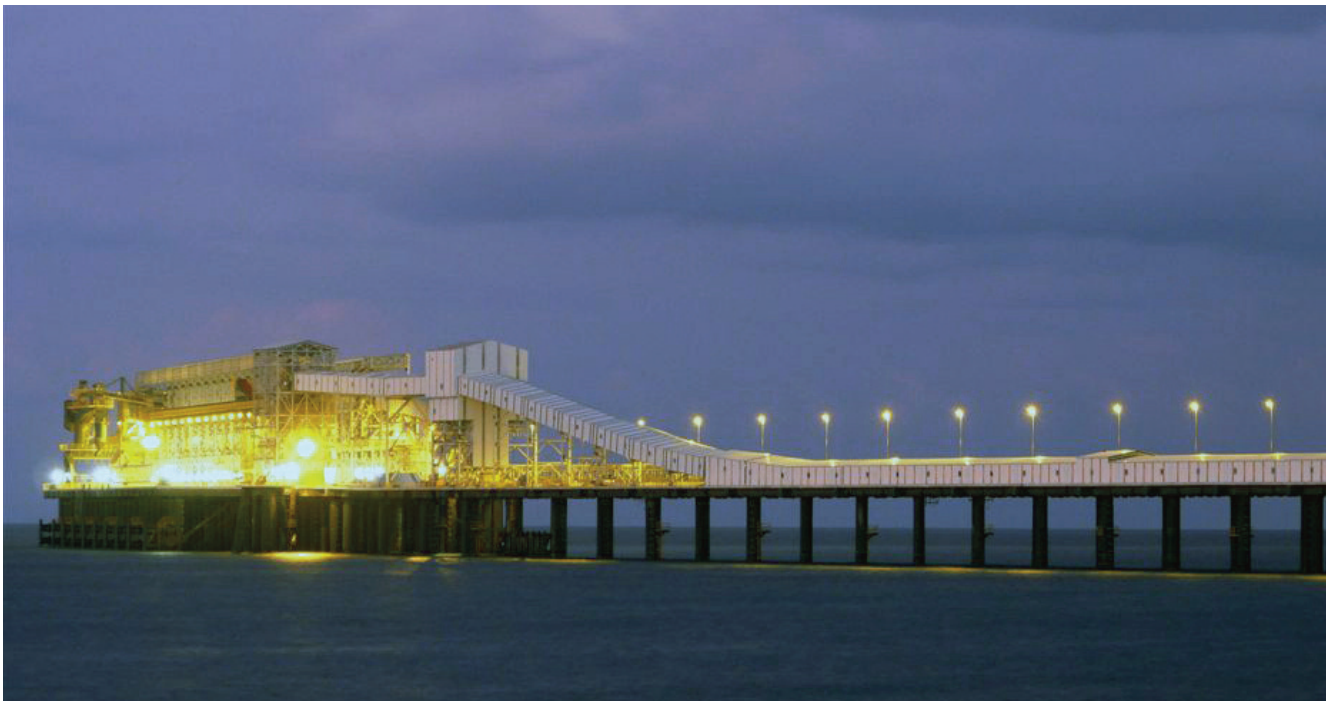
servicio a estos barcos cada vez más grandes, por lo que los retos van siendo cada vez más difíciles y es tarea del ingeniero ofrecer soluciones.

En cualquier caso, entiende que aunque no se construyeran nuevos puertos la actividad marítima es muy intensa en todo el mundo y las oportunidades para los ingenieros están no solo en proyectar las infraestructuras, sino también en su gestión y explotación.

Cree, por otro lado, que nuestro país tiene una posición muy avanzada a nivel mundial, aunque considera que hay que potenciar mucho más nuestra salida al exterior "a todos los niveles", y para ello cree necesaria la actuación conjunta de todos los sectores implicados.

Proyectos

Ha participado en multitud de proyectos, especialmente en el sector portuario por lo que son muy numerosas sus intervenciones en la ampliación de distintas infraestructuras marítimas repartidas por



Terminal de fertilizantes en el puerto de Arzew, Argelia.

nuestra costa. Ejemplo de ello son los puertos de Tarragona, Huelva, Barcelona o Bilbao.

En Tarragona participó, en 2009, en el proyecto constructivo y en la asistencia técnica para ampliar el calado del muelle de Aragón. Con el objetivo de que pudieran operar buques más grandes, optó por una solución novedosa que consistió en ejecutar columnas secantes de *superjet-grouting* de tres metros de diámetro en la base del cajón, para a continuación dragar el terreno hasta la cota –14 m en el atraque y –15 m en la dársena, y aumentar la profundidad de la lámina de agua.

Otro de sus grandes proyectos fue la ampliación sur del muelle Ingeniero Juan Gonzalo (2007-2008) del puerto de Huelva, ante las expectativas de crecimiento en el tráfico portuario. La ampliación, que se dirigió hacia el sur, consistió en dotarlo de una mayor longitud de línea de atraque hasta alcanzar los 600 metros y una nueva explanada para la operación y el almacenamiento de mercancías.

En el puerto de Barcelona, la ampliación del muelle Sur, de 2007, lleva su firma. La necesidad de incrementar el área de reviro y maniobra de buques frente a la terminal de Enagás requirió demoler el pantalán existente de CLH y, por tanto, ofrecerle una nueva línea de atraque. Las obras afectaron también a la terminal de Contenedores de Barcelona (TCB), incrementando la superficie disponible para el almacenamiento de contenedores y la alineación del muelle Sur.

Otra de sus relevantes intervenciones ha sido el proyecto constructivo para la instalación de dos nuevas defensas dobles en el muelle de atraque Duque de Alba, al sureste en la terminal de gas natural de Bahía de Bizkaia Gas, en el puerto de Bilbao (2008-2011). En la fase de ingeniería su papel fue analizar la compatibilidad para definir la ubicación más adecuada de la flota de diseño de la terminal y el tipo de defensas a instalar, supervisando posteriormente los trabajos de montaje de dichas defensas y monitorizar las actividades de perforación y fijación de los pernos de anclaje, la instalación de las gomas y escudos y, finalmente, la colocación y tensión de cadenas.

En el extranjero destaca su participación en la terminal de regasificación de GNL en el puerto Lázaro Cárdenas, en México (2003-2005), en una primera fase elaborando los estudios básicos para el desarrollo posterior de documentos relacionados con la seguridad, ingeniería y navegación de la terminal de regasificación, procediendo en la siguiente fase a la elaboración de la ingeniería básica del frente de atraque para buques metaneros comprendidos entre 70.000 m^3 y 200.000 m^3 de capacidad, así como la revisión de las instalaciones de captación y vertido de agua de mar.

En el área del golfo Pérsico, en Irán, en las instalaciones de carga de la terminal de GNL y en los graneleros de azufre de Tombak, elaboró el proyecto básico de las instalaciones marinas para la construcción de una planta de licuefacción de gas natural (2006-2007).

En la terminal de Canaport, ubicada en la costa atlántica al oeste de la bahía de Fundy y cercana a la ciudad de Saint John en Canadá, Sanchidrián intervino en la asistencia técnica para su construcción (2003-2009). Se trata de una terminal multipropósito capaz de operar con buques de capacidad entre 65.000 m^3 a 270.000 m^3 para gas natural licuado y buques de 70.000 t a 165.000 t para crudo. La terminal consta de un puente de 300 metros que da acceso a una plataforma de descarga de productos cuya fosa de atraque se sitúa a la cota –26 m. La terminal marítima se completa con seis duques de alba de amarre y cuatro de atraque, dos de ellos anexos a la plataforma.

El proyecto en la terminal del puerto de Aqaba, en Jordania, en el mar Rojo, (2010-2011) también son obra de Carlos Sanchidrián el diseño de la planta de almacenamiento en tierra y la terminal marítima necesaria para la exportación de fosfato. Los trabajos en tierra abarcaron el diseño de la nave principal de almacenamiento para más de 180.000 t, el edificio de transferencia de carga, la cimentación de las cintas transportadoras, así como edificios de servicios generales, pavimento, instalaciones, etc. La parte marítima está constituida por un frente de atraque pilotado de 190 metros, compuesto por dos estructuras paralelas a la línea de costa, que soportaban dos cargaderos de 2.500 t/h de capacidad cada uno, dos duques de alba de amarre, un puente de acceso y dos puentes de conexión entre estructuras.

Al margen de todos estos proyectos en el sector portuario, Carlos Sanchidrián también ha participado en la construcción de autopistas, aeropuertos, estudios de navegación, seguridad y riesgos, estudios de planificación territorial, instalaciones y edificaciones industriales, edificios turístico-residenciales, áreas comerciales, tanto en España como en el exterior, en países como Argelia, Argentina, Chile, Ecuador, Indonesia, Ucrania, Libia, Egipto o Venezuela.

AGRADECIMIENTOS



A Carlos Sanchidrián Fernández la concesión del Premio Nacional de Ingeniería Civil 2015 le pilló "totalmente por sorpresa", según reconoció en aquel momento. Agradeció que le concedieran el galardón y confesó "haber pensado mucho en aquellas personas que a lo largo de estos años han confiado sus proyectos en mí, y han contribuido a que haya podido trabajar en el sector marítimo-portuario". Con los compañeros que ha tenido a su lado, asegura que además de aprender también ha establecido una relación humana, "pero las circunstancias van cambiando y, de forma paralela, los compañeros que tienes a tu lado, por lo que son centenares las personas a las que estoy agradecido", concluye.

La persistencia en el oficio, como él mismo dice, durante más de medio siglo ejerciendo como ingeniero, le ha otorgado a Carlos Sanchidrián una proyección nacional e internacional en el sector marítimo-portuario muy merecida.



“Me siento más ingeniero que nunca”. Así se expresó Javier Rui-Wamba tras conocer que el jurado del Premio Nacional de Ingeniería Civil 2016 había acordado, por unanimidad, concederle este galardón por su trayectoria de más de medio siglo “en la que se han combinado de forma sobresaliente muy diversas facetas”, según consta en el acta de concesión del premio, que asegura recibió “con mucha alegría”, entre otras cosas “por la gran cantidad de amigos y compañeros que se acercaron a felicitarme”.

Javier Rui-Wamba

“Una vida no es suficiente para ser el ingeniero que quiero ser”

Pepa Martín Mora



Antena para el espacio profundo DS3 en Malargüe, Argentina.

Honestidad y modestia se alían para advertir que el Premio Nacional a **Javier Rui-Wamba** ha sido un reconocimiento al trabajo de todo un equipo formado por 160 personas, su "familia profesional", asegura, que son las que conforman la plantilla de Esteyco, la sociedad de ingeniería civil que con tan solo 27 años fundó en 1970, y en la que, a punto de cumplir los 76, continúa al frente como presidente de la misma.

Aunque asegura sentirse en plena forma "tanto intelectual como físicamente", nos explica que desde hace ocho años ya no está en el trabajo del día a día.

Coherencia

La "coherencia" que define la trayectoria de Rui-Wamba y que ha sabido mantener en un entorno "muy complejo", asegura, es la cualidad que él cree le ha hecho merecedor de este premio.

Ser ingeniero no fue una decisión vocacional para él, pues asegura que "no sabía lo que era ser ingeniero", pero se le daban muy bien las matemáticas, "que eran muy útiles para el reto que tenía ante mí, que era el de una carrera muy complicada", y esa fue la razón por la que decidió iniciar estos estudios.

Nacido en Gernika en 1942, se trasladó a Madrid para cursar los estudios de ingeniería, "con la ventaja añadida de vivir una experiencia extraordinaria con la independencia que da estar sin la familia, pero a la vez teniéndola cerca, apenas a 400 kilómetros". Con solo 23 años terminó la carrera y, pese a la dificultad que entrañaba, consiguió superar los siete cursos en siete años, consiguiendo un brillante expediente académico, en el que destacaba especialmente en la asignatura de Estructuras.

Inició su trayectoria profesional en Cubiertas y MOZOV (Plan Sur de Valencia, 1966-1968), donde trabajó en proyectos muy variados de puentes y estruc-



Puente Arco del Tablate, en la A-44.

turas de hormigón pretensado, y en París, en la destacada ingeniería que se había creado en torno a Freyssinet y donde se especializó en diseño de puentes y estructuras singulares.

Si carecía de vocación profesional cuando decidió ser ingeniero, mucho más adolecía de la empresarial, "pero necesitaba una organización y un equipo multidisciplinar, lo que me animó a fundar mi propia empresa, Esteyco, que significa "este", que soy yo, "y compañía"; buena prueba, esta afirmación, del sentido del humor que le caracteriza. A través de ella ha ejecutado más de un millar de proyectos y direcciones de obras, desde estructuras a obras civiles, pasando por la arquitectura y el urbanismo, y aunque sigue pensando que ser autónomo no da seguridad "sí da iniciativa", afirma.

A esto hay que añadir que, en 1991, y con el fin de contribuir al progreso de la ingeniería promoviendo la reflexión sobre el pasado y presente de la profesión, así como para difundir el quehacer del ingeniero en la sociedad y las relaciones de la ingeniería con la cultura, constituye una fundación en su empresa, que se nutre de recursos propios y tiene carácter cultural. A través de ella edita un libro de referencia al año, inaugurando la serie con un primer texto editado en euskera, en homenaje a su madre.

La enseñanza es otra de sus facetas a destacar, y la que le llevó a comprender el atractivo de esta profesión, tanto que "me di cuenta de que enseñar es la mejor forma de aprender". Fue profesor de Estructuras y Puentes metálicos en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, donde ejerció desde 1975 a 1992, y profesor honorífico de la Politécnica de Cataluña entre 1992 y 1994. Modestamente cree que fue un excelente profesor "y prueba de ello es que me encuentro con alumnos que recuerdan mis clases de estructuras y puentes metálicos, que entonces era lo que los estudiantes llaman una 'maría', y que conseguí convertirla en una asignatura seria dedicándole mucho tiempo de preparación".

»Se han construido infraestructuras que nos han llevado a la eficiencia y que nos han permitido adquirir una experiencia que no tiene parangón en el mundo; la ingeniería española tiene un nivel muy alto.«

Su actividad divulgativa también ha sido de gran importancia, y ha impartido numerosos cursos, además de publicar libros, monografías y artículos, documentos todos ellos de gran valor para el campo de la ingeniería, que han servido para difundir en nuestro país algunas de las tecnologías más novedosas y avanzadas que se utilizaban en el extranjero, y que ha plasmado redactando manuales y guías a tener en cuenta en la elaboración de proyectos de ingeniería. A ello hay que sumar su intervención en numerosos congresos y seminarios sobre cuestiones relacionadas tanto con la ingeniería, como la arquitectura y el medio ambiente.

De hecho, en estos momentos acaba de finalizar un libro "muy revolucionario, que espero sea mi legado", dice, en el que ha estado trabajando durante los últimos doce años y que ha titulado *Teoría unificada de estructuras y cimientos*. Una mirada transversal. Es el fruto de más de 8.000 horas de trabajo, un volumen de 1.200 páginas cuya difusión será un nuevo reto.

Paralelamente a esta actividad tan intensa, ha tenido tiempo para formar parte de numerosas sociedades y comités técnicos, entre ellos la Sociedad Española de Ingenieros Consultores, entre los años 1992 y 1994; miembro numerario de la Real Academia de Ingeniería desde 1997, y académico de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando desde 2002. Ha sido miembro



Nuevos túneles viarios en la Plaza de las Glorias Catalanas, Barcelona.

del Comité Europeo del Hormigón, así como de la Convención Europea de la Construcción Metálica, además de presidente de la Asociación Española de Consultores e Ingeniería y patrono de la Fundación Juanelo Turriano entre los años 2003 y 2013.

Proyectos

Muchos de los trabajos donde ha quedado plasmado el saber hacer de Rui-Wamba durante su larga trayectoria profesional son obras muy conocidas por todos, como las que se ejecutaron para el Mundial de Fútbol del 82, la Exposición Universal de Sevilla del 92, las Olimpiadas de Barcelona de ese mismo año, el Fórum 2004 que se celebró también en la ciudad condal, la ampliación del Museo Reina Sofía o la construcción del Museo Thyssen, ambos de Madrid.

Numerosas son también sus intervenciones relevantes en carreteras, autovías y autopistas, en tramos como el de Atalaya-Motilla de la autovía de Valencia, el puente en arco del Tablate (autovía A-44, Tramo Béznar-Vélez de Benaudalla) con sus 140 metros de longitud en zona de alto riesgo sísmico considerado "ejemplar", y en los proyectos de muchos de los tramos ferroviarios de alta velocidad, que cuentan con túneles, puentes y pasarelas proyectados junto con su equipo.

»Enseñar es la mejor forma de aprender.«

"A todos los hijos que uno tiene se les quiere por igual", contesta cuando se le pregunta por su obra más emblemática. Sin embargo, él tiene muy presente un proyecto: el scalextric de Vigo, una infraestructura que comunicaba la autovía del Atlántico directamente con la ciudad, que nunca llegó a entrar en servicio. Fue un trabajo que se hizo en un tiempo muy breve y con un cuidado exquisito para no perturbar el día a día de los vecinos y evitarles polvo y molestias, utilizando hilo de diamante para evitar vibraciones. Finalmente se decidió otra solución para este espacio, pero para Rui-Wamba, este puente, siempre tendrá un lugar especial en su memoria.



Rehabilitación del Mercat de Sant Antoni. Barcelona.



Viaducto sobre el Río Guarga, Autovía A-23 en el tramo Caldearenas - Lanavé.



Cobertura de los accesos ferroviarios y urbanización a la Estación de Sants de Barcelona.

Al margen de esta anécdota, asegura que todo lo que hicieron para los Juegos Olímpicos de Barcelona tiene para él un valor muy especial, porque es el fruto de la colaboración de la ingeniería y la arquitectura, "un trabajo que ha aportado mucho en obras extraordinarias, como el puente de la Meridiana, el nudo de la Trinidad o la escultura de Roy Lichtenstein, un verdadero homenaje al número Pi –asegura– con sus tres metros de pedestal y sus 14 de altura en la escultura".

Premios

Además del Premio Nacional de Ingeniería Civil, el prestigio profesional conseguido con sus obras, tanto dentro como fuera de nuestro país, le ha hecho merecedor de otros galardones y distinciones, entre ellos la Medalla al Mérito Profesional de la ATEP por su contribución al desarrollo del hormigón pretensado en España, y la Medalla de Honor del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales, y Puertos.

También ha sido condecorado con la Medalla Ildefonso Cerdá 2015, máxima distinción del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y Premio Construmat 93 al mejor proceso constructivo por el viaducto de la Trinidad, en Barcelona.

»Ha trabajado en los últimos doce años en su libro "Teoría unificada de estructuras y cimientos. Una mirada Transversal".«

El último reconocimiento hasta el momento ha sido el de finalista del Premio Acueducto de Segovia, otorgado por el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y la Fundación Caminos, por el proyecto del viaducto sobre el río Guarga, en el tramo Caldearenas-Lanave, en Huesca, de la autovía Mudéjar.



Nueva Red Ferroviaria, "Y Vasca" Tramo Tolosa - Hernialde.

Futuro

Javier Rui-Wamba sigue plenamente activo: "para mí una vida no es suficiente para ser el ingeniero que quiero ser", asegura, y prueba de ello es que sigue aprovechando al máximo su tiempo, estudiando y con la actitud de querer hacer las cosas bien.

En cuanto al desarrollo futuro de la ingeniería civil, entiende que se ha evolucionado en un sentido que abre grandes expectativas de trabajo, y dice que "el futuro está en el mar, un medio en el que se pueden construir infraestructuras flotantes de gas natural licuado, plantas desaladoras o centrales nucleares, todas ellas transportables, gracias a un material como el hormigón prefabricado".

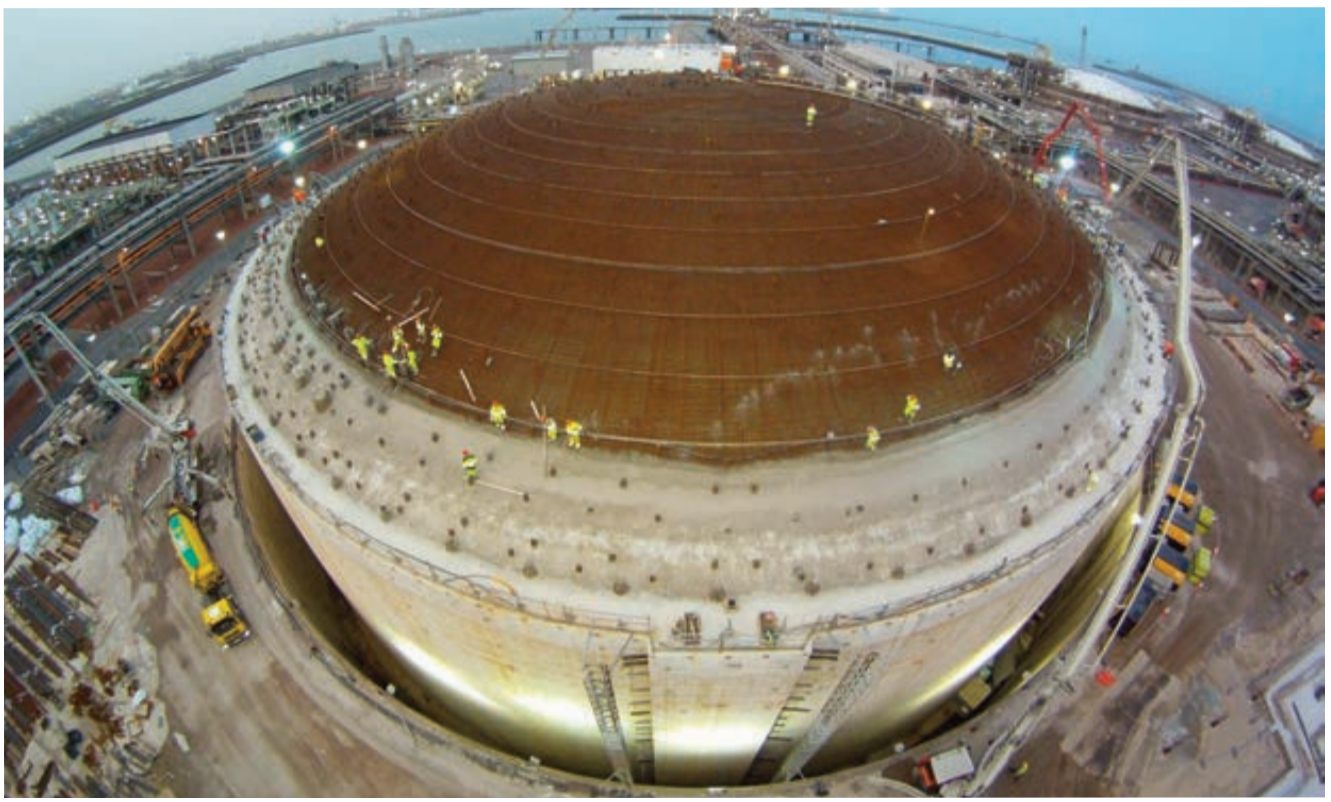
Además del agua, considera que la energía es otro sector fundamental para la ingeniería civil, concretamente la eólica. Su empresa está construyendo actualmente la torre de Canarias, "toda una revolución", asegura, fabricada íntegramente en hormigón y de 5MW de potencia, que tiene la ventaja de que puede transportarse flotando e instalarse sin necesidad de grandes buques grúa, que hasta ahora resultaban imprescindibles para realizar este tipo de montajes.

Javier Rui-Wamba

Foto: ESTEYCO



El proyecto ELICAN, para la implementación de la tecnología ELISA de la empresa de ingeniería ESTEYCO, cuenta con fondos recibidos desde la Comisión Europea, en su convocatoria H2020-LCE3-2014/2015 (Acuerdo de Subvención Nº 691919) y consiste en la construcción e instalación de un prototipo de torre eólica offshore, a escala real y operativo, en el área de Plocan. El proyecto lo ejecuta un consorcio liderado por ESTEYCO, en el que participan también SIEMENS-GAMESA, ALE HEAVYLIFT, DEWI GmbH, y el propio PLOCAN. Gracias a la citada tecnología ELISA, que permite que la torre sea íntegramente montada en puerto, incluyendo el aerogenerador, éste será el primero del mundo instalado en el mar sin requerir grandes buques o grúas.



Tanque de Gas Natural Licuado de 180.000 m3, semienterrado en un recinto de pantallas circular de diámetro interior 104 m.

Valora mucho la ingeniería que se ha hecho y que se hace actualmente en nuestro país y aclara que, desde sus inicios profesionales, esta ha crecido mucho gracias a que "se han construido infraestructuras muy importantes que nos han llevado a la eficiencia, y que nos han permitido adquirir una experiencia que no tiene parangón en el mundo, la ingeniería española tiene un nivel muy alto". Es por ello que entiende que el ingeniero que se forme en España no puede ser sedentario, y aconseja a los jóvenes que interioricen que su escenario de trabajo debe ser el mundo.

A nivel social, lamenta la ausencia de un interés por la cultura de la ingeniería, afirmación que ilustra contándonos que "cuando abrimos el grifo, deberíamos tener la curiosidad de saber cuál es el proceso por el cual esa agua llega desde un embalse a nuestra casa".

Aunque Rui Wamba ha pasado gran parte de su vida en Madrid, vive desde hace unos años en Barcelona, donde también tiene sede su empresa, y aunque quedan muy atrás sus años de niñez y juventud en el País Vasco, afirma sentirse, a día de hoy, totalmente de allí.

OBRAS DESTACADAS

2015-2018	Proyecto "ELICAN". Construcción e instalación de un prototipo de torre eólica offshore (telescópica) en el área de "Plocan", Arinaga, Gran Canaria. Primera torre en el mundo instalada en el mar sin requerir grandes buques o grúas.
	Viaducto sobre el río Guarga, de la autovía Mudéjar A-23, Tramo: Caldearenas-Lanave. Viaducto con estructura mixta semiintegral hiperestática, de 350 m de longitud dividida en cuatro vanos y 40 m de altura de pilas. (Recientemente ha quedado finalista en el premio "Acueducto de Segovia", otorgado por el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y por la Fundación Caminos).
2011-2017	Proyecto de la estructura y dirección de ejecución de las obras de la rehabilitación del mercat de Sant Antoni, Barcelona.
2006-2016	Proyecto ejecutivo y dirección de las obras de la cobertura y urbanización de los espacios anexos del acceso ferroviario a la estación de Sants. Barcelona.
2014-2018	Proyecto y dirección de obra del tanque de gas natural licuado de 180.000 m3, semienterrado en un recinto de pantallas circular de diámetro interior de 104 m. Brujas (Bélgica).
2014-2016	Project management e inspección técnica integral del parque eólico San Juan (187MW) y LAT (86 km), en Atacama (norte de Chile). A día de hoy es el parque eólico más grande de Chile en operación.
2009-2012	Estudio previo y proyecto constructivo por fases de los accesos (viarios y ferroviarios) a la nueva terminal de contenedores del puerto de Barcelona.
2010-2011	Proyecto constructivo, dirección de obra y project management de la antena para el espacio profundo DSA-3 en Malargue, Mendoza (Argentina)
2006-2007	Proyecto constructivo y asistencia técnica a la dirección de obra de las torres de ascensores y pasarelas de Ametzola, en Bilbao.
2002-2003	Proyecto constructivo y asistencia técnica a la dirección de obra de la estructura de la pérgola fotovoltaica en el Fórum 2002, Barcelona.
2002-2002	Proyecto constructivo y dirección de obra de la estructura de la ampliación del Museo Centro Nacional de Arte Reina Sofía, Madrid.
1997-1998	Proyecto constructivo y asistencia técnica de la rampa de acceso a la base de submarinos de Saint Nazaire, en Francia.
1994-1996	Proyecto de trazado y constructivo del tramo Atalaya del Cañavete-Motilla del Palancar de la autovía Madrid-Valencia, Cuenca.
1994-1995	Proyecto constructivo y asistencia técnica a la dirección de obra del puente arco del Tablate en el tramo Béznar-Vélez de Benaudalla, en la A-44, en Granada.
1991-1992	Nudo viario de La Trinidad, en Barcelona.
1991-1992	Puente en el tramo 10 sobre la avenida Meridiana (Trinidad), Barcelona.
1988-1989	Proyecto constructivo y asistencia técnica de los tramos del frente marítimo de Poblenou y Besòs en la ronda del Litoral, Barcelona.
1987	Proyecto constructivo de la estructura de la estación de largo recorrido Madrid-Atocha.

Tras este reconocimiento, que llega después de más de un millar de proyectos y direcciones de obra, Rui Wamba mantiene una fructífera actividad con la que, sin duda alguna, conseguirá ser el ingeniero que dice querer ser.



Julio Martínez Calzón se define como un ingeniero humanista al que su profesión le ha permitido tener una profunda visión del universo, y al que el Ministerio de Fomento ha reconocido con la concesión del Premio Nacional de Ingeniería 2017, al ser todo un referente en nuestro país.

Julio Martínez Calzón

El ingeniero humanista

Pepa Martín Mora

Julio Martínez Calzón



Edificio Mare Nostrum para Gas Natural en Barcelona (2005) Arquitectos Enric Miralles y Benedetta Tagliabue.

El ingeniero de caminos, canales y puertos **Julio Martínez Calzón** (Valencia, 1938) recibió el más alto galardón a su carrera en la convocatoria de 2017 del Premio Nacional de Ingeniería Civil. Fomento puso así en valor su dilatada y brillante trayectoria profesional en la que ha destacado, además de como investigador y escritor –él mismo se define como ingeniero humanista–, por haber introducido en España el sistema de construcción de estructuras mixtas.

Su contribución al desarrollo de la ingeniería civil se ha focalizado en el campo de las estructuras, tanto desde el punto de vista profesional como académico, además de su papel como introductor y máximo exponente en el desarrollo de las estructuras mixtas de hormigón-acero en nuestro país, un sistema muy original en su momento que tan solo se había utilizado en pocas partes del mundo y del que se le considera creador y pionero.

Sus aportaciones en el campo de la edificación son muy notables; de hecho, con la concesión del premio se le calificó como un "referente" en la resolución de estructuras de gran complejidad, y sus trabajos "son un exponente de una vocación innovadora, que a menudo han supuesto novedades mundiales en el uso de los materiales aplicados a la construcción de puentes", tal y como señala el acta del jurado.

Ha colaborado con los mejores arquitectos, tanto españoles como extranjeros, contribuyendo favorablemente al prestigio que tiene la imagen de la ingeniería española fuera de nuestras fronteras. Entre sus construcciones destacan muy especialmente los puentes de gran envergadura, en su mayoría con la tipología impulsada por él de estructuras mixtas de hormigón y acero.

El *leitmotiv* de su obra ha sido la creación de estructuras artísticas que no se limitasen únicamente a ser obras meramente técnicas o funcionales, sino que ha perseguido que cada obra suya constituya una novedad que asimile tanto su propia capacidad personal como la de sus colaboradores.

Calzón fue galardonado en su día por decisión unánime del jurado, un premio que, a sus 80 años, le sorprendió dado que ni siquiera tenía constancia, según confesó por entonces, de que estaba en la lista de ingenieros propuestos.

Recorrido profesional

Son muy numerosos los puentes y edificios singulares en los que ha intervenido Julio Martínez Calzón desde que, en el año 1962, se doctorase en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. La filosofía, la innovación y el arte son materias que ha compaginado con su actividad como ingeniero, de ahí que esa faceta profesional, combinada por él con el humanismo, le haya permitido desarrollar obras emblemáticas y singulares con un profundo componente artístico.

> »La ingeniería, con su doble vertiente, técnica y artística, "permite tener una profunda visión de lo que es el cosmos. Una doble oportunidad de ver el mundo".«

En sus inicios profesionales trabajaba por las mañanas en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja –especializado en estructuras de hormigón– como director de la sección de ensayos mecánicos, y por las tardes en el estudio del ingeniero Juan Batanero –que se dedicaba al análisis de las estructuras metálicas– colaborando con él en la realización de patentes.

Tras advertir que la línea de trabajo relativa a las estructuras mixtas empezaba a germinar en Europa, siendo una técnica aún desconocida en España, se plantea la posibilidad de una colaboración entre ambos desarrollos a través de los estudios de Torroja y Batanero.

Su implicación en esta técnica le lleva en 1966 a traducir y adaptar del alemán al castellano un libro sobre la materia al que incorpora sus planteamientos personales y que edita bajo el título de *Estructuras Mixtas. Teoría y práctica.* Es en ese momento cuando se inicia este tipo de construcción en nuestro país, primero a iniciativa suya y después secundado por el resto de la ingeniería española.

Posteriormente, en 1988, crea su propio estudio de ingeniería, MC2, dedicado al desarrollo de proyectos y



Puente de Tortosa sobre el rio Ebro (Tarragona) (1982).



Puente de ferrocarril en la variante norte hacia Huelva en Sevilla (1992).

patentes aplicadas a las estructuras mixtas, desde una perspectiva empresarial, y especializado en el diseño y construcción de puentes y estructuras singulares de gran complejidad técnica, como puentes de carretera y ferrocarril, pasarelas, cubiertas, espacios deportivos y torres, y a la proyección de procedimientos constructivos propios, desarrollando líneas de patentes que le permitan avanzar en sus proyectos y que a su vez sirvan a otros estudios.

Ha compaginado esta actividad con una intensa faceta docente como profesor titular de Estructuras metálicas y mixtas en la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid hasta el año 2003, lo que le ha permitido transmitir sus conocimientos y experiencias en este campo a sucesivas promociones de jóvenes ingenieros.



Puente del Arenal sobre el río Guadalquivir en Córdoba (1993).

De hecho, esta etapa dedicada a la docencia también le permitió formar su propio equipo de ingenieros, eligiendo entre sus alumnos a los más brillantes. Asegura confiar tanto en las personas jóvenes bien formadas, ya que las nuevas generaciones dominan de forma excepcional las nuevas tecnologías, como en los ingenieros experimentados.

El colofón a su trayectoria profesional llegó en 2006, con una exposición retrospectiva de su obra como ingeniero estructural y con la publicación del libro *Puentes, estructuras, actitudes*, una biografía profesional en la que recorre buena parte de sus proyectos y da vía libre a sus inquietudes como divulgador.

Obras

La primera estructura mixta que se desarrolla en España en la época moderna es el paso superior de Juan Bravo sobre el paseo de la Castellana, una obra que data de 1970, en la que Martínez Calzón introdujo todos los factores innovadores que implicaba utilizar esta técnica. La influencia de este proyecto en la ingeniería civil fue fundamental. No solo fue la primera obra de estructura mixta en la que se utilizó el hormigón blanco estructural y el acero corten, autoprotegido contra la corrosión, sino que su diseño cambió significativamente la manera de concebir los puentes en las ciudades, que pasaron de ser estructuras de carácter "mostrenco" a construirse más refinadas y creativas. Martínez Calzón menciona que esta obra, ganada por concurso, fue un triunfo personal, al igual que la torre de Collserola, proyecto de Norman Foster, en la que aplicó el procedimiento constructivo de elevación e inserción telescopada con la elevación del edificio en



Torre Telefónica Zero Zero en Barcelona (2011).
Arquitecto Enric Massip Bosch.

conjunto sobre sí mismo, como una flor, de modo que se izaba autoevolutivamente hasta su posición definitiva, en lugar de emplear grúas y sistemas de colocación de piezas.

Las obras firmadas por Martínez Calzón en las que concurren especialmente todos los aspectos de innovación y complejidad de las estructuras mixtas son, según su propia valoración, el puente de Tortosa y el edificio de Gas Natural en Barcelona, en el que puso en marcha los procesos constructivos propios para edificar con esta técnica.

Dentro de las obras destacadas de Martínez Calzón también se podrían añadir el puente sobre la ría de Bilbao, en el municipio de Ciérvana, de 1977, el primero construido en el mundo utilizando los sistemas con doble acción mixta; el primer puente con pretensado exterior en España sobre el antiguo cauce del Turia, en Valencia, de 1989; el primer puente con recubrimiento de cobre, en el Arenal, Córdoba, en 1991; o el primero



Edificio Torre Espacio en Madrid (2008.)
Arquitectos. Pei Cobb Freed & Partners.

en el que se utilizó el acero inoxidable con carácter estructural, en el polígono de Granadilla en Tenerife, en 1996.

También ha sido un innovador en el campo de las estructuras mixtas creando nuevos sistemas y tipologías, como el cajón estricto mixto, utilizado en los puentes de Vilobí d'Onyar y La Roca, sobre la A-7, en 1993, o el sistema ábaco aplicado en los puentes sobre la ría de Santa Lucía en Uruguay, en 2005, y el Estrecho de Paredes, en Cuenca, en 2008.

Por otro lado, colaboró desde 1970 con el ingeniero José Antonio Fernández Ordoñez en la construcción de distintos puentes, entre ellos el de Martorell, en Tortosa (puente del Milenario de Cataluña) y otras ciudades, desde Sevilla a Córdoba, Valencia, San Sebastián o Bilbao, así como construyendo pasos y viaductos para alta velocidad, y en obras en Canadá y Uruguay.



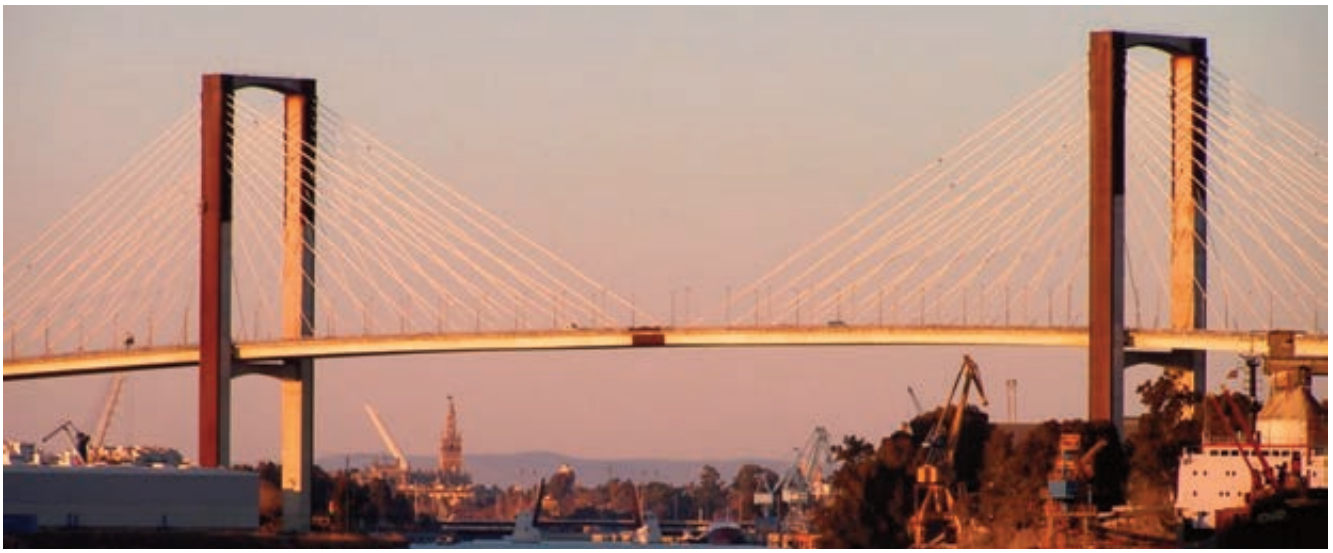
Puente de Las Américas en Montevideo (Uruguay) (2005).

También ha participado en la construcción de 24 estructuras para diferentes edificios construidos por afamados arquitectos, colaborando con Navarro Baldeweg en la construcción del Museo de Altamira y los Teatros del Canal, con I.M. Pei, en la torre Espacio; con Rubio & Álvarez-Sala en la torre PwC; con Cruz y Ortiz para la construcción de La Peineta; con Norman Foster en la torre de Collserola; con Miralles y Tagliabue en el edificio Gas Natural; con Moneo en la Diputación de Cantabria; con Arata Isozaki en el Palau Sant Jordi; y con Vázquez Consuegra en la torre de Cádiz.

Su trabajo ha sido reconocido con numerosos galardones, como la Medalla al Mérito Profesional que otorga el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y el premio Puente de Alcántara en 1992 por haber construido la torre de Collserola y cumplir 43 años de docencia en las escuelas de ingenieros de caminos de Madrid y Santander, que se suman al recientemente concedido Premio Nacional de Ingeniería Civil.

Ingeniería personal

Según Martínez Calzón, actualmente son las empresas las que asumen la autoría de los proyectos y el trabajo se realiza en equipo. Se está abandonando una ingeniería de carácter personal para dar paso a una ingeniería realizada por un equipo multidisciplinar. Esta nueva senda puede resultar positiva "en aspectos como el de la seguridad, que hace que haya una enorme cantidad de gestión y control para que nadie haga una obra en la que por un error se falle".



Puente del V Centenario sobre la dársena del río Guadalquivir en Sevilla (1991).



Puente sobre la ría de Santa Lucia en Montevideo (Uruguay) (2005).



Paso superior de Juan Bravo-Eduardo Dato sobre la Castellana en Madrid (1970).

Como ingeniero continúa colaborando con MC2, que es la empresa que él mismo creó y en la que ha desarrollado toda su actividad, y que vendió a Typsa cuando se jubiló. Casualmente, uno de sus últimos trabajos ha sido la ampliación del puente de Rande, en Vigo, obra en la que participó en el jurado para seleccionar el proyecto de construcción, y "casi cuarenta años después –dice– he tenido la oportunidad de realizar el diseño en una especie de revival extraordinario".

Califica como maravillosa la posición del ingeniero civil en el mundo. Considera que cuenta con una plataforma para su comprensión que le permite, sin ser científico, entender muy bien la ciencia y la técnica, y ello, sumado al diseño de sus obras, supone alcanzar la creatividad artística "que nos permite tener una profunda visión de lo que es el cosmos o el universo, es la doble oportunidad de ver el mundo", concluye.

La pintura como pasión

Por circunstancias personales, Martínez Calzón ha estado muy vinculado al mundo del arte, una singularidad como ingeniero que le ha permitido materializar un proyecto personal al que se ha dedicado durante los últimos cincuenta años: un libro, *La pintura del siglo XIX*, en la que recoge información de un total de 1.245 pintores de la época, muchos de ellos desconocidos para el gran público, con el que ha abierto una vía de conocimiento muy amplia en torno a la materia. Asegura que es más una obra de consulta que de divulgación, más fácil encontrar en las bibliotecas universitarias que en las generalistas, además de en Internet; se complementa con una página web pinturasxix.com que ofrece la oportunidad de contemplar, de forma sencilla y cohesionada, más de 100.000 obras de la pintura occidental del XIX.



Puente sobre el río Nalón en Muros (Asturias) (2006).

Martínez Calzón pone remedio así a una injusta apreciación que, a su entender, se ha tenido de la pintura de esta centuria, mal conocida y en cierto modo postergada, como si estuviera atrapada entre la brillantez de los siglos anteriores y la irrupción de las vanguardias que marcan el inicio de la modernidad, y que el lector pueda llegar a comprender, sin entrar en aspectos más especializados, lo que él denomina el "espíritu del siglo XIX" a través de su pintura.

PUBLICACIONES

Estructuras Mixtas. Teoría y práctica (1966).

Construcción Mixta. Hormigón-Acero (escrito con Jesús Ortiz Herrera, 1978).

Puentes mixtos, en *Comunicaciones y mesas redondas de las 1.ª, 2.ª y 3.ª Jornadas Internacionales* (1993, 1996, 2002).

Puentes, estructuras, actitudes (2006).

Pabellón de España, Exposición Universal de Shanghái (2010).

La pintura del siglo XIX (2017).

El legado de Martínez Calzón como introductor y máximo exponente en el desarrollo de las estructuras mixtas hormigón-acero en nuestro país, crecerá, aún más si cabe, con la concesión del Premio Nacional de Ingeniería.

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

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

Título de la obra: **Revista Extra del Ministerio de Fomento, nº 685, julio-agosto 2018; Premios Nacionales de Ingeniería Civil**

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

Año de edición: 2018

Características Edición:
1ª edición electrónica: diciembre 2018
Formato: PDF
Tamaño: 10 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): 3 €

Los derechos de distribución de esta publicación pertenecen al Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento. La difusión puede realizarse colocando un link que direccione a la página de la publicación en la web del Centro Virtual de Publicaciones/Ministerio de Fomento

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.

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

Revista del Ministerio de
Fomento

40º ANIVERSARIO DE LA CONSTITUCIÓN

EVOLUCIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS EN ESPAÑA



constituc4ón

c4ó

TIERRA, AGUA, AIRE

40 años de infraestructuras al servicio de la sociedad española



Discurso de inauguración de la exposición
en la Arquería del Ministerio de Fomento
14.11.2018
José Luis Ábalos Meco
Ministro de Fomento

Desde el Ministerio de Fomento hemos querido sumarnos a los actos conmemorativos del 40 Aniversario de la Constitución, piedra angular de nuestro modelo de convivencia en democracia y libertad, con una exposición donde se pone en valor la contribución de las infraestructuras viarias, ferroviarias, portuarias y aeronáuticas al progreso y a la modernización de España, en términos de vertebración, cohesión, movilidad, conectividad, solidaridad, crecimiento inclusivo y desarrollo sostenible.

Las inversiones públicas tienen pleno sentido en la medida que son capaces de dar respuesta a las necesidades reales de los ciudadanos, que son la primera de nuestras prioridades, así como de nuestro tejido productivo y del interés general.

Por eso, desde el sentido de la responsabilidad inherente al desempeño de una labor tan gratificante, me gustaría aprovechar este 'cumpleaños' histórico y especial para agradecer y reconocer el legado de mis predecesores, y de todos y cada uno de los excelentes profesionales que forman parte de la gran familia de Fomento.

Tenemos que seguir construyendo puentes, en sentido real y figurado, por la vía del diálogo, del pacto y de la concertación; y de una mayor transparencia y nivel de exigencia en materia de principios y valores irrenunciables como el de la justicia social y territorial.

El ministerio de Fomento no es únicamente inversiones. Es también, sobre todo, derechos sociales, empezando por el derecho a una vivienda digna consagrado en el artículo 47 de nuestra Carta Magna, así como por el derecho a vivir en ciudades a la medida del ser humano, respetuosas con el entorno y concebidas pensando en el bienestar y en la calidad de vida de quienes las habitamos.

También, tras 40 años, tenemos que concebir derechos de nueva generación, como el derecho a la movilidad, porque condiciona el desarrollo económico de los territorios, la igualdad de oportunidades y la autonomía de los ciudadanos en el desarrollo de sus proyectos personales y vitales.

De la asunción de este derecho a la movilidad se deriva y presupone el derecho a un transporte seguro, eficiente, sostenible y lo menos contaminante posible.

Tenemos, en definitiva, motivos fundados para estar orgullosos de lo que hemos conseguido juntos; y razones sobradas para pensar que lo mejor está todavía por llegar.

España es un gran proyecto colectivo en el que cabemos todos, porque todos somos partícipes de una realidad de futuro que estamos escribiendo hoy, en tiempo presente, desde la ilusión y la complicidad emocional, clave del éxito compartido.

Contenidos

4 40 años progresando

16 Evolución de las carreteras

32 La transformación del sistema ferroviario

48 40 años navegando

62 El gran despegue

STAFF

Extraordinario de la Revista del Ministerio de Fomento 2018.

Jefa de redacción:
Carmen Fontán Aldereguía.

Diseño de cubierta:
Martín Romero Peral.

Diseño y maquetación de interior:
Chelo Cruz

Colaboran en este número:
Francisco Flores Montoya,
Javier R. Ventosa,
Julia Sola Landero.

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

Contenidos

80 Avances en tierra, agua y aire

82 Tierra

Carreteras

Ferrocarril

98 Agua

Puertos

106 Aire

Aeropuertos y navegación aérea

114 España

Momentos clave

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.


renfe
02

40 años progresando

El cambio del sistema político que dio lugar a la promulgación de una nueva Constitución para adecuar la forma del Estado a las nuevas exigencias de la sociedad española y establecer una nueva organización administrativa y territorial ha marcado el devenir de las obras públicas a lo largo de estos últimos cuarenta años.

Francisco Flores Montoya
Consejero- Presidente Sección Técnica de Fomento
Consejo de Obras Públicas
Ministerio de Fomento

AVE circulando a alta velocidad.

Cuando se habla de obras públicas, normalmente se piensa en infraestructuras de uso público que son útiles, y fiables y que nos proporcionan seguridad, nos facilitan salvar obstáculos o barreras y nos prestan servicios generalmente en régimen de monopolio natural, como el abastecimiento de agua, alcantarillado y depuración. Un "puente" para cruzar un río o un valle profundo; una "carretera y un ferrocarril" para facilitar la movilidad y llegar más rápido en condiciones de seguridad a lugares lejanos; un "túnel" para atravesar una cordillera y acortar distancias; un "puerto" para refugiarse o acceder desde el mar; una "presa" para retener el agua en las avenidas y evitar inundaciones, crear un embalse para guardar el agua potable durante las sequías, y derivarla para regar los cultivos o para producir energía; un "faro" para guiarnos en la mar; las "redes de distribución de agua y saneamiento en la ciudad" para satisfacer nuestras necesidades vitales cómodamente en nuestras casas; un "aeropuerto" para desplazarse o transportar productos de forma rápida a sitios muy lejanos. Podemos beneficiarnos de ellas y colaboramos en su construcción y conservación.

Vista de los puentes en Alfarras sobre el rio Noguera, Ribagozana, Lleida



Las infraestructuras del transporte permiten la conexión entre sectores productivos, facilitan el desplazamiento de personas, mercancías, el intercambio de productos, favorecen la cohesión económica y social, dotan de accesibilidad al territorio, interconectan las redes regionales y nacionales, facilitan las actividades de las empresas y la movilidad de los trabajadores contribuyendo así al crecimiento de la productividad, colaboran en la mejora de la calidad de vida e impulsan el desarrollo de diversas actividades económicas.

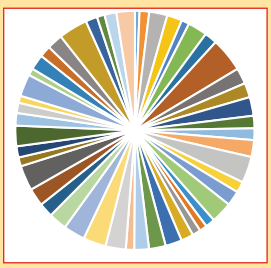
Se caracterizan por ser obras cuya actividad se ha reservado a favor de la Administración porque se necesita ocupar para su ejecución terrenos privados y dado el carácter inviolable de la propiedad es necesaria la intervención de la Administración Pública para su adquisición mediante la expropiación. Deben producir beneficios directos e indirectos para la población, suelen tener un alto coste y los tiempos necesarios para su amortización suelen ser grandes. Sus efectos pueden ser muy importantes sobre la población y sobre el propio territorio.

Cambios
en la población

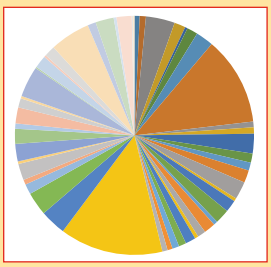
La distribución de la población a finales del XIX sólo coincide con la situación actual en que las regiones menos pobladas son las montañosas. Las diferencias de población entre lo que son hoy las actuales provincias es mucho mayor que cuando nacieron en 1833. En 1856, la mitad de las provincias tenían una densidad de población inferior a 30 habitantes/km^2 y sólo 8 provincias tenían más de 60 habitantes/km^2. Estas últimas, excepto Madrid, todas costeras.

El periodo 1950-1981 fue una época de grandes movimientos migratorios, sin precedentes en la historia demográfica española, y es cuando se produjo el gran éxodo del campo a la ciudad. Con este éxodo rural, la sociedad española se urbanizó, asimilándose a la de los demás países desarrollados. El exceso de mano de obra en el campo, que tantos conflictos sociales había provocado durante la segunda república (el llamado problema agrario), y que se estaba agravando por los inicios de la mecanización agraria, se solucionó de raíz cuando la población campesina salió de sus lugares de origen.

Distribución por provincias1856



Distribución por provincias 2017





Calle empedrada en Boborás, Orense.

Hace dos siglos, sin carreteras, ferrocarriles, ni embalses y con una orografía como la de nuestro país, a la población española le resultaba muy difícil desplazarse por tierra de unos lugares a otros que no fueran costeros, por lo que su distribución territorial era mucho más homogénea y repartida que en la actualidad.

Para hacerse idea de la evolución que se ha producido en la legislación y la importancia de las obras públicas en todos los cambios acaecidos, merece recordar algunos datos y acontecimientos pasados. Por ejemplo, cuando se promulgó la centenaria ley de obras públicas de 1877, la entonces España de la metrópolis contaba con 16.622.175 habitantes, aproximadamente un tercio de la población actual, y todavía no existía la luz eléctrica en las ciudades, no se había descubierto la corriente alterna, tampoco existía la bomba para ex-

Cambios

en la población

Los flujos se daban, en primer lugar, de las zonas rurales a las capitales de provincia y, en segundo lugar, se dirigían hacia los grandes polos de desarrollo de las regiones industrializadas de Cataluña y el País Vasco, al polo político-industrial de Madrid y hacia la costa o las regiones industriales de la Comunidad Valenciana. La provincia de Madrid ganó casi 3 millones de habitantes y la de Barcelona unos 2,5. Mientras tanto, 23 provincias perdieron población de manera absoluta y otras como Extremadura, Castilla-La Mancha, Castilla la Vieja y el antiguo Reino de León (salvo el foco de Valladolid), gran parte de Andalucía y Aragón (salvo el foco de Zaragoza) vieron reducidos de manera muy importante su capital humano.

Además, salvo en Andalucía, las zonas de emigración eran, en general, las zonas menos densamente pobladas, con lo que las diferencias en la distribución de la población se exacerbaron aún más entre el despoblado interior y las zonas costeras y Madrid, con densidades de población extremadamente más elevadas. En 1950, Barcelona (la provincia más densamente poblada) tenía 289 hab./km^2, 19 veces más que Huesca (la provincia menos densamente poblada). En 1981, Barcelona había alcanzado los 600 hab./km^2, 62 veces más que Soria, que en ese momento era la provincia menos densamente poblada.

En cifras globales la población española ha pasado de 28,1 millones de habitantes en 1950 a 37 millones en diciembre de 1978 y a más de 46,6 millones a 1 de enero de 2018. Desde que se aprobó la Constitución Española la población se ha incrementado un 26%, es decir en más de 9 millones de personas. Actualmente un 77% de la población es urbana y el 27% vive en núcleos de más de un millón de habitantes.

Tamaño de los municipios	% Población 1900	% Población 1930	% Población 1950	% Población 2010
Menores de 5.000 habitantes	50,8	40,2	33,5	11,3
Entre 5.000 y 50.000 habitantes	35,7	40	36,3	35,4
Más de 50.000 habitantes	13,50	19,8	30,2	53,3

La población se sigue desplazando de los municipios más pequeños a los más grandes, donde hay más y mejores servicios e infraestructuras.



Vista de la ría de Bilbao y puente colgante. Getxo. Vizcaya.

traer agua de pozo o elevarla a alturas importantes y no se entendía lo que era el ciclo hidrológico. Todo ello tiene mucha importancia para entender las leyes anteriores y por qué esas leyes mantuvieron su vigencia durante tantos años.

Todavía no existían los automóviles y los trenes aún no tenían ni 30 años de vida, alcanzaban velocidades máximas de unos 50 km/h y medias de unos 25 km/h. Sólo hacía 20 años desde que había llegado el agua del Lozoya a las fuentes públicas de Madrid y prácticamente no

había embalses (en 1900 había 55 embalses construidos algunos por los romanos y en la edad media con un volumen total inferior a 100 hm^3, menos del dos por mil del actual). No se conocía lo que era depurar el agua residual. El bacilo del cólera había sido descubierto por Koch en 1883, poco después del de la tuberculosis y fue a finales del siglo XIX cuando Pasteur descubre la anaerobiosis y su aplicación a la depuración. A partir de ese momento empiezan a construirse sistemas de saneamiento para las ciudades con la canalización de agua corriente. Sin esos descubrimientos las ciudades eran muy distintas a las actuales. No tenían redes de abastecimiento, alcantarillado, líneas eléctricas, ni de comunicaciones, ni edificios altos, ni ascensores.

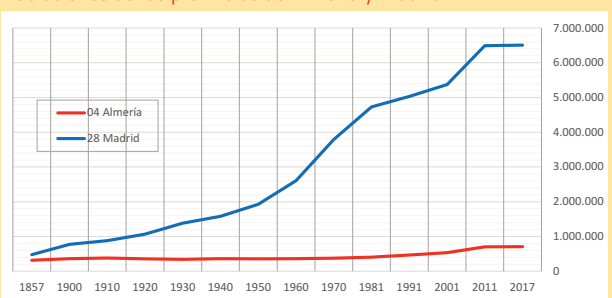
La inversión en infraestructuras y el PIB

A lo largo de los últimos 40 años España ha realizado un gran esfuerzo inversor en infraestructuras que ha hecho posible su profunda transformación, lo que la ha convertido en un país competitivo, a la altura de los países más desarrollados de Europa. La inversión pública en infraestructuras de transporte ha sido uno de los elementos clave para favorecer el desarrollo económico y territorial, así como la cohesión social en nuestro país.

Las infraestructuras del agua y el crecimiento de la población

Para apreciar el efecto que tienen las infraestructuras en el desarrollo de un lugar, pueden servir de ejemplo los cambios que se producen con la aparición del suministro de agua corriente a una población. En 1857, Madrid, capital de España desde hacía 300 años, tenían una población de 315.664 habitantes y Almería, que contaba con la ventaja de ser costera, contaba con 475.783 habitantes. Tras llegar el agua del Lozoya a Madrid se produjeron cambios importantes y un siglo después, en el año 1960, las poblaciones de ambas ciudades habían sufrido grandes variaciones, Almería tenía 360.777 y Madrid 2.606.254 habitantes. Es decir, Almería, a pesar de contar con la ventaja de ser costera, tan solo había multiplicado su población por 1,14, mientras que Madrid, tras haber solucionado su gran problema del agua[1], que había frenado su crecimiento durante los 100 años anteriores, ahora contaba con un sistema de abastecimiento robusto que multiplicó su población por 5,5. De todo ello se puede concluir que Madrid,

Poblaciones de las provincias de Almería y Madrid



[1]Madrid se abastecía con el agua del subsuelo captada con los denominados "viajes" que eran unas galerías de drenaje excavadas en el terreno. Al recoger también el agua drenada de los pozos negros, el tifus y el cólera eran frecuentes en Madrid.



Embalse de La Aceña.

Las infraestructuras del agua

y el crecimiento de la población

al haber solucionado el problema de la falta de agua y la mala calidad de ésta, además de su centralidad unido a los efectos de sus mejores servicios e infraestructuras de transporte se vió beneficiada, lo que produjo un fuerte crecimiento de la población. Si se compara con la población actual, 6,5 millones de habitantes, se comprueba que se ha multiplicado por 13,7.

La población abastecida en Madrid a través del Canal de Isabel II (CYII) pasó de 1,1 millones de habitantes en 1940 a casi 2,5 en 1964, y a más de 4 millones en 1978, año en el que se aprobó la Constitución española. Los últimos embalses incorporados al abastecimiento de agua a Madrid, fueron construidos como reacción a las fuertes restricciones de agua por la sequía de 1964, El Atazar y Valmayor, con 426 y 125 hm^3 respectivamente, fueron puestos en explotación en 1972 y 1975 y, el embalse de La Aceña, con 23,70 hm^3, en 1989. En 1991 el agua suministrada por el CYII llegó a alcanzar los 592 hm3.

Sin embargo, es interesante recordar que, en 2012, con prácticamente el mismo volumen de embalse que en 1975, la población abastecida por el CYII era mucho mayor, unos 6,5 millones siendo el agua derivada para el consumo, según los datos del propio CYII, de 525 hm^3, aproximadamente la misma que 30 años antes. La explicación a este incremento de la población abastecida sin nuevas infraestructuras de regulación del que está, por un lado, en la disminución de las pérdidas en el conjunto del sistema de explotación, especialmente en las redes de distribución, mediante la renovación de éstas; son las infraestructuras ocultas o silenciosas, y por otro, en la aplicación de medidas de gestión de la demanda implantadas para superar la falta de agua con motivo de las sequías. Ambas, consiguieron una mayor eficiencia en el uso del agua.

En definitiva, el crecimiento de la población española ha estado sustentado, entre otros factores, en la disponibilidad de agua.



Vista aérea del Puerto de Palma.

El stock de capital de infraestructuras públicas que da a conocer periódicamente el Banco de España, permite valorar el grado de avance logrado por la economía española con relación a la del resto de Europa. Mientras en 1985 el nivel de dotación de infraestructuras por habitante en España no llegaba a la mitad del nivel medio de la Unión Europea, 30 años después se sitúa en el entorno del 100%, habiéndose duplicado con creces, aunque sigue siendo algo menor a la media, como corresponde a un país con una renta per cápita también algo más baja. Por tanto, se debe seguir realizando un esfuerzo inversor en infraestructuras a pesar de las mejoras ya logradas. Una economía desarrollada y en cre-

cimiento necesita realizar un esfuerzo continuado de inversión en infraestructuras. Los expertos defienden que, para cubrir el consumo de capital fijo de las infraestructuras ya existentes, acompasar el stock de capital público a un crecimiento de la producción que se sitúe en torno al 3% y atender a las exigencias del progreso técnico y la obsolescencia, la inversión pública debe representar no menos del 4% del PIB.

En todos los movimientos de población, las infraestructuras para el transporte y las del agua han tenido una influencia apreciable y ambos, movimientos de población e infraestructuras, tienen unos efectos sobre el medio también considerables. A excepción de las islas, el resto de las capitales de provincia con más de 1 millón de habitantes tendrán en breve un tren de alta velocidad.

Factores determinantes en la política de obras públicas.

La incorporación de España a la Comunidad Económica Europea en 1986, hoy Unión Europea, ha sido un hecho fundamental que ha condicionado el desarrollo de los sistemas de transporte y sus infraestructuras. La nueva situación ha tenido una gran incidencia en la política de infraestructuras y transporte. La política liberalizadora comunitaria, en lo que respecta al transporte internacional, se implantó en este sector a partir de 1992, y es la que ha marcado las directrices seguidas por los Estados miembros, ejerciendo un efecto de arrastre en el caso del transporte nacional que se ha visto sometido a un proceso de liberalización y de armonización de las condiciones de concurrencia.

También la política de convergencia económica está influyendo de manera decisiva en las políticas presupuestarias de las administraciones públicas y en la política de inversiones y financiación de las infraestructuras, junto con las políticas de desarrollo que, desde la Cumbre de París de Jefes de Estado y de Gobierno de 1972, vienen condicionadas por el imperativo medioambiental, hasta el punto de que en los sucesivos programas de Acción Ambiental que han venido aprobándose se establece la necesidad de prevenir los impactos ambientales en su origen y asignar los costes de corrección a las causas que los producen, “quien contamina paga”.

La incorporación de España a la CEE, exigió un nuevo planteamiento del marco legislativo y jurídico del transporte terrestre, así como la transposición de la normativa comunitaria con el fin de adaptarse a las nuevas reglas de concurrencia entre carreteras y ferrocarriles, que imponía la política comunitaria, eliminando la antigua obligación de

coordinación entre el ferrocarril y la carretera y buscando, en la medida de lo posible, el desarrollo de la intermodalidad. La Ley de Ordenación del Transporte Terrestre (LOTT), aprobada en 1987, junto con las modificaciones posteriormente introducidas, han constituido las bases de la actual política de transportes y de la reordenación del sector.

Otro factor que ha influido en el desarrollo de las infraestructuras ha sido la consideración del medio ambiente. A partir de la aprobación de la Directiva comunitaria 85/337/CEE sobre evaluación de impactos ambientales, que se traspuso al derecho español el 28 de junio de 1986 con el Real Decreto Legislativo 1302/1986 de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental, la planificación y proyectos de infraestructuras (industrias extractivas a cielo abierto, explotaciones agrícolas y grandes presas, además de las obligadas por la Unión Europea: aeropuertos, carreteras, ferrocarriles, eliminación de residuos peligrosos o



AVE circulando a alta velocidad.

radiactivos, cementeras, acerías, centrales térmicas e industrias químicas (incluyendo refinerías de petróleo) quedaron obligados a la evaluación previa de dichos impactos.

Lógicamente, el condicionante ambiental ha supuesto una limitación a las actuaciones previstas y progresivamente ha pasado a ser parte esencial del proceso de planificación y construcción, hasta el punto de que, en el momento actual, los proyectos tanto de la Administración General del Estado, como de todas las Comunidades Autónomas, incorporan el elemento ambiental como una característica de calidad y adecuado diseño de soluciones, buscando la integración y minimización de impactos de las infraestructuras en el medio natural, aunque bien es cierto que ello ha implicado un aumento de los costes y una mayor complejidad en la coordinación de las actuaciones. Lo que al principio empezó aplicándose a un número limitado de proyectos, con posterioridad se ha ido aplicando a otros, dando mayor peso a los aspectos medioambientales en los procedimientos.





La evolución de las carreteras

El esfuerzo realizado en los últimos cuarente años ha posibilitado que la red de carreteras españolas sea hoy una red moderna de alta capacidad que garantiza el derecho a la movilidad con elevados estándares de calidad y seguridad. Nuestras carreteras dan hoy en día respuesta a las necesidades reales de los ciudadanos, de nuestro tejido productivo y del interés general.

Francisco Flores Montoya
Consejero- Presidente Sección Técnica de Fomento
Consejo de Obras Públicas
Ministerio de Fomento

Paso superior de reposición en la Cañada Real.

Cuando se aprobó la Constitución, se encontraba vigente la Ley de Carreteras de 1974 y pendiente de redactar el Plan Nacional de Carreteras. En aquel momento, las carreteras españolas formaban, desde un punto de vista funcional, una red única con distintos titulares (Administraciones General y Autonómicas) por lo que fue preciso asegurar su continuidad.

En 1980, antes de iniciarse el proceso autonómico, la red de carreteras a cargo de la Dirección General alcanzaba casi 80.000 kilómetros y en solo 3 años, al finalizar 1983, dicha red se había reducido a tan solo el 25% de la primitiva, con poco más de 20.000 kilómetros.



Autovía A-8 Bilbao-Santander.

Se hizo necesario construir el soporte jurídico básico para definir la Red de Interés General del Estado (R.I.G.E.), abordando las competencias exclusivas del Estado en materia de obras públicas de interés general que afectaran a más de una comunidad autónoma; por el contrario, las comunidades autónomas asumían las competencias en carreteras cuyo itinerario se desarrollase íntegramente en su territorio. Aunque desde el punto de vista de la longitud, la R.I.G.E. es de reducida importancia, no ocurre lo mismo si se considera su porcentaje de utilización, ya que por ella circula aproximadamente el 60% del tráfico de la antigua red estatal.

Sin embargo, en los países de la Unión Europea era frecuente que los planes de carreteras fueran parte de planes de transporte más amplios en los que se establecía una estrategia conjunta, bien para todos los modos existentes: carretera, ferrocarril, navegación y aviación; o bien, para parte de los mismos, por ejemplo, los transportes terrestres. En definitiva, se trata de que cada modo de transporte juegue el papel que le corresponda en el nivel de satisfacción de las necesidades de la sociedad, teniendo en cuenta todos los modos existentes. Pero estos planes de infraestructuras no comenzaron hasta 1993.

Las carreteras antes de la Constitución

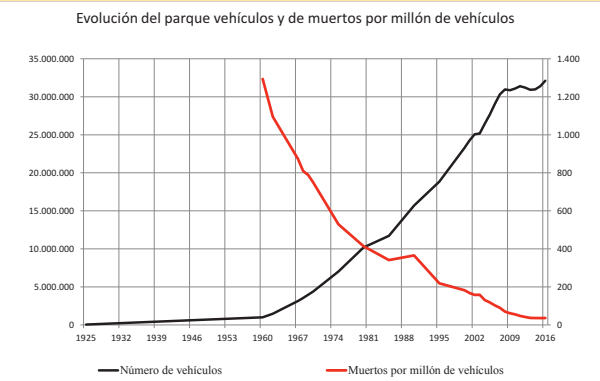
El desarrollo tecnológico producido desde principios del siglo XIX no ha parado de crecer y las innovaciones técnicas se han ido incorporando a las nuevas construcciones permitiendo mejorar las prestaciones de las infraestructuras.

Ya en 1926 se creó el Circuito Nacional de Firmes Especiales para adaptar las antiguas carreteras de macadam a los entonces nuevos vehículos automóviles, que ascendían a 50.000 en 1925. En 1939 se aprobó el Plan Peña que planteó la clasificación de las carreteras en nacionales, comarcales y locales, con la identificación numérica que ha llegado a nuestros días. Posteriormente, el aumento en las cargas de los vehículos y la voluntad de aumentar las velocidades de recorrido justificaron el Plan de Modernización de 1950. El crecimiento iniciado con el Plan de Estabilización de 1959 se tradujo en un gran desarrollo urbano, turístico y del parque automovilístico que tuvo un gran impacto en la configuración de la red. En 1961, el parque de vehículos superaba el millón y el número de muertos en carretera excedía el millar por año. En 1962, un informe del Banco Mundial, en un extenso diagnóstico sobre la red de carreteras españolas recomendó al Gobierno la reparación urgente de las vías más transitadas en vez de construir otras nuevas.

Los dos primeros Planes de Desarrollo 1964/1967 y 1968/1971 que se aprobaron impulsaron mejoras en la red para favorecer la integración regional y la conexión con polos de desarrollo y centros turísticos, planteando las primeras actuaciones contra la congestión urbana en las ciudades. Bajo su tutela se desarrollaron dos grandes proyectos de modernización de carreteras en los siguientes 10 años marcando un periodo de gran inversión pública y privada en carreteras. El primero fue el Plan de Mejora de la Red de Itinerarios Asfálticos (REDIA), en el que se contempló una actuación en 5 años, sobre los 5.000 km con más tráfico de la red, cuyas principales medidas fueron la mejora de firmes, con la incorporación de capas de aglomerado asfáltico de 12 cm, la ampliación de sección, plataformas de 12 m, con calzadas de 7 m y arcenes de 2,5 m, y la construcción de carriles lentos en tramos con pendiente. Las actuaciones cristalizaron en carreteras modernas y cómodas, muy bien recibidas por los usuarios porque homogeneizaron los

12 itinerarios seleccionados: las seis radiales que nacen en Madrid más las que unen Alicante y La Junquera, Málaga y La Línea, San Sebastián y Oviedo, Ponferrada y Coruña, Madrid con Alicante, San Roque y San Fernando consolidando la estructura radial de la red.

El segundo fue el Programa de Autopistas Nacionales de España (PANE), presentado por el MOP en 1967 e indudablemente influido por el gran desarrollo del tráfico de aquellos años. Propuso la construcción de 6.430 km de autopistas libres y de peaje, a desarrollar en 12 años por la iniciativa privada, para afrontar el crecimiento del parque de vehículos que ya alcanzaba 2,7 millones en 1966. Este programa incluyó un capítulo de redes arteriales, imbricado en los Planes de Desarrollo, que impulsó las autopistas libres de acceso a las ciudades, cada vez más congestionadas. Comenzaron a construirse a finales de los años sesenta, bien mediante el desdoblamiento de carreteras nacionales y su conversión en autovías a la salida de las urbes, bien mediante variantes. Así, en Barcelona y Madrid se hicieron cinturones de ronda y ejes de acceso; en Valencia la autopista a El Saler o los viales marginales del nuevo cauce del Turia, y en otras ciudades de más de 50.000 habitantes, como Bilbao, Zaragoza, Palma, Sevilla, San Sebastián se llevaron a cabo redes arteriales. Hasta 1977 se construyeron cerca de 380 km de autopistas libres y autovías de carácter urbano o suburbano. Diez años después esta red de autopistas ascendía a 1.975 km aproximadamente.



En 15 años, el parque de vehículos se multiplicó por 7 llegando a superar los 7 millones y el de muertos en la carretera alcanzó 529 muertos por millón de vehículos.

Pero el crecimiento del tráfico superó las previsiones. Los incrementos anuales en la década de los sesenta y hasta la primera crisis del petróleo en 1973, rondaban entre el 10 y el 16%, la demanda de energía se duplicaba cada 7 años, se produjo un fuerte incremento de la población (período conocido como baby boom) y se duplicó ampliamente la demanda de agua por la gran expansión del regadío y el suministro urbano. La consecuencia fue un gran desarrollo de las infraestructuras para el transporte, fundamentalmente carreteras, de la energía e hidráulicas.

Hoy podemos decir que las décadas de los años cincuenta y sesenta supusieron un punto de inflexión en relación al desarrollo del sistema de transporte en España y, más concretamente, en la distribución modal del tráfico terrestre, definiéndose la tendencia que habría de seguir tal reparto modal en las décadas siguientes. El año 1975 dejó una estructura de tráficos terrestres muy polarizada ya hacia la carretera.

Tras la aprobación de la Constitución, el primer Plan Nacional Carreteras fue el de 1984/1991, que se promulgó en el marco de la ley vigente de 1974. Entre los programas desarrollados por el Plan, el de mayor atractivo para los ciudadanos y más fácil de gestionar fue el Programa de Autovías. En él se plantearon vías de gran capacidad, duplicando las calzadas existentes, y autovías de nuevo trazado, en una serie de itinerarios que básicamente se puede decir que coinciden con las carreteras radiales que parten de Madrid. Fue tal la acogida que tuvo este programa que se llegó a identificar en muchos casos con el Plan, por encima de otros cuya rentabilidad económica era mayor, como,

por ejemplo, el subprograma de variantes de poblaciones menores de 50.000 habitantes.

Los otros tres programas contemplados en el Plan 1984/1991 fueron: el de acondicionamientos, que supuso una mejora sustancial de determinados itinerarios en los que se eliminaron las curvas más cerradas; el programa de reposición y conservación, que afectó al resto de la red y supuso una mejora de la plataforma sin alterar el trazado, y el programa urbano que planteó actuaciones en los núcleos urbanos mayores de 50.000 habitantes y en capitales de provincia. La mayor parte de los acondicionamientos (5.286 Km. de un total de 6.635 Km.), y aquellas autovías que eran de construcción más urgente por la congestión existente en las carreteras, se acometieron en el primer cuatrienio del Plan, aunque su construcción fuese dificultosa, es el caso de la autovía de Aragón, o itinerarios de fácil ejecución, como la carretera de Andalucía en el tramo que discurre por Castilla-La Mancha.

El Plan de Carreteras de 1984 es el origen de las autovías actuales

Cuando, en 1988, se inició la segunda fase del Plan, el marco socio-económico era muy diferente al de 1983. A partir de 1985, en vísperas de la entrada de España en la CEE, daba comienzo un fuerte despegue económico con el consiguiente incremento del tráfico por encima de las previsiones establecidas: crecimientos del 5 al 6% en la red estatal interurbana frente al 2% previsto. Se argumentaba a favor de las autovías fundamentalmente desde dos puntos de vista: aumentar la capacidad de las carreteras convencionales para equiparar nuestro país al resto de los más desarrollados de la CEE y la mayor seguridad que iban a aportar este tipo de vías, en unos momentos en los que el incremento del tráfico había aumentado considerablemente la accidentalidad total de nuestras carreteras. El parque de vehículos estaba próximo a los 20 millones y el número de muertos en la carretera superaba los cuatro mil por año.

En este contexto, se hizo la actualización del Plan General de Carreteras 1984/1991 que permitió adelantar la terminación del Programa de Autovías aumentando la calidad de las que se iniciaban a partir de ese momento que pasaron de ser meras duplicaciones de calzada a ser construidas numerosos tramos de nuevo trazado que además suprimían las travesías por las poblaciones y realizando las intersecciones a distinto nivel. Es decir, las autovías se hicieron con características similares a las de las autopistas, geométricas en planta y alzado amplias, radios mí-



Circumbalación de Valencia.
VA-30 enlace con CN-601 II.

nimos de 450 metros y pendientes máximas del 5%. También se amplió el programa urbano que contemplaba, entre otros aspectos, la urgente necesidad de resolver el cada vez más grave problema del tráfico urbano, sobre todo en aquellas ciudades que debían prepararse para los célebres acontecimientos de 1992, la Exposición Universal de Sevilla y las Olimpiadas de Barcelona. Durante 1988 y 1989 se terminaron 468 km. de autovías que en parte ya respondían a la nueva concepción, como lo demuestra su coste unitario de 130 MPtas./Km., pero, sobre todo, estaba en ejecución o contratación el resto del programa con un coste medio de 227 MPtas./ Km., lo cual indica un cambio cualitativo importante en la concepción de las autovías de la segunda generación.

La ejecución del Plan generó un incremento del tráfico superior a las previsiones efectuadas pero, debido a la agilidad para modificar el diseño de algunos programas y adaptarlos a la nueva situación, los documentos del plan siguieron siendo válidos sin apenas modificaciones. En una situación de incremento de demanda generalizada se produjeron nuevas peticiones de viarios, como por ejemplo la construcción de un nuevo ramal en la autovía de Andalucía de Bailén a Motril, la realización de un nuevo acceso a Cádiz y la autovía Albacete-Murcia.

Por otra parte, el Gobierno presentó a la CEE, en marzo de 1988, el Plan de Desarrollo Regional (PDR) 1989/1993, donde se recogían las inversiones a realizar en infraestructura en regiones deprimidas económicamente, incluidas en el objetivo número uno por la Unión Europea. Como el Plan de Carreteras vigente tenía previsto terminar su Programa de Autovías en 1991 y el horizonte del PDR era 1993, fue necesario determinar qué nuevas autovías se iniciarían en 1992 y 1993, y establecer un avance del siguiente Plan General de Carreteras 1992/2000.

La selección de las nuevas autovías a construir se basó en tres tipos de criterios: económicos de la propia infraestructura, socio-económicos y territoriales. Los primeros cuantificaban los costes y beneficios monetarios esperados de la construcción, considerando principalmente el ahorro de tiempo como factor determinante frente a los costes de funcionamiento o los accidentes. Los segundos consideraban los aspectos socio-económicos del territorio, esto es, la población por kilómetro en franjas de veinte kilómetros a ambos lados de la infraestructura, la renta media de las provincias atravesadas respecto a la media nacional, el potencial turístico en viajeros y la existencia de otras infraestructuras de interés general (puertos, aeropuertos o pasos fronterizos). Los de tipo territorial intentaban poner de manifiesto los déficits de la propia infraestructura, del estado de la red de carreteras existente y de las regiones atravesadas, presentando una visión no meramente economicista de las grandes actuaciones a realizar.

Con estos criterios se evaluaron 5.234 Km. de la red estatal de carreteras convencionales, ordenándose los diferentes tramos con cada grupo de indicadores. Los tramos seleccionados por los responsables del PDR coincidieron bastante con las prioridades técnicas y fueron los siguientes: Benavente-Villafranca del Bierzo, Lugo-La Coruña y Orense-Porriño en el corredor Madrid-Galicia-Asturias; Tordesillas-Salamanca en el Irún-Fuentes de Oñoro; Mérida-Zafra en la Vía de la Plata; Bailén-Jaén en el Madrid-Andalucía Oriental; Málaga-Motril en el Mediterráneo; Honrubia-Utiel y Tarancón-Cuenca en el Madrid-Levante; Zaragoza-Huesca y Cervera-Igualada en el Paso de los Pirineos; y Torrelavega-Llovio en la Cornisa Cantábrica.

En algunos itinerarios, caso de Madrid-Aragón-Cataluña,la oferta de transporte se vio sustancialmente modificada en pocos años, ya que de la existencia de una carretera y una vía de tren convencionales se pasó a una autovía, que en muchos tramos era de nuevo trazado; a una autopista de peaje y a un tren de alta velocidad, sin incluir los servicios aéreos.



Plan de actuaciones prioritarias
1993-1995

Los planes de infraestructuras

El primer plan de infraestructuras, Plan Director de Infraestructuras (PDI), se redactó y aprobó entre 1993 y 1994. Fue la primera vez que se abordaba en España una planificación estratégica y global del sistema básico de infraestructuras. Comprendía el conjunto de las infraestructuras de transporte, hidráulicas y ambientales de competencia estatal que se debían realizar hasta 2007. Este Plan duró poco tiempo, ya que en 1996 surgió el Programa de Autopistas de Peaje y, con él, se pasó a la creación de nuevos tramos de peaje (441 kilómetros) de los que un 38% eran accesos radiales a Madrid.

La programación de las inversiones en infraestructuras de transporte en el período 1996-2004 coincidió con un período de fuertes restricciones presupuestarias derivadas de la puesta en marcha del tratado de Maastricht y de la necesidad de cumplir con criterios de estabilidad macroeconómicos para acceder a la Unión Monetaria. Inicialmente, ello supuso una ralentización en las inversiones públicas y, posteriormente, una búsqueda de nuevas vías de financiación para que las inversiones no incidieran negativamente sobre los presupuestos públicos. Fueron los años en que se introdujo el llamado "modelo alemán", que suponía el aplazamiento del pago de las obras hasta la finalización completa de estas, y en los que se creó el ente Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF), que se encargó inicialmente de las inversiones en la nueva línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona.



Vista aérea de la A-4 en Despeñaperros. Viaducto y los túneles al fondo.

El PDI siguió formalmente en vigor pero la realidad fue que la planificación de las infraestructuras de transportes pasó a un segundo plano, frente a la preocupación por los temas de financiación. No obstante, tras el fuerte ajuste presupuestario de 1996-1997, y una vez puestas en marcha las nuevas fórmulas de financiación, el ritmo de las inversiones volvió a acelerarse significativamente.

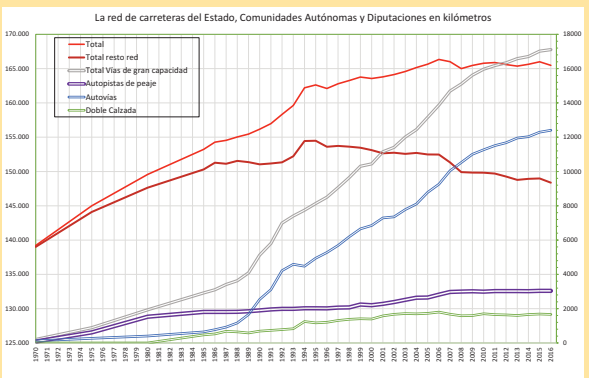
En el año 2000, se dio a conocer el denominado Plan de Infraestructuras de Transporte (PIT) 2000/2007, con horizonte presupuestario en el año 2010, y que en alguna medida dio forma a la nueva política de infraestructuras. Sin embargo, el PIT fue más bien un programa de acción del Gobierno y de actuaciones concretas a ser llevadas a cabo en los distintos modos de transporte.

La principal novedad en la política de infraestructuras fue la recuperación del sistema concesional, tan utilizado en otras épocas, y la promulgación de la Ley de Concesiones de Obras Públicas, finalmente integrada en la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas en 2003, que constituyó el soporte jurídico del nuevo sistema. Con ello, la participación del sector privado en la gestión y financiación de las infraestructuras del transporte, principalmente en el caso de las carreteras y puertos, recibió un notable impulso, llegando a representar aproximadamente el 20 % de la inversión total licitada por el Ministerio de Fomento. Posteriormente, el sistema concesional se ha extendido a numerosas actuaciones llevadas a cabo por otras administraciones, autonómicas o locales.

Algunos datos
de carreteras

A 31 de diciembre de 2017, la red de carreteras de España tiene unos 166.000 km, de los cuales algo más de 26.000 km conforman la Red de Carreteras del Estado, RCE, administrada por el Ministerio de Fomento y recogen el 52,1% del tráfico total y el 64,6% del tráfico pesado. Además, hay unos 70.000 km gestionados por las Comunidades Autónomas que soportan el 42,6% del tráfico, y casi otros 70.000 km gestionados por las Diputaciones, que suponen el 5,3% del tráfico restante.

De la totalidad de la red, unos 17.000 km son vías de gran capacidad (autopistas de peaje, autopistas libres, autovías y carreteras multicarril), de las cuales casi 12.000 km pertenecen a la RCE.



Finalmente, cabe indicar que, en el período 2000-2004 el desarrollo de las infraestructuras de transporte fue notable. El papel creciente de las inversiones ferroviarias fue significativo, debido al importante desarrollo de la alta velocidad, y también las fuertes inversiones en los aeropuertos de Madrid-Barajas y Barcelona-El Prat, llevadas a cabo en su totalidad por AENA con sus propios recursos, sin aportación presupuestaria alguna.

En 2005, llegó el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2005/2020 (PEIT), que retomó el modelo de planificación a largo plazo que representó el PDI. Sin embargo, a diferencia de éste, abarcaba no sólo las infraestructuras, sino también la propia actividad del transporte. Esta nueva política de infraestructuras y transportes fue concebida como un instrumento al servicio de los grandes objetivos en materia de política económica y social. Bajo el enfoque del PEIT, las infraestructuras no son en sí mismas el objeto de la planificación sino sólo el soporte de la actividad de transporte para que los ciudadanos dispongan de un servicio de calidad y, sobre todo, seguro. Además, se previó como un instrumento eficaz para impulsar el desarrollo económico, la competitividad, la cohesión social y territorial, que es la que realmente determina las lí-

Evolución de las leyes de carreteras

El gran desarrollo viario español ha necesitado un continuo reordenamiento jurídico. Se ha pasado de mantener la vigencia de una ley de carreteras casi 100 años a promulgar tres leyes de carreteras en los últimos 40, sin contar las 17 leyes de carreteras de las comunidades autonómicas y tres disposiciones de las diputaciones forales de Álava, Guipúzcoa y Vizcaya.

Ley de 1974. La segunda ley de carreteras, que sustituyó a la primera de 1877 (Ley 51/1974), era una actualización de la de 1877 que había quedado sobrepasada por la realidad del país y por los avances tecnológicos. Su objetivo principal fue regular todos los aspectos referentes a las distintas clases de carreteras, ordenando y coordinando las competencias viarias entre los niveles estatal, municipal y local de la Administración. Como instrumentos planificadores, estableció el Plan Nacional de Carreteras, a cargo del MOP, y los Planes Provinciales, que debían elaborar las Corporaciones previo informe del MOP. En materia de proyectos, mantuvo el trámite de información pública previo a la aprobación pero agilizó la tramitación posterior. Confirmó la participación de la iniciativa privada en la financiación y explotación de autopistas. En defensa de la carretera, definió, junto a la zona de dominio público, las nuevas zonas de servidumbre y de afección, así como la línea de edificación, estableciendo limitaciones para construir. También reguló el régimen de travesías y redes arteriales, urgiendo a coordinar su planteamiento con los planes urbanísticos. Esta Ley fue desarrollada por el Reglamento de 1977.

Ley de 1988. Tras el periodo de transferencia de más del 70% de la red estatal a las comunidades autónomas, en 1998 se promulgó una nueva ley de carreteras (Ley 25/1988) que tenía entre sus objetivos adaptar el régimen de carreteras a la nueva estructura del Estado. Se introdujo así el concepto de carreteras estatales, que son las que conforman la Red de Carreteras del Estado (RCE) y se formuló una nueva clasificación en autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras convencionales, incorporando la noción de área de servicio y prohibiendo la publicidad fuera de los tramos urbanos. Se estableció la actual tipología de estudios y proyectos, reafirmando la obligación de incluir las evaluaciones de impacto ambiental y se mantuvieron los preceptos

neas de actuación, garantizando el mejor aprovechamiento de su potencial al servicio de la sociedad.

Por otra parte, el PEIT adoptó un enfoque integrador de todos los modos de transporte, con un énfasis especial en la intermodalidad y trató de constituirse en una herramienta que facilitara la coordinación entre todas las administraciones en el ámbito del transporte. Como elementos destacables del planteamiento del plan, también cabe reseñar, la convergencia con los principios de planificación de los demás países europeos, en particular en lo que se refiere a la integración de los objetivos de desarrollo sostenible en el sector del transporte y a la profundización en los principios inspiradores de la política común del transporte y de las redes transeuropeas, así como el impulso para potenciar el papel de las áreas urbanas y metropolitanas, reforzar las relaciones transfronterizas y fomentar el desarrollo de los programas de I+D+i en materia de infraestructuras y servicios de transporte.

A pesar de este enfoque de la intermodalidad, el PEIT siguió considerando el desarrollo de planes sectoriales para cada tipo de transporte, marcando las directrices de cada uno, tanto en mercancías como en

Evolución de las leyes
de carreteras

de defensa de la carretera, incluida la tipología de zonas, aunque, se ampliaron las limitaciones y se reforzó el régimen sancionador por mal uso de la carretera. También se actualizó el régimen de las redes arteriales y travesías urbanas, estableciendo la necesidad de acordar entre administraciones interesadas las actuaciones a llevar a cabo de modo coordinado con el planeamiento urbanístico. Esta Ley fue modificada posteriormente en sucesivas ocasiones para irse adaptando a los cambios que se iban produciendo: 1994 (Ley 42/1994); 1997 (Ley 66/1997); 1999 (Real Decreto-ley 15/1999), 2000 (Ley 14/2000), 2001 (Ley 24/2001).

Ley de 2015. Y así se ha llegado hasta la ley en vigor actualmente (Ley 37/2015), cuyo objetivo, según se afirma en el preámbulo, es armonizar una red viaria de enorme crecimiento en los últimos 25 años y en la que conceptos como seguridad viaria, ordenación del planeamiento urbanístico, medio ambiente o servicio público han cobrado valor. La Ley establece como principios esenciales la especialización funcional de las redes de carreteras y la mayor eficiencia en la gestión y uso de las vías. Define con mayor precisión aquellas que integran la RCE, clasificándola en red básica y red complementaria, más el viario anexo a la Red, formado por carreteras estatales transferibles a otras administraciones. También reformula la clasificación viaria, introduciendo las carreteras multicarril y eliminando las vías rápidas y refuerza el régimen de control de accesos. En materia de planificación, regula el Plan Estratégico de las Carreteras del Estado como instrumento de la política sectorial de carreteras del Estado y enfatiza la necesaria coordinación entre planeamiento viario y ordenación territorial, instando a que los desarrollos urbanísticos integren sus propias previsiones de movilidad. En este ámbito, introduce medidas pioneras como los análisis de coste/beneficio para priorizar las actuaciones y la imposibilidad de recalificar suelos durante la fase de planificación, así como las evaluaciones de impacto y las auditorías de seguridad viaria en las fases de concepción y ejecución. En el ámbito de defensa de la vía, modifica las zonas de protección de la carretera, creando la zona de limitación a la edificabilidad e introduciendo la servidumbre acústica. Asimismo, aporta un nuevo enfoque para calificar los tramos urbanos de carretera y las travesías.



Autovía Mudejar A-23.



viajeros, pero, el ferrocarril siguió siendo el modo de transporte clave que absorbía la mayor parte de las inversiones.

Por otra parte, el PEIT reconocía el avance fundamental que ha supuesto la consolidación del nuevo sistema de gestión desarrollado a partir de la ley 27/1992 de Puertos del Estado y de la Marina Mercante. En el caso marítimo y los puertos, el PEIT se orientó a la consolidación de los puertos como nodos al servicio del desarrollo de la red intermodal para el transporte de mercancías y a la consecución de unos servicios de transporte marítimo más seguros y respetuosos con el medio ambiente, a través del desarrollo de un Plan Sectorial de Transporte Marítimo y Puertos.

Respecto al transporte aéreo y los aeropuertos, el PEIT estableció como objetivos prioritarios reducir los impactos ambientales negativos del transporte aéreo, integrarlo mejor con los demás modos de transporte y facilitar la inserción de los aeropuertos con el entorno local.

El PEIT contaba, cuando se puso en marcha en 2004, con una inversión total de algo más de 240.000 M€. La idea del plan era que en el horizonte 2020 todos los españoles tuvieran una vía de alta capacidad a menos de 30 kilómetros de su casa.

En 2007 se adjudicaron diez contratos de peaje en sombra o concesión de unos 1.000 km de la red de autovías de primera generación para realizar obras de primer establecimiento, reforma, conservación extraordinaria y conservación ordinaria, por un importe de unos 1.600 M€ para 19 años, en los que se transferían los riesgos del tráfico y de disponibilidad. En estas concesiones se introdujeron bonificaciones y penalizaciones en la tarifa de acuerdo a indicadores de estado y de servicio.

Pero posteriormente, a raíz de los significativos cambios en el entorno socioeconómico acaecidos en los últimos años, la nueva definición de la red transeuropea de transporte de diciembre de 2013 y el tiempo transcurrido desde el último plan de infraestructuras y transporte vigente del año 2005 (PEIT), el Ministerio de Fomento consideró necesario revisar la planificación estratégica del sistema de transporte y plantear un nuevo marco de referencia.

En este orden de cosas nace el Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda 2012/2024 (PITVI) que superó el tradicional enfoque de la planificación con un nuevo rumbo que se centró en dar respuesta a las necesidades reales de movilidad y de acceso a la vivienda de la sociedad española. En mayo de 2015 se suscribe el documento final tras un informe de sostenibilidad ambiental. Al disponer de un importante patrimonio en infraestructuras de transporte se hacía necesario concentrar las prioridades en su puesta en valor, garantizando su conservación y mantenimiento y asegurando la conexión con los grandes corredores europeos. El Plan exigió que la movilización de recursos estuviera presidida por criterios estrictos de eficiencia y austeridad. Asimismo, la inclusión de la vivienda dentro de las competencias del Ministerio de Fomento, ofreció la oportunidad de concentrar en un solo instrumento de planificación el conjunto de políticas del Departamento.



Viaducto del Narón.Lugo.



A-22. Variante de Binefar. Huesca. Aragón..



La transformación del sistema ferroviario

De los lentos e ineficaces servicios ferroviarios de finales de los años setenta, a las modernas líneas de trenes AVE de la segunda década del siglo XXI que disputan el mercado peninsular al avión, la historia del ferrocarril español en el periodo constitucional nacido en 1978 es la de una gran transformación, realizada a caballo entre dos siglos, que ha devuelto al tren el esplendor perdido como medio de transporte. De esta nueva realidad son partícipes los planes e inversiones de los sucesivos departamentos responsables del ferrocarril, la evolución de las empresas y de la tecnología ferroviarias y la integración en el proyecto del espacio ferroviario común que se está configurando en Europa.

Francisco Flores Montoya
Consejero- Presidente Sección Técnica de Fomento
Consejo de Obras Públicas
Ministerio de Fomento
Colabora: Javier R. Ventosa

Tren AVE S 103, destinado a las líneas de alta velocidad Madrid-Barcelona, Madrid-Sevilla y Madrid-Málaga.

El ferrocarril que inaugura la etapa constitucional en España es heredero del sistema ferroviario nacido en la posguerra y está basado en la nacionalización de las compañías privadas y su fusión en 1941 en la Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles (Renfe), empresa pública encargada de la explotación de una red de 12.791 km en estado deficiente que había que reconstruir. La falta de recursos durante la etapa autárquica frenó las tímidas iniciativas de recuperación del sistema, pese a la conclusión de varios tramos, y el ferrocarril fue perdiendo cada vez más cuota en el mercado interno de transporte frente a la carretera. Ya en los años sesenta, en plena etapa de desarrollismo, gracias a las inversiones nacionales y las ayudas exteriores, el Estado inició una progresiva modernización de la red –electrificación de los grandes ejes, primeras locomotoras diésel y eléctricas y abocó a Renfe a una profunda reorganización que incluyó



Estación de Cabezón de la Sal, de la red de ancho métrico de Cantabria.

una mayor autonomía de gestión, la búsqueda del equilibrio financiero y el cierre de líneas y estaciones deficitarias. Este lento proceso de mejora continuó hasta el periodo 1975-1980, cuando la superposición de los conflictos sociales con las crisis del petróleo e industrial y con una enorme inflación obligó a desatender al ferrocarril por otras cuestiones más urgentes.

A pesar de los esfuerzos realizados en el periodo preconstitucional, en la nueva etapa política abierta en España en 1978 la situación del ferrocarril no respondía a las expectativas creadas por los planes emprendidos. Durante la transición política se agravaron los problemas de Renfe, que a principios de los años 80 atravesaba una situación financiera crítica. A ello contribuyeron la deficiente calidad del servicio, la falta de planificación e inversiones y la pérdida continuada de tráfico de pasajeros y mercancías, transferido a la carretera, con el consiguiente impacto en los ingresos, así como el alza de los costes de funcionamiento de la red y los gastos de personal, lo que se tradujo en un espectacular incremento del déficit de explotación. En este etapa de crisis, no obstante, se alcanzaron hitos como el apagado de la última locomotora de vapor, la electrificación de líneas, una cierta renovación del material rodante y los nuevos servicios de largo recorrido, al tiempo que el volumen de pasajeros transportado en Cercanías crecía año a año. Además, al calor del nuevo Estado de las autonomías surgieron compañías que crearon ferrocarriles autonómicos de vía estrecha sobre líneas transferidas por Feve en Cataluña, País Vasco, Valencia y Baleares.

El sistema ferroviario español sufrió durante la etapa de la transición una profunda crisis económica

Lenta recuperación del ferrocarril

Para reconducir la difícil coyuntura del sector, los nuevos Gobiernos democráticos pusieron en marcha una serie de medidas encaminadas a recuperar el ferrocarril y potenciar a Renfe ante el escenario de la adhesión de España a la Comunidad Económica Europea (CEE). En esta línea se inscribe el Plan de Actuación Urgente de 1982, que pretendía el saneamiento y la reestructuración de la compañía para agilizar y racionalizar los procesos de gestión y adaptarse a la demanda. Como continuación de este Plan se firmó el primer contrato-programa entre Estado y Renfe para 1984-1986 (el suscrito en 1979 no puede ser considerado como tal, al contener apenas unas líneas generales de



actuación), instrumento aún vigente que regula las relaciones entre la Administración y la empresa pública, fijando tanto las aportaciones del Estado como los objetivos económico-financieros y de calidad a alcanzar por Renfe. El nuevo mecanismo regulador se centró más en la reestructuración y saneamiento de la compañía que en las inversiones, e incluyó medidas drásticas como el cierre de 1.658 km de vías altamente deficitarias (865 de forma completa y 893 para el tráfico de pasajeros) y la reducción de plantilla, por lo que es recordado como "el del ajuste". Aunque su implementación permitió una recuperación técnica y una cierta mejoría en la gestión, no logró resolver los problemas financieros de Renfe.

Con la entrada en la CEE se articulan las primeras iniciativas para superar el retraso

A partir de 1986, con la entrada en la CEE, que integró a España en las políticas ferroviarias europeas, el Gobierno comenzó a articular las primeras iniciativas de alcance para superar el retraso del ferrocarril, que sentarían las bases del futuro del sector. La Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres (LOTT) de 1987 actualizó la casi centenaria legislación ferroviaria, definió la Red Nacional Integrada de Transporte Ferroviario, introdujo el concepto de obligación de servicio público y

La seguridad como norte

En los últimos cuarenta años, la red ferroviaria española ha registrado una espectacular reducción del índice de accidentalidad (se ha pasado de 2,6 accidentes por millón de km en 1981 a 0,2 por millón de km) que ha situado al ferrocarril como el modo de transporte terrestre más seguro de España, y prácticamente al nivel de la aviación. Este logro es el fruto del trabajo conjunto realizado desde los sucesivos departamentos ministeriales (Transportes, Obras Públicas y Fomento) y entidades ferroviarias públicas (GIF, Adif, Renfe), y que ha tenido en la seguridad de pasajeros, infraestructuras y trenes una prioridad de actuación.

Para alcanzar los actuales niveles de seguridad en la circulación, en estos años se han implementado medidas en el conjunto de elementos que contribuyen a la seguridad del sistema (infraestructura, material rodante, señalización, protección del tren, personal, operación), cada uno de ellos reglado a su vez por reglamentos y normas de cuyo cumplimiento depende la explotación segura y eficiente del servicio. Desde 2015, la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, designada como autoridad responsable de la seguridad en los ferrocarriles españoles, ordena y supervisa todos estos elementos. En este proceso histórico, la tecnología ha asumido un papel más determinante, limitando cada vez más la posibilidad de accidentes causados por fallo humano, siendo hoy un factor decisivo en la seguridad de la circulación.

Si las líneas de tren españolas son hoy mucho más seguras que hace 30 o 40 años es en buena medida gracias a la construcción de modernas líneas



Cruce de vías en la estación Madrid-Atocha.

atribuyó a Renfe plena autonomía de gestión. Ese mismo año se aprobó el Plan de Transporte Ferroviario (PTF), instrumento de planificación a largo plazo destinado a recuperar la competitividad perdida por el ferrocarril frente a la carretera, que preveía inversiones de 2,1 billones de pesetas para actualizar la red y construir nuevos tramos. El PTF planteó la modernización de un eje vertebrador central noreste-suroeste, mejorando los trazados para elevar la velocidad media a 200 km/h en algunos tramos y a 160 km/h en otros. Uno de los tramos identificados fue el Nuevo Acceso Ferroviario a Andalucía (NAFA) –origen del AVE Madrid-Sevilla–, cuya construcción en ancho estándar (1.435 mm), aprobada a finales de 1988, solucionaría el estrangulamiento de Despeñaperros. Un año después, el Ministerio de Transportes descartó extender el nuevo ancho de vía al resto de la red de ancho ibérico (1.688 mm), reservándolo para las nuevas líneas de alta velocidad. Cabe atribuir al PTF la responsabilidad en el inicio de la alta velocidad en España, aunque la construcción de la línea Madrid-Sevilla absorbió la mayor parte de las inversiones, tanto del Plan como del contrato-programa 1988-1991, lo que desatendió otros objetivos e incluso agravó el endeudamiento de Renfe. Este impacto negativo para la compañía, no obstante, se vio contrarrestado por varias mejoras en curso (electrificación de más del 50% de la red en 1989, nuevas relaciones Intercity de larga distancia a 160 km/h, éxito del Talgo pendular…) y, sobre todo, por el enorme crecimiento del servicio de Cercanías en Madrid y Barcelona, que pasó de 160 millones de viajeros en 1987 a 280 millones en 1991.

La seguridad
como norte

de alta velocidad, con trazados de amplios radios, ausencia de pasos a nivel y túneles con las máximas medidas de protección, así como a las mejoras de trazados y duplicación de vías en las líneas convencionales. Un factor concluyente para elevar la seguridad de la infraestructura ha sido la política de supresión de pasos a nivel en la Red Ferroviaria de Interés General y su sustitución por pasos a distinto nivel ante el riesgo que suponen para personas y vehículos, implementada desde los sucesivos ministerios a partir de 1979. Esta política, aún vigente, ha logrado reducir los casi 10.800 pasos a nivel existentes en 1975 a menos de un tercio, haciendo de España el país con menos pasos a nivel por cada 100 km de línea de la UE.

Junto a la infraestructura, la evolución de los sistemas de seguridad y señalización es otro responsable directo de los logros alcanzados, y su elevada cobertura en la red española la sitúa entre las más seguras de Europa. Especialmente decisiva para garantizar la seguridad en la circulación y la gestión del tráfico ferroviario ha sido la implantación de sistemas de protección del tren: ASFA a partir de 1978 en las líneas convencionales (hoy instalado en 10.500 km de vía y en proceso de sustitución desde 2007 por el ASFA Digital, que reduce aún más el riesgo de accidente por error humano); y LZB en el AVE Madrid-Sevilla desde 1992 y ERTMS a partir de 2005 en las demás líneas de alta velocidad (hoy está instalado en más de 2.500 km de vías, un hito a nivel europeo); este último sistema es el principal estándar europeo en seguridad ferroviaria. En estos cuarenta años también se han sustituido los antiguos sistemas de señalización mecánicos y telefónicos accionados por el hombre por enclavamientos electrónicos y bloqueos automáticos de última generación, que limitan la posibilidad de colisión entre trenes.



El AVE S100 fue el primer tren de alta velocidad español.

Arranca la alta velocidad

Los años noventa serían decisivos para la transformación del ferrocarril español en un modo de transporte más competitivo. A principios de esta década, la Comisión Europea lanzó una serie de propuestas de revitalización del sector ferroviario y de creación de un espacio ferroviario integrado en Europa, guiadas por la Directiva 91/440/CEE y sus posteriores revisiones, que cambiaría la realidad ferroviaria en España en los años siguientes. Esta norma común estableció la aplicación de gestiones diferenciadas para la infraestructura y los servicios ferroviarios –ambos ejercidos por Renfe– y trazó un camino a completar con la implantación de varios paquetes ferroviarios destinados a alcanzar la liberalización del sector en Europa, con objeto de terminar con los monopolios nacionales consolidados durante la segunda mitad del siglo XX. Anticipándose a este escenario de cambios futuros, Renfe aprobó en 1990 una reestructuración del modelo empresarial, orientada hacia la rentabilidad económica y basada en unidades de negocio para adaptarse a la competencia en un mercado libre, que fue refrendada por el nuevo estatuto de la compañía aprobado en 1994. En la misma línea, el Gobierno también aprobó en 1996 la creación del Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF), encargado de la construcción de las nuevas líneas de alta velocidad. En el campo operativo, el éxito comercial y de imagen del AVE Madrid-Sevilla, inaugurado en 1992 con trenes S 100, ratificó el acierto de la apuesta de la Administración por la alta velocidad, convertida desde entonces en el gran motor para el despegue del sistema ferroviario español.

Los años noventa fueron decisivos en la transformación del ferrocarril

En 1994, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes aprobó el Plan Director de Infraestructuras (PDI) 1993-2007, primer gran instru-

mento de planificación estratégica del sistema de transporte en España y marco de referencia del Plan de Infraestructuras Ferroviarias 1995-2000 aprobado en 1996. El PDI, que privilegió las inversiones en carreteras (este modo acaparó más del 50% de los 18 billones de pesetas previstos, de los cuales 3,2 billones eran para el ferrocarril), recogió el planteamiento filosófico del PTF y priorizó las actuaciones dirigidas hacia la especialización de los segmentos más rentables social y económicamente, la alta velocidad y las Cercanías, así como a otras actuaciones estructurantes. En el primer segmento, confirmó la apuesta por desarrollar la red de alta velocidad trazada por el PTF, basada en el eje Sevilla-Madrid-Zaragoza-Barcelona-frontera francesa, al que se sumarían más adelante otros corredores (Y vasca, Madrid-Valencia/Albacete y conexión con Portugal). En el segundo, dio continuidad al Plan de Cercanías 1990-1993 mediante un nuevo Plan a tres años para mejorar y ampliar las redes metropolitanas, sobre todo en Madrid y Barcelona. Aunque el PDI solo se realizaría parcialmente, inició varias actuaciones de modernización y dejó trazada la configuración de la futura red AVE.

En el siglo XXI el ferrocarril acapara el protagonismo por primera vez

La entrada del nuevo siglo, coincidiendo con una etapa de bonanza económica y de gran afluencia de fondos comunitarios, trajo consigo un nuevo instrumento planificador, el Plan de Infraestructura de Transporte 2000-2007 (PIT), en el que por primera vez el ferrocarril acapara el protagonismo al ser destinatario de más inversiones que la carretera, tendencia que se mantendrá desde entonces. El objetivo estre-



AVE S102 en la estación de Zaragoza-Delicias.

lla de este Plan, con una inversión prevista de 43.000 M€ hasta 2004, fue la construcción de una red de más de 7.000 km formada por cinco grandes corredores para velocidades de hasta 350 km/h (Andalucía, Noreste, Levante, Norte-Noroeste y Extremadura), combinada con tramos de altas prestaciones adaptados para 220 km/h, con el ambicioso fin de conectar con esta red a todas las capitales de provincia. Otros objetivos eran la mejora de los servicios de viajeros en la red convencional y en Cercanías. Al término del Plan se esperaba que el ferrocarril fuera un modo de transporte plenamente competitivo con la carretera y el



La red de alta velocidad, muy condicionada por la orografía, ha incluido la construcción de numerosas estructuras.

avión. El PIT, vigente hasta principios de 2005, tampoco pudo culminar su desarrollo, pero el ritmo inversor sin precedentes desplegado por el Ministerio de Fomento durante su vigencia permitió inaugurar en 2003 la línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Lleida –parte del eje transversal Sevilla-Francia, fue equipada con trenes S 102 y con el innovador sistema de señalización ERTMS– y dio un gran impulso a las demás líneas en construcción (Madrid-Valladolid, Córdoba-Málaga y Lleida-Barcelona).

AVE

un modelo singular

La red de alta velocidad española (AVE) reúne una serie de características singulares que la convierten en un modelo único en el mundo.

La red AVE, en ancho estándar, se ha desarrollado como una red independiente de la red convencional, en ancho ibérico, dando lugar a una práctica segregación entre ambas.

Las líneas AVE están diseñadas para alcanzar velocidades superiores a 300/350 km/h, que solo se alcanzarán en función de parámetros comerciales.

La tecnología de las líneas AVE no es uniforme: la línea Madrid-Sevilla (1992) está equipada con el sistema LZB de señalización y ASFA de respaldo, y su reglamento de circulación NEC establece normas diferentes al reglamento de las líneas convencionales. Las líneas Madrid-Barcelona-frontera francesa, Madrid-Valencia y Madrid-Valladolid-León, con diseño basado en las especificaciones técnicas de interoperabilidad de la UE, incorporan sistemas de señalización ERTMS N1 y N2, señalización lateral más convencional y sistema ASFA de respaldo. Estas líneas requieren un nuevo reglamento de circulación PTO que establece prescripciones diferentes a los reglamentos de circulación convencional y de la línea Madrid-Sevilla, así como nuevas normas de diseño.

El ERTMS está especificado para proporcionar una capacidad de transporte de 24 trenes/hora (2,5 minutos de intervalo entre trenes). La ocupación real es hoy muy inferior (casi seis veces menos), pero es de esperar que la libre competencia entre operadores la incremente significativamente.

Los fabricantes españoles de material móvil han hecho un esfuerzo para adaptarse a la dual realidad ferroviaria española, diseñando trenes de ancho variable y alimentación de catenaria bitensión, que evitan la ruptura entre las líneas AVE y convencional, ofreciendo un nuevo servicio combinado con las líneas convencionales. Esta situación es de gran trascendencia ya que eliminaría la necesidad de construir nuevas líneas en ancho estándar, mejoraría la red convencional y permitiría un transporte más productivo en determinadas zonas con la utilización máxima de la red convencional.

La construcción de las líneas AVE responde al objetivo de situar al 90% de las capitales de provincia a menos de 50 km de una estación de la red. El aumento de velocidad implica una reducción de la accesibilidad a los diferentes puntos, ya que en caso contrario dejaría de ser alta velocidad. Esta planteamiento difiere del de otros países, donde los objetivos fijados responden a las necesidades de transporte de viajeros y a la financiación de sus elevados costes.

Las líneas AVE están enfocadas al transporte de viajeros, pero no al de mercancías, debido a las elevadas pendientes y a su diseño, que no soporta 17 toneladas por eje a 300 km/h. Independientemente, el tráfico mixto debe ser analizado y programado dada su limitación de velocidad y la perturbación que puede suponer en el transporte por líneas de transporte intensivo de viajeros.

La red AVE crece de forma exponencial y produce importantes efectos colaterales. Esta red ha incrementado los planteamientos residenciales y laborales de la población: la LAV Madrid-Sevilla ha propiciado un desarrollo de la vivienda en Toledo, Ciudad Real y Puertollano; la LAV Madrid-Barcelona, en Guadalajara y Calatayud; la LAV Madrid-Valladolid, en Segovia… El AVE configura una nueva forma de vida para muchos ciudadanos.

Nuevas reglas del juego

Los nuevos aires liberalizadores que recorrían Europa desde los años 90 se asentaron en España el 1 de enero de 2005, fecha de entrada en vigor de la Ley 39/2003, del Sector Ferroviario, que traspuso al ordenamiento español las directivas comunitarias sobre liberalización del transporte de mercancías, los regímenes de licencias comunitarias y la tarificación por

el uso de infraestructuras, que integraban el denominado Primer Paquete Ferroviario. La nueva ley impulsó la reordenación del sector y sentó las bases para facilitar la apertura gradual del mercado español a la competencia de nuevos operadores, en una primera fase para el transporte de mercancías y el transporte internacional de viajeros sobre la Red Ferroviaria de Interés General, introduciendo un canon por el uso de la infraestructura. También propició la mayor reordenación empresarial en la historia del ferrocarril español –si se exceptúa la nacionalización de 1941–, al establecer la separación de las actividades de administración de la infraestructura y de explotación de los servicios de transporte, históricamente a cargo de Renfe. Esta medida, que provocó la ruptura del monopolio ferroviario estatal existente en España desde mediados de siglo, obligó a Renfe a escindirse en dos nuevas empresas para desarrollar estas tareas por separado: el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif), encargado de gestionar las infraestructuras –que absorbió al GIF–; y Renfe-Operadora, responsable de la explotación de la red. Para garantizar la viabilidad financiera de las nuevas empresas, el Estado asumió previamente la mayor parte de la deuda histórica de Renfe.

El estreno del nuevo marco institucional del sector ferroviario coincidió en el tiempo con la llegada al poder de un nuevo Gobierno y con la aprobación del Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT) en 2005. Este Plan, con horizonte de finalización en 2020, decantó definitivamente la prioridad inversora del Ministerio de Fomento hacia el ferrocarril (especialmente la alta velocidad), al que destinó el 42% del presupuesto global (248.000 M€), frente al 25% de la carretera. La principal propuesta del Plan era el desarrollo de una red mallada de altas prestaciones de 10.000 km, formada por una red básica para tráfico de pasajeros (integrada por las líneas de alta velocidad en servicio y en ejecución, más las relaciones Madrid-Valencia/Albacete y Madrid-



Pasajeros subiendo y bajando
del tren de Cercanías en la estación de Atocha de Madrid.

Valladolid-Santiago, además del corredor andaluz Sevilla-Granada) y una red básica para tráfico mixto pasajeros-mercancías (integrada por la red convencional, pero adaptada al ancho estándar), cuyo objetivo final era situar al 90% de la población a menos de 50 km de una estación de esta red. El proyecto, influido por la directiva comunitaria sobre interoperabilidad, buscaba compatibilizar las circulaciones sobre los dos anchos de vía de la red española, y aunque no se logró extender el ancho estándar a la red convencional, sí se produjo un gran desarrollo e implantación de técnicas para alcanzar esa compatibilidad (cambiadores de ancho, traviesas polivalentes sobre vías de ancho ibérico y, más adelante, trenes de ancho variable). Otras prioridades del PEIT fueron la mejora de la red convencional y la creación de nudos logísticos ferroviarios. Tres años después de la aprobación del Plan, y como consecuencia del continuado esfuerzo inversor del ministerio, se inauguraron las líneas de alta velocidad Madrid-Málaga, Madrid-Valladolid y Madrid-Barcelona.



Al finalizar la primera década de este siglo, el escenario ferroviario español se había renovado por completo. La nueva arquitectura del sistema, encabezada por el Ministerio de Fomento como órgano regulador y planificador, estaba formada por dos empresas públicas encargadas de gestionar (Adif) y explotar (Renfe Operadora) una red convencional en ancho ibérico de casi 12.000 km (más otros 1.200 km de ancho métrico), compartida por primera vez por Renfe con otros operadores nacionales de transporte de mercancías, y otra red de alta velocidad en ancho estándar, de más de 1.600 km, considerada como el principal activo de la modernización del ferrocarril. Sobre estas dos redes –parcialmente electrificada y en vía única la primera y totalmente electrificada en vía doble la segunda, equipadas con avanzados sistemas de señalización y dotadas con

modernas estaciones compartidas– circuló en esta década una gran variedad de nuevos trenes, producto de la mayor renovación del parque móvil acometida por Renfe en su historia para afrontar los nuevos servicios (trenes AVE S 102, S 103 y S 112 de alta velocidad, Alvia S 120 y S 130 y Avant S 104, S 114 y S 121 para Larga y Media Distancia, así como trenes Civia, la nueva base del servicio de Cercanías). La alta calidad del servicio prestado por estos trenes ha fomentado una creciente demanda que ha tenido un elevado impacto en los ingresos comerciales, sobre todo a partir de 2008.

El sistema ferroviario actual

En la década actual, el sistema ferroviario español ha continuado su proceso de transformación, con la introducción de nuevas reformas en la arquitectura institucional y empresarial del sector para hacer frente al reto de la apertura del mercado al transporte interior de viajeros, prevista para diciembre de 2020. Para adaptarse a ese escenario futuro, que supondrá el acceso de competidores nacionales e internacionales al mercado de Cercanías, Media y Larga Distancia, Renfe-Operadora adoptó en 2012 una nueva estructura empresarial, similar a la de otros operadores europeos, segregándose en cuatro sociedades (Fabricación y Mantenimiento, Viajeros, Mercancías y Alquiler de Material Ferroviario) para actuar en mejores condiciones en el nuevo contexto de competencia. Feve, por su parte, se extinguió e integró sus activos en Adif y en Renfe. También Adif se escindió a finales de 2013 en dos empresas, Adif y Adif Alta Velocidad, para operar en un mercado cada vez más especializado. En abril de 2015, además, la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria inició su actividad como responsable de la seguridad ferroviaria en España. Todas estas novedades fueron recogidas por la Ley 38/2015, una actualización de la Ley de 2003 que ordena y regula el sector ferroviario español.

En la década actual se han abierto casi 1.400 kilómetros de líneas de alta velocidad y hay otros 1.300 en obras

En paralelo a estas reformas, la red ferroviaria ha continuado el crecimiento planificado con la puesta en servicio, en la primera mitad de esta década, de casi 1.400 km de líneas de alta velocidad (Madrid-Valencia, Albacete-Alicante, Ourense-Santiago, Eje Atlántico, Sevilla-Cádiz, Valladolid-Palencia-León y Olmedo-Zamora, además del tramo Barcelona-Figueres, parte final del primigenio eje de la alta velocidad española, cuya finalización propició el salto del AVE a Europa,



Estación de Cuenca Fernando Zóbel, exponente de las nuevas terminales de alta velocidad

con conexiones desde Barcelona/Madrid a París y a varios destinos franceses a partir de 2013), que han configurado una red de más de 3.000 km de longitud, la segunda del mundo en extensión tras la china. De la mano de un nuevo mecanismo planificador, el Plan de Infraestructuras de Transporte y Vivienda (PITVI), presentado en 2012, la expansión de esta red ha continuado y actualmente están en obras una docena de tramos que suman más de 1.300 km y otra media docena en proyecto. Por esta red circulará a partir de 2020 el vanguardista tren de muy alta velocidad Avril, último exponente de la capacidad tecnológica de Talgo, contratado por Renfe-Operadora para reforzar su parque de material rodante. Por otro lado, el segmento de Cercanías también mantiene el crecimiento en los últimos años, con ampliaciones de capacidad en las redes de Madrid (túnel Chamartín-Sol-Atocha, línea a Barajas) y Barcelona (extensión a la T1 de El Prat, en curso), establecimiento de nuevos servicios y el anuncio de importantes planes para modernizar la infraestructura y los trenes en varios núcleos.

Cuarenta años de Constitución, marco para un ferrocarril de primera

Transcurridos 40 años desde el inicio de la etapa constitucional, se puede afirmar que las transformaciones producidas en el sector durante este periodo han configurado un ferrocarril con una nueva imagen de modernidad, atractivo, seguro y competitivo (en el segmento de alta velocidad –rebasados sus primeros 25 años de vida– ha superado ya al avión en los trayectos peninsulares de larga distancia), que es un elemento clave en el nuevo modelo de movilidad español. Hoy, el ferrocarril ha recuperado el esplendor perdido y es cada vez más utilizado en España: en 2017, casi 488 millones de personas viajaron en los trenes de Renfe-Operadora, la mayoría en Cercanías (423 millones), aunque también han crecido los tráficos de alta velocidad (21,1 millones, quinto récord consecutivo desde 2013, cuando se redujo el precio de los billetes), Media Distancia (23,6 millones) y Larga Distancia (11,8 millones), en contraste con los tráficos de mercancías, cuya cuota de mercado discurre por debajo de la media europea. Estas importantes cifras en el transporte de pasajeros se han traducido también en rentabilidad, ya que Renfe obtuvo el pasado año beneficios por primera vez en su historia. Es todo un síntoma de que la transformación operada en el sector va en la buena dirección.

Tendencias futuras del ferrocarril

Aunque adivinar el futuro es siempre una empresa arriesgada, las actuales tendencias en Europa y España proyectan para el ferrocarril español un escenario marcado por las siguientes consideraciones:

– La red AVE que enlazará Madrid y las capitales de provincia en menos de tres horas continuará su desarrollo hasta culminar los corredores en ejecución (Norte, Noroeste y Extremadura). Para contrarrestar la radialidad de esta red, la prioridad es terminar el Corredor Mediterráneo, proyecto que permitirá conectar con las Redes Transeuropeas de Transporte (RTE). Otro proyecto no radial que avanzará será el Corredor Zaragoza-Pamplona-Vitoria. En cuanto a servicios, la liberalización del transporte interior de viajeros permitirá a partir de 2021 el acceso de operadores europeos para explotar la red AVE, sin que sean previsibles nuevas conexiones con destinos europeos distintas de las que ya cubre Renfe en Francia, dada la situación periférica de España en el mapa ferroviario europeo. Como tendencia futura, se creará un servicio de trenes de velocidad alta que circularán por la red AVE, como trenes lanzadera o regionales.

– La red convencional de ancho ibérico (10.682 km, según la Declaración sobre la Red de Adif para 2018) continuará sirviendo para los tráficos de pasajeros y de mercancías. Es probable que la longitud de esta red disminuya por el cierre de líneas deficitarias y de escaso tráfico, aunque también se modernizarán los tramos utilizados por los trenes regionales y especialmente los de Cercanías, con una red creciente en respuesta al desafío del transporte en las zonas metropolitanas. El Ministerio de Fomento proseguirá en los próximos años con la modernización de las líneas convencionales incluidas en los corredores Mediterráneo y Atlántico de las RTE con objeto de elevar la cuota del transporte de mercancías por ferrocarril y reducir así el transporte por carretera, en línea con la política comunitaria. En el transporte de mercancías, las tendencias se dirigen hacia la potenciación de trenes puros (con la desaparición progresiva de las estaciones de clasificación) y del transporte combinado.

– La explosión de los tráficos metropolitanos y de alta velocidad ha sido la causa del aumento global de viajeros de ferrocarril en España, en contraste con el decrecimiento de los tráficos convencionales. La variación de los viajeros-km, casi estable en los últimos años, contrasta con el incremento en el número de viajeros en dicho periodo, lo que se obedece a la diversidad de los tráficos contemplados: mientras los viajeros suburbanos de Cercanías y los de alta velocidad crecen continuamente, las restantes categorías disminuyen.

– Es evidente que el ferrocarril urbano (metro) tiene un porvenir solo limitado por las disponibilidades presupuestarias, ya que la sociedad, crecientemente urbanizada, demandará este servicio cada vez más. La integración de esta red con la de Cercanías solo es posible en España en términos de conexión de servicios, al tener ambas un ancho de vía diferente. En todo caso, la creciente congestión en las carreteras de penetración a las ciudades augura un espléndido porvenir a este segmento.

Tren S100 en la estación de Alicante, ciudad incorporada a la red AVE en 2013.





40 años Navegando

España, con sus 8.000 km de costa y su situación geográfica, es un área estratégica en el transporte marítimo internacional y como plataforma logística del sur de Europa. Por los puertos españoles pasan hoy en día cerca del 60% de las exportaciones y el 85% de las importaciones en nuestro país, lo que representa el 53% del comercio exterior español con la Unión Europea y el 96% con terceros países.

Francisco Flores Montoya
Consejero- Presidente Sección Técnica de Fomento
Consejo de Obras Públicas
Ministerio de Fomento

Vista aérea del puerto de Gijón

Con el paso del tiempo cobra mayor protagonismo la gestión portuaria. La organización de la explotación portuaria y del tráfico marítimo ha ido creciendo en importancia y mejorando. Mientras a principios de siglo XX los mejores muelles se equipaban con grúas a vapor cuya capacidad era mover una tonelada a cinco metros de distancia, realizando cinco movimientos a la hora, en la actualidad las grúas pórticos ubicadas en terminales especializadas son capaces de mover hasta 40 contendores a la hora, de hasta 65 toneladas a 65 metros de distancia. Los cambios producidos son generales: en la forma de presentación de la mercancía, en la fisonomía de los puertos, en los sistemas de información y comunicación, en la implantación de criterios de calidad y otros muchos. El sistema portuario español se ha configurado con un número elevado de instalaciones y recientemente se ha producido la contenedorización general de la mercancía atendida por los puertos que han dispuesto de terminales y recursos de manipulación adecuados en el momento requerido. Hasta que el contenedor se empezó a imponer, el tráfico marítimo movía grandes volúmenes con pequeño valor unitario.



Imagen Cenital Puerto de Valencia año 1980.

Los puertos se configuran como elementos integrados en los procesos de transporte, lo que lleva a la potenciación de la intermodalidad y a su desarrollo, conformando instalaciones adecuadas con buena disposición de accesos y comunicaciones que permitan los flujos de mercancías sin limitacion. Ello supone su integración en la cadena de producción y transporte general, concibiendo el puerto desde su función logística con la creación de terminales especializadas, automatizando y optimizando los procesos de manipulación y mejorando los canales de información y comunicación. Los puertos son, por tanto, nodos de servicios.

El paradigma portuario de las últimas décadas del siglo XX es, sin duda, el puerto de Valencia que ha experimentado crecimientos espectaculares

de tráfico sustentados en la dotación de las necesarias infraestructuras y también en una concepción dinámica y moderna de la gestión. El puerto de Valencia concibe con carácter pionero la automatización del flujo documental, rémora constante en los puertos, gestiona la concesión de la terminal de contenedores con mayor crecimiento de movimientos, planifica con carácter estratégico su futuro y, sobre todo, aplica la calidad como estrategia de gestión, conformando, por ejemplo, la Marca de Garantía. El puerto sabe que la fidelización de clientes exige servicios competitivos y los clientes conocen la competencia existente entre los servicios portuarios. El papel que la Autoridad Portuaria cede al sector privado la prestación de servicio directo en el ámbito portuario lo que supone un importante reto que busca la coordinación de todos los organismos públicos y privados que confluyen en la actividad portuaria, buscando la eficacia y la eficiencia del conjunto. Buena parte del éxito del crecimiento del Puerto de Valencia se configura ineludiblemente en los cambios conceptuales en la gestión.



Imagen Cenital Puerto de Valencia año 2017.

Es un hecho que el comercio internacional se ha convertido en una importante herramienta para la aceleración del crecimiento económico de países en desarrollo y la vinculación de las economías nacionales. Las necesidades de la producción y el comercio han llevado a la intermodalidad, cuyos objetivos principales son acelerar la distribución de mercancías y reducir el volumen de capital no productivo (existencias elevadas, vehículos inactivos, demoras en las operaciones portuarias, etc.), aplicando la logística como procedimiento. Se ha producido así la especialización e integración de equipos en los modos de transporte. La aparición de los denominados "puertos secos" presenta soluciones mediante la creación de plataformas intermodales ferrocarril-carretera conectadas con el puerto marítimo. El ejemplo del Puerto Seco de Ma-

drid, situado en el área logística de Coslada-Barajas ha sido una iniciativa participada por los puertos españoles más importantes en el tráfico de contenedores: Algeciras, Valencia, Barcelona y Bilbao. En esta misma línea, la configuración de las denominadas Zonas de Actividades Logísticas (Z.A.L.) como la del puerto de Barcelona, por ejemplo, o la de Valencia, se conciben para crear un centro de distribución intermodal al servicio del puerto, aprovechando la ruptura de la cadena de transporte para la realización de operaciones de valor añadido de las mercancías (control telemático, procesos ligeros de acabado, etiquetado, procesos administrativos, etc.). La Z.A.L. del puerto de Barcelona con excelentes conexiones, marítima, ferroviaria, por carretera y aérea, concentra gran diversidad de operadores logísticos, dispone de sistemas de telecomunicación avanzada y se configura con características generales de calidad y gestión. De esta manera, hoy día el objetivo primordial de

Los puertos y la navegación marítima antes de la Constitución

La navegación marítima evolucionó con rapidez tras la aplicación del motor de explosión y la hélice. Fueron claves la apertura del Canal de Suez en 1869 y del de Panamá en 1914, estableciendo nuevas características en el tráfico marítimo, como lo fueron también la mejora e intensificación de las comunicaciones, la naturaleza de las embarcaciones y, consecuentemente, las instalaciones portuarias.

Los puertos españoles precisarón asentarse sobre el litoral ya que debido a la ausencia de cauces fluviales navegables en nuestro país sólo allí pueden ubicarse. Las nuevas tecnologías, con nuevos materiales y maquinarias de extracción en canteras, la aplicación del aire comprimido y las dragas, generaron cambios muy sustanciales en las posibilidades de dotación de infraestructuras al servicio del transporte marítimo.

Con la primera Ley de Puertos en 1880 se iniciaron las juntas de obras de puertos y la ingeniería marítima de finales del siglo XIX y primer tercio del siguiente. Existía, en esos momentos, una gran inquietud técnica y se estaba fundamentando la presencia mundial de nuestra ingeniería portuaria, aunque los equipos constructivos y la ejecución provenían, por entonces, mayoritariamente de fuera de nuestras fronteras. El resultado de todo ello fue la segunda Ley de Puertos en 1928 y la creación de la Dirección General de Puertos en 1932, además de otros avances como los de Castro e Iribarren apuntados en la década de 1930.

Durante las primeras décadas del siglo XX, los grandes puertos se dotaron de nuevas áreas y espacios, tanto terrestres como de flotación, así como de medios mecánicos adecuados para las transferencias de la carga que permitían atender las necesidades crecientes del tráfico marítimo: los buques crecían, también sus calados, el transporte alcanzaba cifras relevantes, los puertos se acondicionaban y adaptaban a los nuevos cambios a los que la ingeniería española respondería con soluciones técnicas, económicas, de gestión, así como de tratamiento de información y comunicación.

Las obras clave en todos los puertos son las de abrigo, es decir, aquellas que permiten disponer de la suficiente agua abrigada. Muchos de los grandes puertos españoles de finales del siglo XIX fueron creciendo de manera continua a base de construir y posteriormente ampliar diques de abrigo (Bilbao, Coruña, Cádiz, Valencia, Barcelona, etc.) Las obras portuarias, casi siempre de grandes magnitudes y dimensiones, aunque en buena medida ocultas bajo las aguas, comprometen la necesidad de innovación tecnológica en la moderna sociedad española.

Las actuaciones que se produjeron en las infraestructuras de los puertos españoles en las últimas décadas del siglo XX supusieron grandes avances como, por ejemplo, la ampliación de muelles, la creación de terminales para contenedores, la dotación de muelles ro/ro, la mejora de accesos terrestres, etc. En estos momentos transita por nuestros puertos más de la mitad del comercio con la Unión Europea y más del 95 % del comercio con terceros países, el 85 % de nuestras importaciones y el 70 % de nuestras exportaciones.



Barcos atracados frente a naves frigoríficas en el Puerto de la Luz. Las Palmas de Gran Canaria.

nuestros grandes puertos se centra en aumentar la capacidad de sus instalaciones, adaptándolas a las necesidades de demanda a medio y largo plazo, a la vez que se mejora la competitividad de sus servicios.

Evolución de Leyes y Planes hasta la actualidad

1982: El Plan General de Actuación

Los objetivos de este Plan se centraron fundamentalmente en adecuar la oferta portuaria a la demanda prevista para 1990, determinando las actuaciones necesarias en infraestructuras e instalaciones, coordinándolas en los distintos puertos para optimizar las inversiones y evitar la construcción de grandes obras de abrigo. Por otra parte, se dedicó atención preferente a los accesos terrestres y a la organización y racionalización de los servicios portuarios, avanzando en la autonomía de los puertos.

Este Plan fue redactado en pleno período de crisis económica y por tanto limita los recursos destinados al sistema portuario, sin embargo,

ya preveía un crecimiento estimable del tráfico del 4,5 % anual entre 1981 y 1990, frente a la tasa media anual del 3,4 %.

1985/1990: El Plan General de Puertos

El Plan 1985/1990 surge en sintonía con la política de planificación por modos, planteada durante la década de los ochenta, y persigue dos objetivos estrechamente vinculados: coordinar el sistema portuario, evitando las actuaciones particulares de los diferentes puertos y adecuar la oferta y la demanda de los servicios portuarios en su conjunto y de cada puerto en particular.

En base a análisis cuantitativos de la evolución del tráfico y simulaciones de oferta y ocupación de muelles, las actuaciones e inversiones previstas en el Plan se destinaron, por una parte, a obras como diques de abrigo, dragados, terrenos ganados al mar, accesos terrestres a los puertos, obras de muelles, etc., y, por otra, a equipos como grúas pórtico, instalaciones especiales de graneles sólidos, gánguiles autopropulsados, draga de cuchara, etc. La inversión total prevista en los seis años del Plan ascendía a casi 150.000 millones de pesetas.

1992: La ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante. Puertos del Estado y Autoridades Portuarias

En conexión con las actuaciones en materia de planificación, los hechos que han tenido mayor impacto en el sistema portuario y, consecuentemente, en el tráfico marítimo español a lo largo de las últimas décadas han sido el ingreso de España en la Unión Europea y la aprobación de la ley 27/1992 de Puertos del Estado y la Marina Mercante.



Buque ro-ro atracado en el muelle.
Puerto de la Luz.
Las Palmas de Gran Canaria.



Tren portacontenedores.
Puerto de Barcelona.

El acceso al libre mercado de bienes y servicios propició un crecimiento general de los intercambios entre países miembros de la Unión Europea, si bien, en el caso del transporte marítimo, el efecto directo de la apertura de fronteras sobre el crecimiento del tráfico no resultó tan acusado al concentrarse en las relaciones comerciales con países fronterizos o fácilmente asequibles por carretera, Francia, Italia, Alemania, Portugal. Sin embargo, lo que sí permitió la entrada en la Unión Europea fue disponer de ayudas económicas para el desarrollo de infraestructuras marítimo-portuarias a través de los fondos estructurales. Gracias al impulso de los fondos comunitarios el sistema portuario español vio incrementado notablemente su capacidad, lo que le permitió duplicar el tráfico portuario en el período, pasando de 231 millones de toneladas en 1986 a más de 480 millones en 2007.

El crecimiento anterior no hubiera sido posible tan sólo como consecuencia del desarrollo de la oferta portuaria. Una pieza esencial para entender el dinamismo actual del tráfico portuario es la transformación que se introdujo en el modelo de gestión de la actividad portuaria como consecuencia de la ley 27/1992 de Puertos del Estado y la Marina Mercante. Entre otros logros, esta ley vino a eliminar la dispersión de la legislación vigente en los ámbitos de la gestión portuaria y el tráfico marítimo, cuya antigüedad, en algunos casos, se remontaba al siglo XIX.

Desde el punto de vista conceptual se introdujo la idea de sistema portuario configurado por puertos de interés general, concebidos como unidades económicas y de prestación de servicios dotadas de una amplia autonomía de gestión, agilidad y procedimientos desburocratizados, así como la aplicación de sistemas empresariales actualizados de contabilidad, estadística y control de gestión.

La ley contemplaba un único modelo de gestión portuaria basado en unas entidades públicas denominadas autoridades portuarias, con autonomía de gestión coordinada y controlada por el organismo público Puertos del Estado, que asumía el papel de un holding, situado bajo la dependencia y directrices del Ministerio de Fomento. Se concentraron en la autoridad portuaria todas las competencias y responsabilidades relativas a la gestión de los servicios de los puertos, y en Puertos del Estado. la responsabilidad global sobre el conjunto del sistema portuario a través del ejercicio de una serie de funciones tales como la fijación de directrices y objetivos de gestión, la asignación de recursos y apoyos financieros, el control de gestión y la determinación de sistemas unificados de información y contabilidad, así como la planificación global de inversiones. Se trataba de dar una respuesta ágil y eficaz en el desarrollo de la labor de supervisión, coordinación y control de unas autoridades portuarias concebidas como entes públicos de gestión empresarial.



Puerto Savina Formentera en contrucción.



Puerto Savina Formentera actualmente.



Buques portacontenedores atracados en el Puerto de Algeciras.

Quizá el principio más notable del nuevo modelo fue el de la autosuficiencia económico-financiera del conjunto del sistema portuario a partir de sus propios recursos generados, el endeudamiento bancario y, en su caso, las ayudas económicas procedentes de los fondos comunitarios.

Este nuevo marco de gestión supuso el cambio hacia un modelo de prestación de servicios acorde con los modelos tipo «landlord», en virtud del cual el titular del dominio público, en este caso la autoridad portuaria, no presta de forma directa la actividad, sino que se limita a poner las condiciones de mercado necesarias para que sea la iniciativa privada quien preste el servicio con sus propios recursos y del modo más eficiente (de hecho, actualmente, no existe ninguna grúa en servicio que sea titularidad de una autoridad portuaria). Hoy, la autoridad portuaria no sólo se limita a propiciar las condiciones para la concurrencia de la iniciativa privada en la prestación de servicios dentro del puerto, sino que actúa, además, como líder de toda la comunidad de agentes económicos que prestan su actividad en el puerto

con objeto de promover sinergias entre todos ellos que redunden en la mejora de la posición competitiva del puerto dentro del contexto internacional en el que se mueve. Un dato muy explicativo de la transformación que ha supuesto esta ley en la actividad portuaria y, consecuentemente, en el transporte marítimo, es la evolución de la inversión privada, que ha pasado de unos 115 millones de euros, en 1986, a más de 800 millones de euros en 2007, es decir, el 50 por ciento de la inversión total en el sistema portuario.

1993-2007: Los puertos y el transporte marítimo en el Plan Director de Infraestructuras, PDI.

En materia de puertos, el PDI adoptó como objetivo general el desarrollo selectivo de la capacidad portuaria, de acuerdo con las previsiones de demanda a medio y largo plazo, así como la autosuficiencia financiera del sistema portuario, lo que suponía la potenciación de las instalaciones de contenedores, la mejora de los accesos terrestres, la integración puerto-ciudad y la optimización de la explotación.

En este periodo se hicieron actuaciones concretas en los puertos de la bahía de Algeciras, Barcelona, Valencia, Bilbao, Las Palmas, Santa Cruz

Ingeniería para el ocio:
los puertos de recreo

A partir de finales del siglo XIX comienzan a fundarse clubes náuticos, de regatas, de remos, y se dotan los puertos de instalaciones para embarcaciones de recreo y deportivas que han sido características de las últimas décadas pues su evolución ha ido en aumento contrariamente al declive del peso específico de las instalaciones pesqueras en nuestros puertos. Desde su creación, estas instalaciones se ubican en el interior de los grandes puertos, aprovechando dársenas y espacios portuarios, también la extensión de las actividades náuticas que se ha producido en las últimas décadas (todavía hoy con niveles de crecimiento mantenido) y que han potenciado la aparición e intensificación de la actividad y el desarrollo turístico que favorece la creación de nuevos puertos e instalaciones propias para este tipo de embarcaciones y su actividad. La construcción y operación de nuevos puertos de recreo en España, con instalaciones de gran calidad y variedad de servicios, ha conformado durante las últimas cuatro décadas uno de los ejemplos de dotación de infraestructuras al servicio de una actividad económica característica del presente, la del ocio y recreo: Puerto Portals, L'Alcúdia, Sotogrande, Banús, Campomanes, Bayona, Gijón, Aiguadolc, Hondarribia y tantos otros, son ejemplos de la calidad de la última ingeniería portuaria española.



Embarcaciones de recreo amarradas en puerto deportivo.

de Tenerife, Tarragona, Gijón, Baleares, La Coruña, Cartagena, bahía de Cádiz y Vigo.

2005-2020: Los puertos y el transporte marítimo en el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte, PEIT

En cuanto al transporte marítimo y los puertos, el PEIT se orientó a la consolidación de los puertos como nodos que sirvan al desarrollo de la red intermodal para el transporte de mercancías y a la consecución de unos servicios de transporte marítimo más seguros y respetuosos con el medio ambiente. Se previó una inversión en materia de puertos de 22.480 millones de euros reconociendo, el PEIT, el avance fundamental que supuso la consolidación del nuevo sistema de gestión desarrollado a partir de la ley 27/1992 de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.

Las inversiones portuarias se dirigen, en consonancia con los objetivos del PEIT, hacia las infraestructuras necesarias para hacer frente a la demanda prevista y hacia la prestación de servicios seguros. Se deja autonomía a las autoridades portuarias a la hora de definir las actuaciones concretas, al igual que se prevé que dichas inversiones sean autofinanciadas por las autoridades portuarias mediante sus propios recursos o mediante la apelación a los mercados financieros. No obstante, el PEIT prevé que el plan sectorial defina los requerimientos mínimos que el conjunto del sistema portuario ha de ofrecer a los agentes de la cadena intermodal para el transporte internacional, intraeuropeo y doméstico.



Por otra parte, el PEIT recoge el concepto de «Autopistas del Mar» establecido por las instituciones comunitarias como una alternativa a los servicios de transporte intraeuropeo "puerta a puerta" por carretera. En este sentido, el PEIT establece una serie de mecanismos de apoyo para la consolidación de las Autopistas del Mar, como son las ayudas a la financiación de los buques asignados a



Barco remolcador navegando en la bocana del puerto en Las Palmas.

estos servicios, las ayudas a su puesta en marcha inicial o una programación de actuaciones en materia de accesos terrestres a puertos viarios y ferroviarios y, por otro, el impulso del transporte marítimo de corta distancia como alternativa de encaminamiento del transporte por carretera en determinados flujos con problemas de congestión y sostenibilidad ambiental, como ocurre en el caso del paso de los Pirineos, que es atravesado actualmente por 20.000 camiones diarios en ambos sentidos. Se trata de soluciones intermodales con un elevado impacto en el sistema de transporte y que tienen en el sistema portuario y en el transporte marítimo su motor de desarrollo.

Las previsiones de crecimiento del tráfico portuario, consecuencia tanto del desarrollo físico de las infraestructuras como del desarrollo normativo, gracias al cual ha prosperado una oferta de servicios portuarios ágil, eficiente, competitiva y moderna, ponen de manifiesto la importancia estratégica del sistema portuario para el abastecimiento de materias primas industriales (petróleo, carbón, gas, clinker de cemento), para el tráfico de contenedores de importación y exportación que dan soporte al comercio de productos manufacturados y semimanufacturados para consumo final, estrategias internacionales de distribución del tráfico de contenedores, plataformas de tránsito, tráfico de pasajeros de crucero, etcétera.

25 años en Salvamento Marítimo

La Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR) fue creada, en 1992, por la Ley 27/92 de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, que define el fin de la Sociedad de esta manera: "Constituye el objeto de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima la prestación de los servicios públicos de salvamento de la vida humana en la mar, y de la prevención y lucha contra la Contaminación del medio Marino, la prestación de los servicios de seguimiento y ayuda al tráfico marítimo, de seguridad marítima y de la navegación, de remolque y asistencia a buques, así como la de aquellos complementarios de los anteriores"

SASEMAR es una Entidad Pública Empresarial adscrita al Ministerio de Fomento a través de la Dirección General de la Marina Mercante y es garante de la seguridad, la vigilancia y la prevención frente a la contaminación en nuestros mares.

Desde que comenzase su actividad ha atendido una media de 33 personas al día, asistiendo a una media de 8 buques, en situación de peligro, al día, y ha controlado, en los dispositivos de separación de tráfico y en el ámbito del tráfico portuario, un promedio de 800 buques al día.



Embarcación de Salvamento Marítimo. Salvamar Antares.





El gran despegue

La evolución en infraestructuras aeroportuarias en los últimos cuarenta años ha supuesto que España cuente hoy con 48 aeropuertos comerciales, gestionados por AENA, por los que en 2017 transitaron cerca de 250 millones de pasajeros, lo que supera en 19 millones el registro de 2016. Una cifra impensable cuando nuestro país despertaba al fenómeno de la aviación comercial, con dos aeropuertos nacionales en construcción, en Madrid y Gran Canaria, y con el de Barcelona en proyecto, allá por los años treinta.

Julia Sola Landero

Señalización nocturna de la pista 1 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

A día de hoy, España es uno de los tres destinos favoritos del turismo y ocupa el segundo lugar del mundo en llegadas de turistas internacionales, sólo superada por Francia, y seguida de Estados Unidos, China, Italia y México. Pero no sólo turismo. El pasado año también se alcanzaron cifras récord en transporte de mercancías: más de 918.305 toneladas, lo que supone un 15% más que en 2016. Registros que sitúan a nuestro país el tercero de Europa por volumen de tráfico aéreo, tras Reino Unido y Alemania, lo que supone un 12% del total de pasajeros y el 11% de las operaciones del total europeo. Prácticamente el 80% de los viajeros que recibe España llega en avión y los aeropuertos españoles tienen conexiones por vía aérea con más de 130 países a través de 190 compañías aéreas.



Interior del edificio de la T4 en el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

Estas cifras explican que el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas fuera en 2017 el quinto en el ranking europeo por pasajeros transportados, mientras que Barcelona-El Prat ocupó el sexto lugar. Además, otros cinco aeropuertos españoles superaron los 10 millones de pasajeros: Palma de Mallorca (27,9 millones); Málaga-Costa del Sol (18,6 m); Alicante-Elche (13,79 m); Gran Canaria (13 m), y Tenerife Sur (11,2 m).

Para atender tal volumen de tráfico, el conjunto de las infraestructuras aeroportuarias en España ha multiplicado por seis su capacidad en las últimas cuatro décadas. Actualmente las instalaciones suman 167 km2 (cuatro veces la superficie de Bilbao). El crecimiento de las infraestructuras aeroportuarias ocurrido en las últimas décadas ha sido necesario para seguir el ritmo de unos tiempos en los que el transporte aéreo ha desbordado sus propias previsiones y ha trascendido las cifras, para convertirse en uno de los pilares de la economía globalizada (sólo en España, el turismo representa el 11% del PIB nacional).

Mirada retrospectiva

Hace cuarenta años, en 1978, con un panorama muy distinto, comienza la democracia en España de la mano de la Constitución. Por aquel entonces había una treintena de aeropuertos comerciales de modestas dimensiones, la mayoría eran lugares de paso con una reducida oferta comercial y de servicios. Habría de esperar hasta la década de los ochenta para que se produjera el gran despegue de las infraestructuras aeroportuarias pues fue, a partir de esos años, cuando la curva de crecimiento ascendería hasta las 48 instalaciones comerciales actuales, sin contar los aeródromos impulsados por las comunidades autónomas, entidades locales y el sector privado, como los de LLeida-Alguaire (2010), Andorra-La Seu de Urgell (reabierto en 2010) Castellón-Costa del Azahar (2011), Teruel (2013) o Murcia-Corvera (terminado en 2012).

Existe un pico en esa curva durante los primeros años del siglo XXI, años de gran crecimiento económico de España, durante los cuales se realizaron grandes inversiones en infraestructuras de transporte y con el *boom* inmobiliario en casi todas las provincias se construyó un aeropuerto. En esos primeros años había 41 y se levantaron siete más, incluyendo los helipuertos de Ceuta y Algeciras. En algunos casos, como el de Castellón, Ciudad Real o Logroño, los nuevos aeropuertos no tuvieron el éxito comercial esperado debido, entre otras cosas, a la crisis económica que estalló en 2008.

Al margen del crecimiento puntual de aeropuertos locales, la evolución de las infraestructuras aeroportuarias durante los últimos cuarenta años



Aeropuerto de Bilbao.
Sala de mostradores de facturación.

ha sido sostenida, dado que el crecimiento imparable de los sectores del turismo y de negocios han hecho necesario acompasar el ritmo de crecimiento a la pujante realidad socioeconómica y crecer en superficie, en servicios y en accesos, además de mejorar los aspectos tecnológicos. Dada la posición periférica de España, respecto del mapa europeo, y la existencia de territorios no peninsulares, cobra especial importancia contar con infraestructuras preparadas para soportar el creciente tráfico aéreo.

Nuevo concepto

Además de su crecimiento cuantitativo, los aeropuertos han evolucionado en concepto y diseño hacia equipamientos más complejos, más seguros y pensados para atender a diferentes demandas del viajero al margen del viaje. Las terminales han trascendido su propósito funcional, el transporte de masas, para convertirse en espacios avanzados en tecnología, abanderados a veces del orgullo nacional, que muestran la primera imagen de un país. Un mundo aparte donde las personas esperan, compran, trabajan, se alimentan y descansan, y donde se encuentran tiendas, bancos, peluquerías, capillas, calles comerciales o restaurantes.

Nada que ver con los aeródromos de los años setenta, concebidos como meras máquinas de funcionar. A partir de los ochenta comienzan a crecer con fuerza nuevas áreas comerciales y de ocio con los que se inaugura el nuevo modelo de servicio al cliente que suma valor añadido al viaje. El aeropuerto deja de ser un anodino lugar de paso para convertirse en un atractivo espacio multiservicio. Con la llegada de nuevos tiempos, se imponía una nueva cultura de gestión aeroportuaria acorde a las nuevas tendencias europeas. A día de hoy, las áreas de servicio en los aeropuertos españoles ya ocupan un área total de 220.000 m2, y en ese camino, los aeropuertos más importantes han devenido en ciudades aeroportuarias, en islas con vida propia que extienden una potente influencia socioeconómica en todo su entorno urbano.

A partir de los años 80 comienza un nuevo modelo de servicio al cliente que suma valor añadido al viaje

Dos factores explican esta tendencia hacia la diversificación: por una parte, la necesidad de aumentar y mejorar la capacidad de las instalaciones aeroportuarias ante el gran crecimiento del tráfico aéreo de las últimas décadas y por otra, la disminución de presupuestos públicos ha obligado a buscar diferentes fuentes de financiación. Por último, la liberalización de los servicios de transporte aéreo y la irrupción de las compañías de bajo coste han aumentado la competencia en toda la cadena industrial de la aviación e impulsado el fenómeno de la diversificación.

Pero no sólo hubo cambios en ese sentido, también los nuevos tiempos trajeron otro tipo de revolución: la creciente marea de automóviles que llegaba a los aeropuertos desbordaba su capacidad. Una situación que hubo que abordar mediante la construcción de amplias áreas de aparcamiento asfaltadas al lado de las terminales de pasajeros y de carga. De la misma forma, se proyectaron estacionamientos verticales para lograr un mayor número de plazas. Y con el fin de reducir tiempos y distancias a realizar por pasajeros y usuarios, llegaron los ascensores, montacargas, escaleras mecánicas y pasillos rodantes. La rapidez y la comodidad se imponían.

Un año clave

En la década de los 80 las tasas de producción en España suben exponencialmente. Sólo entre 1985 y 1990 se crearon 400.000 puestos de trabajo. En 1986, España se incorpora a la Comunidad Económica

Europea (CCE) y llega gran cantidad de capital extranjero que contribuye a la recuperación económica. Pero el gran despegue de las infraestructuras aeroportuarias en España ya había empezado a gestarse en 1985, año en el que se firma el acuerdo Schengen, que entrará en vigor en 1995 y que establece un espacio común por el que se permite la libre circulación de personas que hayan llegado regularmente a través de una frontera exterior o sean residentes en uno de los países firmantes del acuerdo. Por otra parte, España ya se preparaba para la gran avalancha de visitantes que se esperaba recibir con los Juegos Olímpicos de Barcelona y la Exposición Universal de Sevilla de 1992. Y no sólo eso; también era la gran oportunidad para España de mostrarse al mundo como un país moderno, innovador y eficaz.

En esa revolución incipiente y en la búsqueda de eficacia, el 2 de noviembre de 1991, se constituye AENA que se encargará de la gestión de los aeropuertos españoles y, a partir de 1992, también de la navega-



Interior del aeropuerto de Málaga-Costa del Sol.

ción aérea. Hasta entonces, esa labor había dependido del OAAN (Organismo Autónomo Aeropuertos Nacionales), escindido a su vez de la aviación militar, de la que se había separado apenas 10 años antes. El objetivo: sentar las bases de la apertura a la competencia privada del sector, al igual que había sucedido en el resto de Europa. Más adelante, por Orden Ministerial de 7 de junio de 2011, se acordó el inicio de la actividad de Aena Aeropuertos, S.A., que se encargará de las funciones y obligaciones que la entidad pública empresarial AENA ejercía en materia de gestión y explotación de los servicios aeroportuarios. En el año 2014 Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea se convirtieron en ENAIRE, ente que asumió el 100% de las acciones de AENA y coordinó la operación de privatización del 49% de su capital. Una reforma cuyo objetivo era mejorar la gestión de la red de aeropuertos, mientras que el Estado, a través del Ministerio de Fomento, se reserva el control de operaciones aeroportuarias. A día de hoy, AENA gestiona 75 aeropuertos en todo el mundo, lo que le sitúa en segundo lugar del ranking de aeropuertos a nivel mundial por volumen de ingresos.

Con la llegada del siglo XXI y la bonanza económica llegan nuevas infraestructuras

Cambio de siglo

Con la llegada del siglo XXI y la bonanza económica llegan nuevas infraestructuras. En 2003 se abrieron los nuevos aeropuertos de Logroño-Agoncillo, en el espacio que ocupaba un pequeño aeródromo de 1928 prácticamente sin actividad; de Albacete, tras la transformación del aeródromo militar de Los Llanos; de Burgos, primer aeropuerto de titularidad municipal en España, levantado sobre terrenos donde desde 1929 operaron aeronaves militares y que fue inaugurado como aeropuerto comercial en 2008; de Huesca-Pirineos, levantado sobre el Centro de Vuelo de Monflorite-Alcalá del Obispo de 1930, y calificado en 2000 como aeropuerto de interés general. En Huesca-Pirineos, tras ejecutar un Plan Director aprobado en 2001, en 2007 entraron en funcionamiento una nueva Área Terminal y un nuevo Campo de Vuelos que responden a una previsible demanda de 160.000 pasajeros/año. Además, se abrieron los helipuertos de Ceuta (2004) y Algeciras (2010).

Los nuevos aeropuertos se suman a las renovadas instalaciones de los existentes. Porque en la mayoría de ellos se realizan obras sustanciales de mejora. Entre otros, el aeropuerto de Bilbao, donde se pusieron en servicio, en 2011, una renovada sala de llegadas, totalmente cerrada y climatizada, ocho nuevos ascensores y dos rampas de conexión entre la planta de llegadas y la galería



Aeropuerto de Bilbao. Vista exterior.

que une con el aparcamiento. En los años 80 se habían modernizado las instalaciones de la torre de control y se construyeron un nuevo centro de comunicaciones, una nueva terminal de pasajeros, actualmente en desuso y se ampliaron la plataforma de estacionamiento de aviones y la de vehículos para pasajeros, y se construyó la terminal de carga. En 1996 se construyó una nueva plataforma de estacionamiento de aviones. En 1999 entró en servicio la actual torre de control diseñada por Santiago Calatrava, conocida como El Halcón por su forma de ave y por estar situada frente a la nueva terminal, también diseñada por este arquitecto y conocida como La Paloma. Con la nueva terminal se pretendía conseguir capacidad para dar servicio a cinco millones de pasajeros al año, entró en funcionamiento en el año 2000 y tiene 32.000 m2 divididos en tres plantas con un espectacular diseño diáfano y luminoso. En 2017 pasaron por sus instalaciones 4.973.712 pasajeros, se operaron 46.989 vuelos y se movieron 1.956 toneladas de carga.

En el aeropuerto de Pamplona se demolió parcialmente la terminal de pasajeros en 1991 y al año siguiente comenzó la construcción de un nuevo edificio de 2.600 m2. En 1993 se inició la ampliación de la urbanización y el aparcamiento. Entre 2005 y 2010 se abrió una nueva terminal que incluyó la ampliación de la plataforma de aeronaves y del aparcamiento de vehículos, y una nueva torre de control. En 2010, la pista aumentó su longitud en 200 metros pasando a medir 2.407 m. En 2017 registró un total de 165.604 pasajeros, 5.683 movimientos de aeronaves y 7,3 toneladas de carga.

Alicante-Elche alcanzó los dos millones de pasajeros en 1978, lo que obligó a reformar la terminal de pasajeros y ampliar el estacionamiento de aviones en 60.000 m2 y la longitud de la pista hasta los 3.000 metros. En 1996 se realizó una profunda reforma que permitió gestionar a nueve millones de pasajeros anuales. Para el embarque se instalaron cinco pasarelas telescópicas y se levantó un nuevo edificio de oficinas para compañías aéreas, centro de operaciones y área de negocios. También se amplió la capacidad del aparcamiento de vehículos y la plataforma de aviones. En 2011 se abrió una nueva terminal con capacidad para atender a cerca de 6.000 pasajeros a la hora y 20 millones de pasajeros al año, para lo que, además de un nuevo edificio, se construyó un dique de embarque, un aparcamiento y nuevos viales de acceso. En 2017 registró un tráfico de 13.713.081 pasajeros, 95.322 operaciones y 5.365 toneladas de carga.

El aeropuerto de Valencia comienza una nueva andadura en 1983, con la apertura de una nueva terminal que sustituye a la construida en los años sesenta. En 2007 entró en funcionamiento la primera ampliación del aeropuerto que incluyó una nueva terminal para aviación regional, la construcción de otra terminal para aviación privada y un edificio de aparcamiento, además de la ampliación de la pista de vuelo. En 2012 se abrió la segunda ampliación del aeropuerto: otra terminal conectada a la principal con 20 mostradores más de facturación, una nueva sala de recogida de equipajes y un nuevo edificio de aparcamiento. En 2017, el aeropuerto gestionó 6.745.394 pasajeros, 68.041 operaciones y 13.125 toneladas de mercancías.

En el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol, el más importante de Andalucía y cuarto en importancia en España, AENA concluyó en 2011 una nueva pista, construida dentro del proyecto de ampliación del campo de vuelo: 1.980.000 m2, de los que 860.000 corresponden a área aeronáutica y que incluye una calle de rodaje paralela a la pista en toda la longitud, cuatro calles de acceso a pista, seis calles de salida, cuatro de ellas de sa-

Helipuertos

El helipuerto de Ceuta, inaugurado en 2004, es el primero de España construido y gestionado por AENA. Su fin es garantizar la accesibilidad de la ciudad autónoma por aire y dar servicio a la demanda de tráfico aéreo existente. Emplazado en el puerto de Ceuta, sobre un terreno ganado al mar, al norte de la ciudad, está compuesto por una plataforma de estacionamiento de helicópteros, una terminal de dos plantas, una central eléctrica y un edificio para el servicio de salvamento y extinción de incendios.

Ceuta ha contado con vuelos a Málaga desde 2004 y a Algeciras desde 2010. El helipuerto también sirve de base para el servicio sanitario aéreo de Ceuta. Actualmente se operan vuelos privados y de aerotaxi, y en 2017, el helipuerto gestionó 17.827 pasajeros y 2.522 operaciones.

El helipuerto de Algeciras está ubicado en el puerto Bahía de Algeciras, completa y mejora las comunicaciones entre la península y la ciudad de Ceuta. Inaugurado en 2010, cuenta con la terminal de pasajeros que forma parte de la ya existente en el puerto de Algeciras y que fue adaptada para servir también al helipuerto. La plataforma de despegue y aterrizaje, de 2.400 m2 de superficie, se encuentra situada en la cubierta del aparcamiento del puerto que también acoge las instalaciones de bomberos y de mantenimiento, zonas ambas unidas a través de pasarelas. En 2017, el helipuerto gestionó 10.589 pasajeros y 1.376 movimientos de aeronaves.



Carteles de señalización interior en el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol.

lida rápida y dos calles de conexión con el campo de vuelos existente, además de un plataforma de estacionamiento de aeronaves con capacidad para 27 aeronaves. En 2017, el aeropuerto registró un total de 165.604 pasajeros, 5.683 movimientos de aeronaves y 7,3 toneladas de carga.

En la carrera de la modernización y el impulso económico, el aeropuerto de Jerez ha llegado a ser uno de los más activos de España. En 1993, la base aérea de La Parra se traslada a la base militar de Morón de la Frontera (Sevilla) y el aeropuerto pasa a ser completamente civil. En 2007 el Ayuntamiento de Jerez y AENA sellaron un acuerdo para creación de un área de actividades aeroportuarias conocido más tarde como Polo Aeronáutico de Jerez, para acoger una zona de desarrollo industrial, un área tecnológica y un semillero de empresas. En 2011 entró en servicio la nueva estación ferroviaria del aeropuerto, que permite a los viajeros desplazarse en cercanías hasta la estación de Jerez en diez minutos. Tras las recientes ampliaciones, el aeropuerto cuenta con 21 mostradores de facturación y 7 puertas de embarques. Actualmente tiene capacidad para tres millones de pasajeros.

Se ejecutan también grandes infraestructuras aeroportuarias: la Terminal 4 en Madrid en febrero de 2006; la Terminal 2 en Barcelona en junio de 2009; la Terminal 3 en Málaga en marzo de 2010, la ampliación de



Alicante con nueva terminal que cuenta con un edificio de aparcamiento de cinco plantas y pasarelas de conexión entre las instalaciones; y Valencia inaugura su Terminal 2 en agosto de 2012.

Madrid-Barajas

A día de hoy, los aeropuertos de aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas y Barcelona-El Prat suman el 40,4% de los pasajeros, el 32,7% de las operaciones y el 68,3% de las mercancías que se mueven en España. Madrid aporta el 21,4% de pasajeros, el 17,8% de aeronaves y el 51,3% de mercancías.

Para llegar hasta aquí, ambos aeropuertos han evolucionado radicalmente durante las últimas décadas. El aeropuerto de Adolfo Suárez Madrid-Barajas empezó su metamorfosis en los años setenta. En 1982, de cara al campeonato mundial de fútbol, se ampliaron las dos terminales existentes entonces, lo que supuso disponer de 78.000 m2 en la Terminal Internacional, 80.000 en la Nacional y 2.000 en el Puente Aéreo.

Los nuevos espacios se diseñaron pensando que no se saturarían hasta el año 2000, sin embargo, en 1988 ya se rozaba la saturación por lo que



Vista exterior de los aparcamientos de la T4 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

hubo que poner en marcha un Plan Director que incluía un programa de creación de infraestructuras durante 15 años y un plan de acción urgente. A lo largo de los años noventa las transformaciones se suceden con rapidez: se construye el edificio de interconexión entre la Terminal Internacional (T1) y la Terminal Nacional (T2) y se moderniza la torre de control; se abre el Dique Norte (actual T3) y una nueva torre de control. En 1999, la construcción de la Tercera Pista conllevó la ampliación de la zona de embarque internacional mediante la creación del Dique Sur (actual T1), que sumó 25.000 m2 a la superficie de terminales. Por último, se abrió una nueva pista con 4.400 metros longitud y 60 de anchura. Como colofón, en 1999 el Metro enlaza el aeropuerto desde la estación Mar de Cristal y llega hasta Nuevos Ministerios en 2002.

Empezando el nuevo siglo, Barajas pasa de los 16 millones de pasajeros de 1990 a los 32 de 2000. Sin embargo, se preveía que en pocos años el tráfico aumentaría hasta los setenta millones de pasajeros al año. Se hacía imprescindible acometer nuevas ampliaciones que cambiarían radicalmente el aeropuerto. Los arquitectos Antonio Lamela y Richard Rogers y los ingenieros Carillion, proyectaron las nuevas terminales T4 y su satélite T4S, separadas entre sí por 2,5 kilómetros y conectadas bajo tierra por un tren sin conductor, dos pistas con una capacidad para 120 vuelos a la hora, y la Torre Oeste, inaugurada en 2006 junto con la T4, para gestionar los movimientos de las aeronaves en tierra en torno a dicha terminal.

Los aeropuertos de Madrid y Barcelona suman el 40,4% de los pasajeros, el 32,7% de las operaciones y el 68,3% de las mercancías que se mueven en España.

Cuando se puso en marcha esta nueva terminal, en 1999, el resto de ellas tenían una ocupación del 100%, lo que impedía operar más vuelos y ampliar su oferta de compañías. La T4 tiene capacidad para 35 millones de pasajeros al año. Sus cifras: 470.000 m2, seis plantas sobre rasante y tres subterráneas, 76 puertas de embarque, 174 mostradores de facturación y una zona de embarque con 37 pasarelas. La T4-Satélite tiene capacidad para 15 millones de pasajeros al año y suma 290.000 m2 distribuidos en tres plantas con 67 puertas de embarque.

Barcelona-El Prat

Como ya se ha dicho, el aeropuerto de Barcelona-El Prat es, junto al aeropuerto de Madrid – Barajas, uno de los que más movimiento genera en España. Barcelona-El Prat aporta el 19% de pasajeros, el 14,9% de operaciones y el 17% de mercancías del total nacional.

El aeropuerto de Barcelona tiene un antes y un después de 1992. Los Juegos Olímpicos rompieron una racha de estancamiento de tráfico y de inversiones que venía sufriendo desde los años setenta. La primera terminal en estrenarse fue la del puente aéreo (la antigua terminal C) en 1991, con el que se inaugura el concepto de llegar y volar, abriéndose ese mismo año la terminal A de vuelos internacionales y en 1992 entraría en servicio la renovada terminal B, que mantuvo la estructura del antiguo edificio de 1968. Ésta se remodeló de cara a los juegos olímpicos, según proyecto del Taller de Arquitectura Ricardo Bofill y se cons-

truyeron las terminales A y C. El aeropuerto inauguró un nuevo concepto de espacio más diáfano, más amable, más para vivir que para pasar de largo, y más para mostrarse y hablar de la ciudad y de la modernidad en ciernes que habría de acompañarla. La nueva terminal presenta una solución lineal reforzada por la creación de una calle peatonal en altura que separa el lado tierra del lado aire y agrupa los cuatro elementos modulares que albergan salas de preembarque con servicios comerciales y de ocio, rodeados de una galería acristalada para la circulación de los pasajeros que desembarcan. Y subrayando la grandeza que quería conseguirse, destaca el atrium central de la terminal, apoyado sobre cuatro esbeltas columnas se encuentra un espacio amplio, diáfano y luminoso desde donde observar una perspectiva del edificio.

Después de 1992, el aeropuerto siguió creciendo. En 1996 se abrió una nueva torre de control con el objetivo de pasar de 6 millones de pasajeros al año a 12 y aumentar la capacidad de estacionamiento de aeronaves de 34 a 62, de las cuales 24 estarían en contacto con la terminal a través de fingers.

Retos futuros

El desarrollo sostenido de las terminales españolas, a lo largo de las últimas décadas, ha hecho que cuenten con una ventaja que en muchas ciudades de Europa aún está por conseguir: capacidad física para absorber el crecimiento previsto del mercado. Lejos quedan situaciones críticas de saturación extrema de las instalaciones. Y esta previsión es una ventaja que facilita que las infraestructuras españolas puedan afrontar nuevos compromisos y mejoras relacionados con la seguridad, comodidad, accesibilidad y protección ambiental. En este último aspecto, entre los objetivos planteados por la industria, en pleno proceso de cambio climático, está lograr el crecimiento cero de emisiones de CO2 a partir de 2020, la reducción del 50% de las emisiones totales del sector para el año 2050, respecto del 2005 y que el 40% del combustible utilizado en aviación sea sostenible

Para dar cumplimiento a los compromisos adquiridos en la política de la calidad y la política medio ambiental y energética, AENA ha impulsado la implantación y certificación del Sistema de Gestión Integrado (SGI), de acuerdo con las normas internacionales ISO 9001 e ISO 14001 en todas sus instalaciones. El objetivo del SGI es optimizar la información relativa a la gestión de la calidad y el medio ambiente, y también cumplir las normas internacionales en materia ambiental y energética, y la verificación periódica de su grado de cumplimiento. Pero sobre todo, este sistema facilita la toma de decisiones y la definición de programas y estrategias, al permitir conocer las características naturales del entorno en el que se ubican las instalaciones de AENA y las actividades que pueden influir en su conservación. Como resultado, el sistema está contribuyendo a disminuir las emisiones de gases contaminantes, mejorar al tratamiento de los vertidos, reducir la contaminación acústica y garantizar un correcto tratamiento de residuos. Además de este sistema, algunos aeropuertos como el de Tenerife Sur y Menorca, se han adherido al Sistema Comunitario de Gestión y Auditoría Medioambiental (EMAS), que pretende conseguir una gestión transparente y eficiente desde el punto de vista ambiental y potenciar el desarrollo sostenible de sus actividades.

Por otra parte, los aeropuertos de AENA se encaminan hacia la implantación de energías renovables. En ese camino se han instalado dos aerogeneradores en el aeropuerto de La Palma, pionero en el uso de energía eólica como fuente de energía primaria en la aviación internacional; también se han instalado paneles solares térmicos en la azotea del aeropuerto de Palma de Mallorca para suministrar agua caliente sanitaria (ACS) al edificio durante el verano, mientras que en invierno se incorpora al circuito de calor que proporciona la calefacción en la terminal. Existen también sistemas de ACS me-

En 2004 se construyó una tercera pista y se amplió la pista principal, lo que ha permitido que pueda alcanzar las 90 operaciones por hora. La redacción de un Plan Director cuyo objetivo es convertir el aeropuerto como referencia del sur de Europa, en cuyo desarrollo se ha construido la terminal T1, situada entre pistas y concebida como un gran centro de operaciones logísticas y de servicios; se ha remodelado la terminal T2 y ampliado y renovado las áreas comerciales de ambas terminales. El Plan Director incluye también la urbanización de más de 300 hectáreas como zona de servicios para el desarrollo industrial y comercial del aeropuerto; la puesta en funcionamiento del parque aeronáutico de 90 hectáreas para instalar hangares de mantenimiento; y la construcción de una city con un parque de oficinas y hoteles, son otros proyectos previstos en el Plan Director.

El resultado de estas actuaciones se traduce en cifras: de los 11.727.814 pasajeros registrados en 1995 se ha pasado a los 47.284.500 de 2017, junto con 323.539 operaciones y 156.105 toneladas de carga, una de las medias de crecimiento más elevadas de Europa.

Retos
futuros

diante energía solar térmica en los aeropuertos de La Gomera, León y Salamanca, y estudios de energías renovables para los aeropuertos de Gran Canaria, Málaga-Costa del Sol y Seve Ballesteros-Santander. Además, en los aeropuertos Adolfo Suárez Madrid-Barajas y Bilbao se han instalado plantas de cogeneración energética destinadas a reducir el consumo de combustibles. Estas plantas aprovechan el calor de los gases de escape de los motogeneradores de energía eléctrica y el frío de su refrigeración de baja temperatura, para alimentar el sistema de calefacción y el de aire acondicionado. Adicionalmente, los motores tienen acoplados generadores eléctricos que producen la electricidad para el área terminal.

Por otra parte, el futuro de los aeropuertos va de la mano de la mejora de las infraestructuras de accesibilidad y movilidad. Para ello AENA está trabajando en dos áreas de actuación: movilidad sostenible y planes de movilidad, cuyos objetivos son los de facilitar el acceso y reducir los tiempos de desplazamiento desde y hacia el aeropuerto y, por tanto, reducir las emisiones contaminantes.

En 2017 el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas renovó la certificación de nivel 2 del programa "Airport Carbon Accreditacion", otorgado por el Consejo Internacional de Aeropuertos (ACI Europe) una acreditación que reconoce el esfuerzo del Aeropuerto para reducir sus emisiones de CO2. Se trata de un programa voluntario de certificación anual en el que se deben establecer compromisos ambientales concretos dentro de un proceso de mejora continua. Para ello, los aeropuertos que participan en nivel 2, comunican anualmente sus emisiones de CO2 junto con las medidas de reducción puestas en marcha. En este caso, las medidas implantadas por el aeropuerto madrileño fueron la instalación de tecnologías LED en el sistema de alumbrado; sustitución de escaleras mecánicas, pasillos móviles y ascensores por otros con menor consumo energético; instalación fotovoltaica en el parking P2, y obras de la pista 18R36L que permiten un ahorro energético debido a la mayor eficiencia de las balizas instaladas. Todas estas actuaciones han supuesto un ahorro total de 1.474,5 MW/h en 2016 lo que se traduce en una reducción de emisiones a la atmósfera de 315,54 TCO2.

En España, además del Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, dentro del programa ACA se encuentran los aeropuertos de Barcelona-El Prat y Palma de Mallorca con el Nivel 2 y Málaga-Costa del Sol, Menorca y Lanzarote que han sido reconocidos recientemente con el Nivel 1.

Sevilla

El aeropuerto de Sevilla-San Pablo también vivió su cambio más profundo en 1992, de cara a la Exposición Universal celebrada en la capital andaluza. El tráfico de pasajeros pasó del millón registrado un año antes a los ocho millones de personas durante los seis meses que duró la Expo'92. La nueva terminal disponía de una capacidad operativa para atender hasta 4.300 pasajeros en hora punta, frente a los 900 que podían procesarse en las instalaciones anteriores. Las obras realizadas para absorber ese incremento incluyeron la ampliación de la plataforma de estacionamiento de aeronaves hasta los 200.000 m2, la creación de un nuevo acceso desde la Nacional IV, la remodelación de la terminal de pasajeros existente y la construcción de una nueva, proyecto de Rafael Moneo, que rememora algunos elementos de la arquitectura andaluza: la mezquita, el palacio y un patio de naranjos para recibir al viajero. Quedaba así patente la tendencia de los nuevos tiempos, un aeropuerto con identidad propia que simbolice el espíritu de la ciudad que representa.

El aeropuerto consta de tres construcciones diferenciables entre sí por el tamaño, la geometría, la forma, la posición, la orientación solar y los usos; y respectivamente destinadas a aparcamiento, vestíbulo y áreas de embarque. Actualmente AENA prepara la inminente reforma y ampliación de la terminal de pasajeros, proyectada también por Rafael Moneo, que comenzará en 2019. La actuación incluye la ampliación de la terminal, tanto en la zona Norte como en la Sur, con un nuevo vestíbulo de llegadas, la construcción de tres nuevas pasarelas, la ampliación de la zona de embarque y una nueva zona de recogida de equipajes. La previsión es que las obras concluyan en 2021 quedando el aeropuerto preparado para acoger a 10 millones de pasajeros, además contará con mejor accesibilidad, mayor seguridad y más comodidad para los pasajeros, objetivos prioritarios de las obras. En conjunto, la actuación supondrá la ampliación de la primera planta de la zona sur en 4.000 m2, que los espacios comerciales sumen 4.500 m2, y que las propias salas de embarque se amplíen en 1.700 m2 más. Con respecto a la zona norte de la terminal, habrá un mayor espacio para embarques y desembarques y un área de control de pasaportes adaptada a la normativa actual. Por último, se remodelará la plataforma de estacionamiento de aeronaves a fin de reducir la distancia que recorren los pasajeros.

En 2017 el aeropuerto de Sevilla recibió 5.108.807 pasajeros, llevó a cabo 48.660 operaciones y movió 10.709 toneladas de carga. Los 61.940 m2 de la terminal cuentan con 35 mostradores de facturación, seis cintas para la recogida de equipajes y cinco para la facturación, la pista puede acoger hasta 25 vuelos por hora. La plataforma de estacionamiento tiene capacidad para 31 aeronaves y dispone de más de 3.700 plazas de aparcamiento.



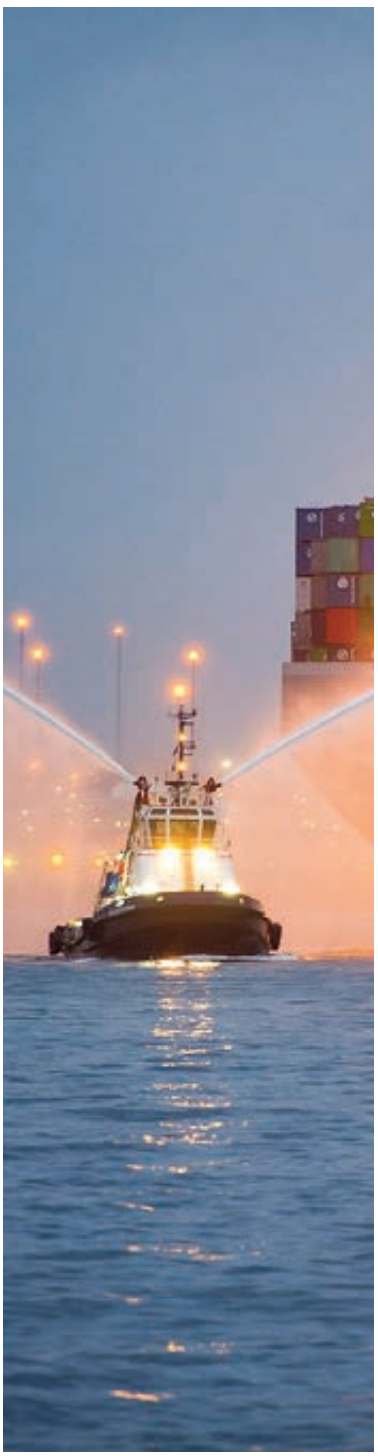
Torre de control del aeropuerto de Sondika. Bizkaia.

Tierra



Túneles de Despeñaperros.

Agua



Barco entrando en el puerto de Algeciras.

Aire



Torre de Control Aeropuerto de Madrid.

40 años

Avances en tierra, agua y aire

Javier R. Ventosa

Tierra

Autovía A-38. Tramo Gandía- Xeresa. Valencia.



carreteras

Enlace con A-92, Sevilla.



El despegue de la red

La red viaria española accedió a la modernidad desde mediados de los años 80 con la puesta en marcha del Plan General de Carreteras 1984-1991, iniciativa del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo que supuso el punto de partida de la actual red de gran capacidad mediante la implantación del modelo de autovías libres frente al de autopistas de peaje. El Plan, dotado con un presupuesto de 2,7 billones de pesetas y con otros programas de mejora de las carreteras, se prolongó hasta 1993 y a su término se habían construido casi 3.500 kilómetros de autovías, que cambiaron la forma de viajar en España, desde entonces más segura, cómoda y rápida.



M-30. Madrid.





Por primera vez autovías de norte a sur

En el periodo 1990-2010, la red estatal de gran capacidad registró el mayor desarrollo de su historia, triplicando su longitud, con actuaciones como el cierre de las autovías con origen en Madrid y la construcción de nuevos ejes transversales, entre ellos las autovías Ruta de la Plata, del Cantábrico, del Mediterráneo, de Castilla y Mudéjar. La red está integrada hoy por más de 12.000 km de autovías y autopistas (más otros 5.000 km de autonomías y diputaciones), que vertebran el territorio peninsular, y es una de las más modernas de Europa. Este esfuerzo fue producto de la prioridad que los sucesivos ministerios dieron a la carretera en este periodo y se realizó con abundantes fondos comunitarios.

Navia-Tapia de Casariego. Asturias

La ingeniería vence a la orografía española

La red de gran capacidad ha doblegado la difícil orografía española con un gran número de obras de ingeniería de elevada complejidad, como reflejan la variante de Despeñaperros en la A-4, los trazados del acceso a Galicia en la A-6, de la A-8 en Asturias o de la A-7 en la



costa granadina, y los viaductos de la Concha de Artedo y Montabliz. La última gran incorporación es el puente de la Constitución de 1812, principal elemento del nuevo acceso a Cádiz, una estructura que sobrevuela la bahía gaditana y que ostenta varios récords: es el puente más largo de la red española (3.092 metros) y el de mayor luz (540 metros), así como el segundo con mayor gálibo del mundo (69 metros). Está en servicio desde septiembre de 2015.



Puente de La Constitución. Cádiz.



Autovía de Extremadura, Túneles de Miravete. Cáceres.



Máquina de asfaltado realizando labores de mantenimiento.

La conservación se revoluciona

La Dirección General de Carreteras implantó entre 1988 y 2009 un nuevo modelo de conservación de la red estatal que externaliza la gestión del servicio de explotación y mantenimiento –históricamente a cargo de la Administración–, aunque mantiene la dirección del mismo. El modelo, basado en contratos de conservación integral, divide la red en 139 sectores geográficos de conservación, cada uno de ellos a cargo de un Centro de Explotación y Conservación que desarrolla la labor con personal y medios de las empresas. La experiencia en los 30 años de aplicación de este modelo avala su eficacia, con mejoras en términos de productividad, flexibilidad y optimización de recursos, habiendo sido replicado por otras administraciones.



Máquina quitanieves realizando labores de mantenimiento vialidad invernal.



A-66 Calzada Valdulciel Salamanca.

Tierra



ferrocarril



Tren AVE en circulación.

Llega la alta velocidad

En abril de 1992, España ingresó en el reducido club de la alta velocidad con la inauguración de la línea Madrid-Sevilla (471 km, con paradas en Ciudad Real, Puertollano y Córdoba), recorrida hoy por los trenes AVE a una velocidad máxima de 300 km/h con una elevada puntualidad y seguridad. La nueva línea, construida con una inversión superior a 2.700 M€, ha reducido los tiempos de viaje entre ambas ciudades a menos de 2 horas y media, la mitad que en carretera, desbancando al avión para este trayecto. Más de 72 millones de pasajeros han utilizado esta línea en sus primeros 25 años de vida (3,2 millones en 2017).



Tren AVE circuando a Barcelona.

La red AVE crece

En lo que va de siglo, el Ministerio de Fomento ha creado la segunda red de alta velocidad más larga del mundo (3.240 kilómetros) mediante la construcción de corredores que vertebran el territorio y permiten la interoperabilidad con las redes europeas, con una inversión superior a 51.000 M€. Desde su llegada a Valladolid y Málaga en 2007, la red AVE se ha extendido a Barcelona (2008), Valencia (2010), Alicante (2012) y Francia (2013), y ahora se prolonga hasta Galicia, Asturias, País Vasco, Extremadura y a lo largo del Corredor Mediterráneo. Más de 357 millones de pasajeros (31,3 millones en 2017) han utilizado desde 1992 esta red , que es ya la opción preferida frente al avión para los viajes de larga distancia dentro de la Península.

Viaducto de la LAV Albacete-Alicante. Caudete.



La explosión de Cercanías

El servicio de Cercanías gestionado por Renfe ha crecido vertiginosamente en las últimas décadas y hoy está implantado en 16 núcleos (Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla, Bilbao, Málaga, Zaragoza, Cádiz, San Sebastián, Murcia/Alicante, Santander, Asturias, Tarragona, Girona y Córdoba), con una red (más de 2.000 kilómetros de vías y 650 estaciones) que da cobertura a las principales áreas metropolitanas. Este servicio es el modo de transporte ferroviario más utilizado en España: de los 490 millones de viajeros en tren en 2017, 423 millones lo hicieron en Cercanías, correspondiendo el 85% a Madrid y Barcelona.

Estación Príncipe Pío. Madrid.





Tren de cercanías, Estación de Chamartín. Madrid.



La ingeniería supera grandes obstáculos

La ingeniería ha jugado un papel clave en la construcción de la red de alta velocidad, que posee un importante inventario de obras singulares. Por su magnitud, la más relevante es el túnel de Guadarrama, un doble tubo de 28,3 kilómetros construido bajo la sierra que desde 2007 es el más largo de España y el cuarto de Europa. Desde la apertura de la línea Madrid-Segovia donde está



Viaducto del AVE sobre el río Ulla.
Pontevedra

situado, el viaje entre ambas ciudades se cubre en media hora. En el inventario de obras singulares de alta velocidad –en servicio o en ejecución– figuran más túneles (Pajares, San Pedro, acceso a Vigo, Pertús, Sants-Sagrera, Atocha-Chamartín) y viaductos (Archidona, los dos sobre el río Ulla, Almonte), así como los trazados de la Y vasca y del acceso a Galicia.

Agua



Puerto de Gijón.

Puertos





Ampliación del Puerto de Valencia. Vista general del dique y contradique.

Nuevo modelo portuario

La Ley de Puertos de 1992 supuso el nacimiento de Puertos del Estado, organismo público que implantó las Autoridades Portuarias en sustitución de las casi centenarias Juntas de Obras del Puerto. Desde esa fecha se ha desarrollado un nuevo modelo portuario con un reparto competencial entre la Administración central y las comunidades autónomas, que ha dotado a los puertos 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€). El sistema portuario actual, formado por 46 puertos gestionados por 26 Autoridades Portuarias, es un elemento clave de la economía nacional, ya que gestiona la mayor parte de las importaciones y exportaciones españolas.

Los puertos crecen y se modernizan

La ingeniería portuaria ha protagonizado el gran crecimiento de los puertos españoles en las últimas décadas, un proceso de modernización destinado a convertirlos en plataformas logísticas al servicio del comercio internacional que ha requerido multiplicar las superficies operativas marítima y terrestre mediante la construcción de diques de diversas tipologías, muelles y grandes

Puerto de Granadilla.



explanadas terrestres. Así lo atestiguan las ampliaciones acometidas en los puertos de Barcelona, Valencia, Algeciras, Gijón, Tenerife y Las Palmas, entre otros, o la construcción de los puertos exteriores de Bilbao, Ferrol y Punta Langosteira, en cuyo desarrollo las empresas constructoras han empleado innovaciones tecnológicas de vanguardia.

Puerto de Valencia. Noatum container terminal.





Langosteira. Puerto exterior. A Coruña.





Puerto de Algeciras.

Pasarela peatonal del puerto de Barcelona.



Guardacostas de primera

El último cuarto de siglo ha asistido al desarrollo de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR), entidad pública creada en 1993 que realiza la vigilancia de las fachadas marítimas españolas con el triple objetivo de prestar servicios SAR (búsqueda, rescate y salvamento marítimo), prevenir y luchar contra la contaminación marina y controlar el tráfico marítimo. En este periodo, SASEMAR ha creado una amplia red (20 centros, 73 embarcaciones y 14 aeronaves) que le ha permitido cumplir su misión con eficacia, con actuaciones destacadas como la atención a más de 310.000 personas en el mar –entre ellas las procedentes de la inmigración ilegal por mar–, en una labor callada pero impagable que hace de esta entidad un referente internacional entre los servicios de guardacostas.







Aire



Pasillos del aeropuerto de Barcelona.

Revolución aeroportuaria

La creación de Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (Aena) en 1991, en el marco del proceso de liberalización del transporte aéreo internacional desarrollado en Europa desde finales de los 80, fue el punto de partida de un nuevo modelo organizativo del sistema aeroportuario español vigente hasta hoy. Bajo el impulso de Aena, encargado de la gestión de la red de aeropuertos y los sistemas de navegación aérea y del control de la circulación aérea, se ha completado la mayor modernización en la historia de los aeropuertos españoles, un proceso que ha situado a la red española a la cabeza de los países de nuestro entorno y liderando los sistemas de gestión en el ámbito del control de la circulación aérea internacional.

Aeropuertos y navegación aérea



Vista interior del aeropuerto de Málaga- Costa del Sol.

La gran expansión



Avión despegando del aeropuerto de Málaga.

Aena culminó en la pasada década los planes de expansión de los principales aeropuertos peninsulares mediante la construcción de nuevas terminales destinadas a absorber los crecimientos del tráfico aéreo: T4 en Madrid-Barajas (2006), T1 en Barcelona-El Prat (2009) y T3 en Málaga-Costa del Sol (2010). Este proceso se ha complementado con otras ampliaciones relevantes (Alicante, Santiago, Zaragoza, Valencia, aeropuertos insulares) y con la apertura de nuevos aeropuertos (Logroño, Albacete, Burgos, Huesca-Pirineos), configurando una red formada por 47 aeropuertos y dos helipuertos que es la gran puerta de entrada a España: casi 250 millones de pasajeros pasaron por los aeropuertos españoles en 2017.



Aeropuerto de Alicante.



Aeropuerto de Barcelona.



Vista general de la terminal T4 del Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.



Terminal T4. Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.





Pasarelas de embarque de la Terminal T4 del Aeropuerto Adolgo Suárez Madrid-Barajas.

Vigilando el cielo

El Estado nacido de la Constitución de 1978 estableció un nuevo marco para la navegación aérea en España, hasta entonces reservada al ámbito militar, atribuyendo esta competencia a un organismo civil precursor de Aena. Esta entidad ha llevado a cabo el control de la circulación aérea en España entre 1993 y 2014, cuando su segregación en dos entidades dio lugar a la creación de Enaire, desde esa fecha responsable de gestionar la navegación aérea. Hoy, la red de Enaire (más de 3.700 empleados –la mayoría controladores aéreos–, 5 centros de control y 21 torres de control) gestiona con seguridad el tránsito de más de dos millones de vuelos al año en el espacio aéreo español, siendo un referente a nivel internacional.



Centro de control de tráfico aéreo.



Torre de control del aeropuerto de Barcelona.

España



Puente del Centenario sobre dársena del río Guadalquivir. Sevilla.

Infraestructuras para el 92

Los grandes eventos de 1992 (Exposición Universal de Sevilla y Juegos Olímpicos de Barcelona), destinados a difundir la imagen de una España moderna, requirieron un gran esfuerzo previo de obra civil que transformó el urbanismo de ambas ciudades y las dotó de infraestructuras de transporte que perduran hasta hoy, en un proceso de cooperación entre administraciones con presencia del Ministerio de Obras Públicas.

Momentos clave



AVE en los andenes de la estación de Sevilla-Santa Justa.

Para la cita de Sevilla se estrenó la conexión de alta velocidad con Madrid, se construyeron varios tramos de autovías, se amplió el aeropuerto y se tendieron puentes singulares sobre el Guadalquivir. Barcelona, por su parte, recuperó su fachada marítima, construyó un puerto olímpico y nuevos barrios, finalizó dos líneas de metro y culminó la circunvalación de la ciudad con las rondas de Dalt y Litoral.

Gran salto al exterior

Siguiendo la estela del sector privado, las empresas del Grupo Fomento han llevado a cabo en la última década y media su propio proceso de internacionalización, que las ha llevado a realizar proyectos en más de medio centenar de países y a exportar el know how adquirido en la construcción de las infraestructuras de transporte españolas. El proyecto Haramain recientemente



AVE circulando en la línea de alta velocidad Medina-La Meca. Arabia Saudita.

estrenado es el gran exponente de este proceso, que incluye también la realización de estudios y proyectos de ferrocarriles, aeropuertos y carreteras (Adif, Ineco), la gestión de aeropuertos (Aena), la operación de líneas de alta velocidad (Renfe) o la participación en consorcios de la UE (Enaire, Aesa, Senasa), entre otros. En la imagen, tren Haramain de alta velocidad.



Las obras públicas, aliadas de la conservación del patrimonio histórico cultural

El Ministerio de Fomento juega un papel destacado en la conservación del patrimonio histórico español a través de su participación en el programa del 1% Cultural, iniciativa derivada de la Ley de Patrimonio Histórico Español que establece reservar para estos fines al menos un 1% del presupuesto de los contratos de obra pública. Hasta 2013, las aportaciones de este programa, realizado en colaboración con el Ministerio de Educación, han permitido realizar 623 actuaciones (desde rehabilitación de castillos, iglesias y edificios civiles hasta recuperación de obras públicas), con una inversión global de 370 M€. En octubre de 2013 el programa cambió su nombre por el de 1,5% Cultural, al elevarse el anterior porcentaje para dar mayor impulso a la conservación del patrimonio histórico.



Hospital Santa Creu i Sant Pau. Barcelona.



Universidad de Alcalá de Henares. Madrid.

Directora de la Revista
Herminia Cano Linares

Comité de redacción

Presidencia
Jesús M. Gómez García
Subsecretario de Fomento

Vicepresidencia
Angélica Martínez Ortega
Secretaria General Técnica

Vocales

Alfredo Rodríguez Flores
Director de Comunicación

Francisco Ferrer Moreno
Director del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda

Belén Villar Sánchez
Jefa del Gabinete de la Subsecretaría

Mónica Marín Díaz
Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras

Roberto Angulo Revilla
Jefe del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes

Regina Mañueco del Hoyo
Directora del Centro de Publicaciones

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

ISSN 1577-4589
9 771577 458006

Revista del Ministerio de
Fomento
Septiembre 2018
Nº 686



- Los ejes de la política de Fomento para la nueva legislatura
- La SE-40 crece en el Aljarafe
- Avances en el Cielo Único Europeo
- AVE La Meca-Medina

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Septiembre 2018
Nº 686

Sumario

Staff

Directora de la Revista: Herminia Cano.
Jefa de redacción: Carmen Fontán.
Diseño y Maquetación: Chelo Cruz.
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Colaboran en este número: Javier R. Ventosa Zabaleta y Jaime Arruz.
Comité de redacción:
Presidencia: Jesús M. Gómez García. (Subsecretario de Fomento).
Vicepresidencia: Angélica Martínez Ortega (Secretaria General Técnica).
Vocales: Alfredo Rodríguez Flores (Director de Comunicación), Francisco Ferrer Moreno (Director del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda), Belén Villar Sánchez (Jefa del Gabinete de la Subsecretaría), Mónica Marín Díaz (Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras), Roberto Angulo Revilla (Jefe del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes), Regina Mañueco del Hoyo (Directora del Centro de Publicaciones) y Herminia Cano Linares (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.
Suscripciones:
91 597 72 61
Esmeralda Rojo.
E-mail: cpublic@fomento.es
Dep. Legal: M-666-1958.
ISSN: 1577-4929
NIPO: 161-15-006-6
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

2 **Nueva etapa**
Reorientación del sistema de transporte y giro social en vivienda, ejes de la política de Fomento para la legislatura



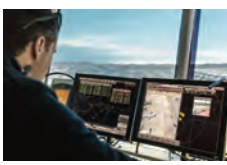
14 **La SE-40 crece en el Aljarafe**
En servicio dos tramos del sector suroeste de la autovía de circunvalación de Sevilla



22 **Arranca el AVE del desierto**
En servicio la línea de alta velocidad La Meca-Medina, el mayor proyecto ferroviario español en el exterior



30 **Un paso adelante**
El Gobierno aprueba un Real Decreto para el desarrollo del reglamento del aire, lo que permitirá a España avanzar en el proyecto "Cielo Único Europeo"



36 **Viaje en el tiempo, Cartografía peninsular**
La exposición "De Iberia a España a través de los mapas": un recorrido por la evolución de la representación cartográfica de la península Ibérica.



48 **Gran Feria Ferroviaria. Innotrans 2018.**
Pabellón español en la feria InnoTrans en Berlín del 18 al 21 de septiembre 2018.



56 **Agustín de Betancourt, precursor de la ingeniería moderna**
Se cumplen 260 años del nacimiento del fundador de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.




renfe

Nueva Etapa



Reorientación del sistema de transporte y giro social en vivienda, ejes de la política de Fomento para la legislatura

El ministro de Fomento, José Luis Ábalos, presentó el pasado 12 de julio en el Congreso de los Diputados las líneas generales de la política del Departamento para el resto de la legislatura, encaminadas a mejorar la calidad de vida de las personas y a aumentar la cohesión social y territorial del país. Con el objetivo de tender hacia una política de infraestructuras, transporte y vivienda "más racional y más moderna", las directrices de la nueva etapa aspiran a reorientar el sistema de transporte hacia un modelo más ajustado a las necesidades de movilidad de la sociedad y a propiciar el acceso social a la vivienda, "una de nuestras prioridades".

La comparecencia del ministro, realizada a petición propia y de los grupos parlamentarios, constituyó su estreno ante la Comisión de Fomento del Congreso de los Diputados desde su nombramiento el 7 de junio. Como fundamentos de la nueva etapa abierta en Fomento, explicó que la actividad del Departamento se enmarcará en los objetivos y prioridades de la política económica del Gobierno, incidiendo en la superación de retos como la corrección de la desigualdad y el incremento de la productividad de la economía. En este sentido, transmitió que la política del ministerio pondrá el foco en las personas, bien para mejorar su calidad de vida, bien para incrementar la cohesión social y territorial del país.

En la parte inicial de su intervención, José Luis Ábalos hizo un diagnóstico general de la situación en materia de infraestructuras, transporte y vivienda, detallando sus luces y sombras. Y trasladó un mensaje de certidumbre al sector al afirmar que en la nueva etapa ministerial habrá, "con carácter general", una continuidad de los compromisos de inversión y de contratos adquiridos (anunció la licitación de contratos de obra por más de 5.000 M€ hasta final de año). No obstante, precisó que no se debe confundir este mensaje de continuidad en las inversiones "con un aparente inmovilismo ni conformismo", ya que "queda mucho por hacer"



▶Tren AVE circulando entre Antequera y Santa Ana, Málaga.

en las obras públicas, y mostró su convencimiento de que es posible desarrollar una política de infraestructuras del transporte "más racional y más moderna".

Para tender hacia esa política, desgranó una serie de medidas destinadas a alcanzar cuatro objetivos, que constituyen las líneas generales del ministerio en esta etapa. La primera es una nueva visión de la política de transporte, más orientada hacia las necesidades reales de la sociedad, con objeto de que las infraestructuras –"que deben ser pensadas para dar un servicio público y no para ser un fin en sí mismas"– sean un "instrumento eficaz" al servicio de la movilidad de las personas y de la vertebración y la cohesión del territorio. Como



Renfe foto: Patier

segunda línea, citó la instauración de la actitud de diálogo permanente y consenso con el territorio (administraciones públicas y asociaciones sectoriales), para conocer las necesidades de la sociedad. Como tercera línea, avanzó la intención de priorizar el acceso social a la vivienda, además de dar a esta política la importancia que merece, "para que deje de ser la hermana pequeña" en Fomento. Finalmente, trazó una cuarta línea con los principios que deben protagonizar esta política: transparencia, digitalización, eficiencia social y realismo de las inversiones. "Si alcanzamos estos cuatro objetivos, y logramos que el Grupo Fomento los asuma como propios para el futuro, estaremos progresando como país todos juntos", sentenció.

Una vez definidas las líneas generales, enunció las actuaciones previstas por áreas de actividad (infraestructuras, transporte y vivienda) para reorientar la política ministerial, que se detallan a continuación.

INFRAESTRUCTURAS Y TRANSPORTE

Política general del ministerio

En su intervención, el ministro enfatizó el gran esfuerzo en el desarrollo de infraestructuras de transporte realizado en España en los últimos 40 años, que ha permitido cerrar la brecha existente con otros países, aunque precisó que las nuevas demandas sociales reclaman reorientar prioridades, adaptándolas a la realidad social del país. En este sentido, explicó que la nueva política de transporte se apoya en principios como la seguridad del transporte y las infraestructuras, el derecho a la movilidad de las personas y la máxima contribución del sistema al crecimiento económico del país. Agregó que esta nueva política, "más racional", debe reorientar los recursos allí donde más se necesiten, como la conservación y los proyectos que mejoren la productividad, la cohesión social y territorial, respetando el medioambiente.

De cara al nuevo escenario, anunció la reformulación del marco de planificación del Departamento a través de la introducción de nuevas variables. En primer lugar, citó el impulso al desarrollo de la Red Transeuropea de Transporte (RTE-T) mediante la creación de un nuevo mecanismo destinado a acelerar la ejecución de la red básica en España (los corredores Mediterráneo y Atlántico), que acumula retrasos y debe estar finalizada en 2030. En segundo lugar, subrayó la necesidad de revisar los mecanismos de planificación para incluir una evaluación *ex-ante* de los nuevos proyectos de inversión, con un análisis coste-beneficio, "lo que no siempre sucede", y una evaluación *ex-post* o seguimiento de las actuaciones mediante indicadores, con objeto de poder plantear con rigor cuánto debe invertir España en infraestructuras de transporte, en qué tipos y cómo financiarlas. En este contexto se potenciará el Consejo Asesor de Fomento como órgano independiente de asesoramiento a la planificación. En el mismo marco de planificación, avanzó la voluntad de dar a la logística la importancia que merece, trabajando por la gestión de las cadenas logísticas completas, y no de infraestructuras aisladas. Otro rasgo que



Ronda de circunvalación oeste Málaga. Tramo C-3310 a Autovía A7.

marcará la nueva etapa será el impulso de la sostenibilidad del transporte, el sector con mayor peso (26%) en el balance de gases de efecto invernadero en España. Para avanzar en el cumplimiento de los compromisos en la lucha contra el cambio climático, Fomento, que incardinará su actuación en la política general del Gobierno –nueva Ley de Cambio Climático y Plan Integrado de Energía y Clima–, culminará el Plan de Sostenibilidad que Ineco redacta desde hace meses.

En materia de internacionalización, el ministro transmitió la voluntad del Departamento de defender los intereses españoles en la UE y en el ámbito internacional en el sector del transporte, al tiempo que declaró la intención de reforzar las relaciones bilaterales con Francia y Portugal "para ganar aliados en las negociaciones internacionales y avanzar en las conexiones que minimicen el impacto de la condición periférica española". En este campo, manifestó que Fomento mantendrá su respaldo a la expansión internacional de las empresas españolas del sector de las infraestructuras y el transporte, que tienen ya cerca del 75% de su contratación en el exterior.

Siempre en el capítulo de política general, destacó que todas las actuaciones del ministerio en materia de transporte tendrán como prioridad fundamental la seguridad, "un tema que nos preocupa", para lo cual comunicó la intención de elaborar un informe exhaustivo sobre la seguridad en el transporte en España. También abogó por fortalecer la independencia funcional y orgánica de las comisiones de investigación técnica de accidentes. Finalmente, señaló que se potenciarán las actividades de dos organismos con distinta adscripción a Fomento: el Instituto Geográfico Nacional y la sociedad estatal Correos y Telégrafos. Para esta última anunció la presentación del Plan de Prestación del Servicio Postal Universal y el desarrollo de su correspondiente contrato regulador.

Carreteras

En este ámbito, el ministro avanzó a los diputados la voluntad de reorientar las políticas viarias implementadas en los últimos años, con medidas que afectarán a toda la red estatal. En primer lugar, anunció la liberalización de los peajes de las autopistas cuya concesión acaba en esta legislatura (AP-1 entre Burgos y Armiñón, AP-7 entre Tarragona y Alicante, AP-4 entre Sevilla y Cádiz), argumentando razones de justicia con el resto de españoles y de equilibrio territorial, "que ya han pagado sobradamente estas infraestructuras". Fomento realizará en los próximos meses las actuaciones complementarias para hacer efectivo ese levantamiento, primero de este tipo en la historia reciente de España. También comunicó que se analizan diversas soluciones para dar viabilidad a las autopistas rescatadas que gestiona la SEITT, en un proceso coordinado con los ministerios de Hacienda y Economía. A partir de estas medidas, se emprenderá un estudio sobre el futuro modelo de conservación de la Red de Carreteras del Estado, "porque el dejar de pagar peaje no significa que no paga nadie, sino que pagamos todos vía impuestos", señaló. Y emplazó a la Comisión de Fomento a buscar el consenso en torno a la idea de que la supresión de peajes "debe ir asociada" al modelo de financiación para el mantenimiento y conservación de la red estatal.

> En materia de internacionalización, el ministro transmitió la voluntad del Departamento de defender los interesas españoles en la UE

Otra medida de calado expuesta fue la priorización inversora en materia de conservación, con objeto de que no se deteriore la alta calidad de las carreteras españolas. En este sentido, recordó que el frenazo inversor en la red de alta capacidad durante la crisis se ha sentido notablemente en la conservación de la red, rompiendo la máxima de la renovación de firmes cada ocho o 10 años de vida útil y abocando a muchos tramos a su deterioro, anunciando que a partir de ahora se impulsará la conservación de la red estatal, "una de las principales demandas sociales".

Ferrocarriles

En este campo, el ministerio orientará las inversiones a completar las obras de la red de alta velocidad (Corredor Mediterráneo, Acceso a Galicia, Variante de Pajares, Y Vasca, Línea Madrid-Extremadura o conexión Chamartín-Atocha-Torrejón de Velasco) y a la mejora de la red convencional (Bobadilla-Algeciras, Granada-Almería,



▶Tren AVE en la estación de Alicante.

Sagunto-Teruel-Zaragoza, Palencia-Santander, Medina del Campo-Salamanca-Fuentes de Oñoro, Mérida-Puertollano, Grañena-Jaén o Variante de Camarillas). Desde Fomento se impulsarán también los enlaces transfronterizos que faltan para conectar ambas redes a la red transeuropea que se está configurando. Por otro lado, el ministro comunicó que se dará mayor prioridad al segmento de Cercanías, motor de la movilidad metropolitana española al transportar cada día más de millón y medio de pasajeros. Así, dijo que el Departamento dará unidad a los planes anunciados para distintos núcleos de Cercanías (Cataluña, Cantabria, Asturias, Comunidad Valenciana, Comunidad de Madrid) y los integrará en un Plan Nacional de Cercanías de Movilidad Urbana, a elaborar en colaboración con las administraciones.

Sobre los agentes ferroviarios públicos, el ministro enfatizó la nueva orientación estratégica de Adif y Adif Alta Velocidad, que ha pasado del enfoque tradicional basado en resultados económicos a otro de triple cuenta de resultados que equipara los impactos económicos, sociales y ambientales de su actividad. La nueva estrategia está orientada a la contribución de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y se basa en los principios de seguridad, servicio y sostenibilidad, para los cuales adelantó varias medidas. En seguridad, el impulso al plan de acción de seguridad ferroviaria, en marcha ya por Adif y Renfe bajo coordinación de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria; en servicio, la apuesta por elevar la cuota de transporte ferroviario hasta alcanzar un incremento del volumen de tráfico del 7% en toda la red para 2020 (respecto de 2017), lo que incluirá un nuevo plan de mercancías; y en sostenibilidad, un plan director de lucha contra el cambio climático, con medidas de transición energética y descarbonización. Adif, por otro lado, deberá culminar su adaptación como administrador independiente para cumplir con las exigencias del Cuarto Paquete Ferroviario de la UE.

En el caso de Renfe, señaló, la prioridad es reforzar la competitividad de la compañía ante la liberalización del mercado europeo de viajeros por ferrocarril, prevista para 2020. Para ello, Renfe debe trabajar en dos direcciones: por un lado, dotarse de material rodante suficiente mediante un plan de adquisiciones destinado tanto a los servicios comerciales (alta velocidad) como a las Obligaciones de Servicio Público (renovación de trenes de Cercanías y Media Distancia); y por otro, el desarrollo



Pasajeros embarcando en un avión de Iberia.

de los productos más adecuados para competir en los segmentos en los que se espera competencia. En mercancías, actividad que ya opera en competencia, señaló que Renfe debe mejorar la gestión para pasar de ser un mero transportista a un operador logístico internacional. Finalmente, anunció un plan estratégico en 2020 para que Renfe "acometa su puesta al día para el siglo XXI" en materias como mejora de procesos internos, transformación digital y cambio cultural hacia una empresa pública dinámica y moderna.

Puertos

El sector portuario, para el cual se elaborará un nuevo marco estratégico, "debe seguir trabajando en mejorar su competitividad y accesibilidad para favorecer su capacidad exportadora por la vía de la reducción de costes logísticos", declaró. El objetivo es alcanzar un crecimiento sostenido del tráfico portuario, con tasas anuales superiores al IPC. Para ello, las actuaciones en la nueva etapa tocarán varios ámbitos. Por un lado, se estudiarán nuevas medidas para reducir las tasas portuarias, sin afectar a la financiación de nuevas infraestructuras, y se fomentará la competencia en la prestación de servicios portuarios. Por otro, se mantendrá una inversión sostenible en infraestructuras que favorezca el empleo y el desarrollo, orientándola a proyectos que no generen nueva capacidad (exigencias de megabuques, intermodalidad) y fomentando la colaboración público-privada. También crecerá el peso de la innovación. En materia regulatoria, se culminará el real decreto de la estiba y se adaptará la legislación al reglamento de la UE sobre servicios portuarios y transparencia financiera.

Transporte aéreo

Las actuaciones en este ámbito para la nueva etapa se enmarcan dentro de los planes en curso. En el caso de Aena, el ministro transmitió la apuesta por avanzar en el Plan Estratégico 2018-2021, que fija los ejes estratégicos para consolidar a la entidad como primer operador aeroportuario mundial por volumen de pasajeros. Entre estos ejes figuran la ampliación y adecuación de capacidad de los aeropuertos, el cumplimiento de los altos niveles de calidad de servicio, el desarrollo de soluciones digitales, la apuesta por la sostenibilidad ambiental, la optimización de la oferta comercial aeroportuaria, el aprovechamiento de suelos disponibles en los aeropuertos y la expansión internacional a través de la consolidación de activos y la participación estratégica en otros nuevos.

Por su parte, las actuaciones en Enaire se englobarán en su Plan Estratégico 2017-2020 (Plan de Vuelo 2020), basado en los objetivos de



Puerto de Algeciras, muelle Juan Carlos I.

seguridad, capacidad, sostenibilidad ambiental y eficiencia para afrontar los retos de la navegación aérea española y del Cielo Único Europeo. Según el ministro, las inversiones en los próximos años se centrarán en la evolución de los sistemas y la mejora de la eficiencia y capacidad del espacio aéreo. En 2019, además, se rebajará un 12% la tarifa de ruta, situándola entre las más competitivas de Europa. Y para atajar el déficit de controladores aéreos, se impulsará la oferta para cubrir nuevas plazas.

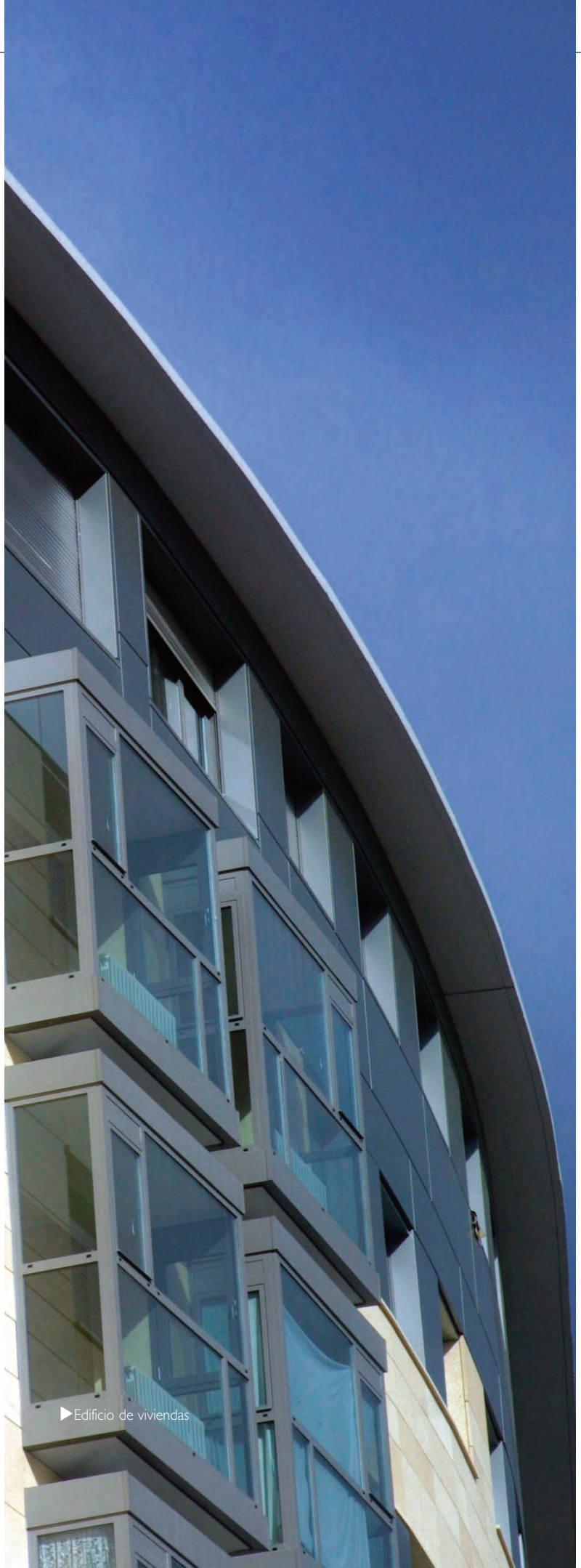
Transporte

Con objeto de garantizar la cohesión territorial y la movilidad social, prioritarias en la nueva etapa, el titular del Departamento tildó de esencial el papel que juegan las Obligaciones de Servicio Público (OSP), al garantizar unos servicios de transporte que las empresas no prestarían de mediar solo su interés comercial (en 2017 transportaron a 322 millones de pasajeros solo en tren). En este contexto, apuntó dos medidas: por un lado, un nuevo contrato de OSP ferroviarias con Renfe y la asignación de 1.190 M€ este año para financiar el déficit de explotación de estos servicios, lo que permitirá iniciar nuevas relaciones ferroviarias; y por otro, la apertura en 2019 de las rutas aéreas OSP Menorca-Madrid y Melilla-Andalucía. Asimismo, informó que una de sus primeras medidas como ministro fue acelerar la implantación de la subvención del 75% en los billetes de transporte aéreo y marítimo para residentes en territorios extrapeninsulares.

En transporte por carretera, el ministro aludió, por su importancia para los transportistas españoles,



Sala de recogida de equipajes en el aeropuerto de Las Palmas de Gran Canaria.



▶Edificio de viviendas

a la normativa sobre movilidad de mercancías y viajeros que se negocia en la UE. Respecto al primer sector, dijo que desde Fomento se defenderán las condiciones sobre aspectos sociales que benefician a los profesionales españoles en el marco de la Alianza por la Carretera de 2017. Y respecto al segundo, informó que respaldará el sistema concesional español de transporte por autobús, destacando que se continuará con la renovación de concesiones. Sobre el conflicto entre taxis y Vehículos de Transporte con Conductor (VTC), apuntó que la voluntad del ministerio es trabajar en pro de una convivencia ordenada entre ambos.

Finalmente, el responsable de Fomento anunció la presentación del Plan Nacional de Salvamento 2019-2021, que asegurará las inversiones para el mantenimiento de estos servicios, "imprescindibles para la seguridad de nuestros mares". El nuevo plan, precisó, se centrará en la aplicación de nuevas tecnologías, citando la autorización del uso de drones para las operaciones de búsqueda.

VIVIENDA

En este ámbito, José Luis Ábalos destacó uno de los cambios de mayor peso para la nueva etapa, la reorientación de la política de vivienda, particularmente la de alquiler, con dos objetivos: por un lado, dar al problema de la vivienda el lugar que merece como política de Gobierno, recuperando el liderazgo estatal en esta materia, un reto que requerirá el impulso desde Fomento (cuya nueva estructura incorpora una Secretaría General de Vivienda, antes dirección general) y la máxima coordinación entre las administraciones competentes (estatales, autonómicas y municipales); y por otro, atender a las personas que más lo necesitan, en especial los jóvenes. Un instrumento básico para ello será la creación de un grupo de trabajo interministerial encargado de desarrollar y coordinar medidas a corto, medio y largo plazo sobre vivienda y alquiler, "que articularán el giro social en política de vivienda de este Gobierno". Este grupo, activado el pasado 18 de septiembre, se reunirá con todas las comunidades autónomas para facilitar la ejecución del nuevo plan de vivienda y escuchar sus propuestas.

Entre las medidas a corto plazo que, avaladas por una necesidad urgente y el consenso social, se activarán para paliar el aumento de los precios del alquiler, el ministro detalló cuatro. En primer lugar,

la mejora del marco regulatorio del alquiler, con objeto de atender la intensa demanda social que reclama revertir las consecuencias de la reforma realizada en 2013 de la Ley de Arrendamientos Urbanos, mediante reformas que permitan alcanzar el mayor equilibrio entre los derechos de arrendadores y arrendatarios en materia de duración de contratos, fianzas y seguridad jurídica. Como segunda línea, apuntó la necesidad de avanzar en una reforma del régimen fiscal de la vivienda que contribuya a estimular la oferta de vivienda en alquiler, a la moderación de los precios o a la rehabilitación edilicia. La tercera línea expuesta fue el refuerzo de la coordinación entre órganos judiciales y servicios sociales "para atender el drama que representan los desahucios en muchos hogares vulnerables". Finalmente, subrayó el propósito de optimizar el uso del parque de vivienda existente, particularmente en entornos tensionados en materia de alquiler, con objeto de garantizar que ese parque se destine mayoritariamente a satisfacer el derecho a la vivienda, "salvaguardando su función social". Para incrementar la oferta de viviendas en alquiler se avanzará en la definición del concepto de vivienda vacía y, en coordinación con las comunidades autónomas, se arbitrarán medidas para regular el fenómeno del alquiler turístico de vivienda; también se encargará a SEPES (Entidad Pública Empresarial del Suelo, adscrita a Fomento) la búsqueda de suelos para afrontar este problema.

A este bloque de medidas el ministro añadió un segundo bloque, con propuestas de carácter más estructural, para el medio y largo plazo, todavía en fase de definición. La primera de estas medidas es la reorientación del Plan Estatal 2018-2021, con tres propuestas principales: la mejora presupuestaria para los ejercicios 2019, 2020 y 2021, la revisión de los ocho programas de subvenciones (en particular, la mejora de las condiciones para el acceso a las ayudas de los jóvenes) y el estudio de otros programas adicionales. La segunda es la puesta en marcha de un plan para construir 20.000 viviendas en alquiler en el plazo de 4-6 años, destinadas de forma indefinida al alquiler o la cesión en uso, con precios accesibles, en municipios con demanda acreditada donde el precio del alquiler se incrementa con mayor intensidad; este plan se realizará en coordinación con comunidades autónomas y ayuntamientos. Como tercera línea, citó el fortalecimiento del papel de SEPES en la promoción de suelo y las edificaciones destinadas a vivienda social.

Junto al capítulo de vivienda social, el ministro desgranó otras medidas que impulsará Fomento en materia de arquitectura, vivienda y suelo y políticas urbanas, y que completan su ámbito de actuación en este campo. Como planteamiento general, manifestó que las políticas urbanas del ministerio se inspiran en los principios de la Declaración de Davos, que pone en valor la calidad del espacio construido como elemento central de las transformaciones urbanas. En este contexto, destacó la puesta en marcha de distintas iniciativas. Para mejorar la sostenibilidad y la habitabilidad en el ámbito del desarrollo urbano y la edificación, adelantó la aprobación e implementación de una Agenda Urbana para España, documento estratégico que buscará la sostenibilidad de las políticas urbanas en su triple dimensión social, económica y ambiental. En edificación, avanzó la definición de nuevas exigencias



▶Edificio de viviendas ecoclimáticas en Teruel.

Señas de identidad



▶Línea de alta velocidad.

El ministro desgranó los principios o señas de identidad que deben protagonizar las actuaciones del Departamento y que, dada su importancia como conjunto, conforman una de las cuatro líneas generales de la nueva política de Fomento. Son estas:

Transparencia. La sociedad exige cada vez más transparencia en la gestión del gasto público y en el estado de los proyectos y las obras. Para el ministro, este principio tiene que servir no solo para dar certidumbre y evitar el incumplimiento de promesas, sino también para alcanzar acuerdos parlamentarios y ayudar a las empresas a planificar mejor sus inversiones. Con objeto de dar transparencia a las actuaciones en Fomento, anunció la creación en la web ministerial de una herramienta de consulta para conocer la situación de las infraestructuras promovidas por el departamento, particularmente las viarias y ferroviarias, con datos sobre objetivos, ventajas, estado de tramitación de estudios, plazos de participación pública, vigencia y horizonte temporal, localización y comunidades beneficiadas, entre otros. También se fomentará el acceso a la información sobre arquitectura, vivienda y suelo a través del Observatorio de Vivienda y Suelo, el Sistema de Información Urbana o el Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas.

Digitalización. En el mundo actual, la innovación tecnológica es la palanca de cambio que permite realizar las grandes transformaciones (descarbonización del transporte, movilidad sin barreras, interoperabilidad, mejora de la eficiencia energética) hacia un modelo de movilidad segura, limpia y conectada. En su apuesta por la innovación, el ministro subrayó que la digitalización se configura como un pilar básico que revolucionará el actual modelo de movilidad, mejorando la seguridad y la eficiencia del transporte a un coste menor. Para ello, dijo que el Departamento participará en la definición de las políticas de digitalización y anunció la puesta en marcha de un Plan de Transformación Digital para el Grupo Fomento.

Eficiencia y evaluación social de las inversiones. Con objeto de favorecer el bien común, se combinará la eficiencia del gasto público con la rentabilidad social de las actuaciones, orientando los recursos hacia aquellas obras u medidas "que generen mayor bienestar social". Esta conjunción de criterios permitirá una mejor funcionalidad y conectividad de las infraestructuras, así como su adecuada conservación.

Realismo de las inversiones. El principio del realismo presidirá la política inversora del Departamento, que aspira a conseguir una optimización de la programación de las inversiones "que permita realmente contar con lo que se va a licitar y ejecutar".

reglamentarias sobre eficiencia energética para impulsar el cumplimiento de los objetivos medioambientales de la UE en 2050, además de contribuir mediante nuevas medidas a mejorar las condiciones de habitabilidad y de protección de la salud de los edificios. Y sobre el patrimonio arquitectónico, fijó dos líneas de actuación: elevar la dotación presupuestaria del Programa de Rehabilitación Arquitectónica –hoy tiene invertidos 120 M€ en 83 proyectos– y dar mayor prioridad al programa del 1,5% Cultural. Finalmente, expresó la voluntad de poner en valor la arquitectura española mediante el correspondiente programa de promoción y difusión que lidera el ministerio.

Javier R. Ventosa.



▶El trazado de Almensilla-Espartinas discurre en buena parte por extensos campos de olivos.

La SE-40 crece en el Aljarafe

En servicio dos tramos del sector suroeste de la autovía de circunvalación de Sevilla

El anillo exterior de circunvalación SE-40, infraestructura de gran capacidad llamada a jugar un papel estratégico en la movilidad del área metropolitana de Sevilla, ha dado un importante paso en su proceso de construcción con la puesta en servicio de los tramos Coria del Río-Almensilla y Almensilla-Espartinas. Estos 14,6 nuevos kilómetros continuados de autovía conforman dos de los tres tramos del sector suroeste de la SE-40, que discurre en esta zona por la comarca del Aljarafe. El Ministerio de Fomento ha invertido más de 190 M€ en su apertura al tráfico.

Con esta puesta en servicio, realizada el pasado 25 de julio con asistencia del ministro de Fomento, José Luis Ábalos, han quedado abiertos al tráfico dos de los tres tramos del sector suroeste del futuro anillo de circunvalación SE-40, cuyo objetivo es descongestionar las autovías de acceso a Sevilla y la saturada ronda de circunvalación SE-30, evitando que el tráfico de largo recorrido coexista con el metropolitano y urbano. Esta gran infraestructura, una de las mayores de su tipo en España, tiene ya en servicio cuatro de sus 11 tramos y el 41% de su longitud total (31,2 de 77 kilómetros), correspondiente a los sectores sureste, suroeste y este, y en el primer semestre de 2019 prevé incorporar el último tramo del sector sureste (Dos Hermanas-Autovía A-4, de 8,5 kilómetros), mientras el Ministerio de Fomento evalúa la solución para el paso del río Guadalquivir en el sur. Los cinco tramos de los sectores norte y noroeste, que suman 35,2 kilómetros, deben actualizar sus proyectos antes de su aprobación.

Los dos nuevos tramos suponen la entrada de la SE-40 en la comarca elevada del Aljarafe, al oeste de Sevilla, y aportan importantes beneficios de conectividad, seguridad y rapidez para las poblaciones y urbanizaciones de esta zona. Por un lado, dotan de mayor accesibilidad a Coria del Río, La Puebla del Río y Almensilla (poblaciones que suman 50.000 habitantes), que ahora disponen de una conexión moderna con la autovía A-49 hacia Sevilla



▶Viaducto sobre el arroyo del Repudio y paso inferior para reposición de camino en el tramo Coria del Río-Almensilla.



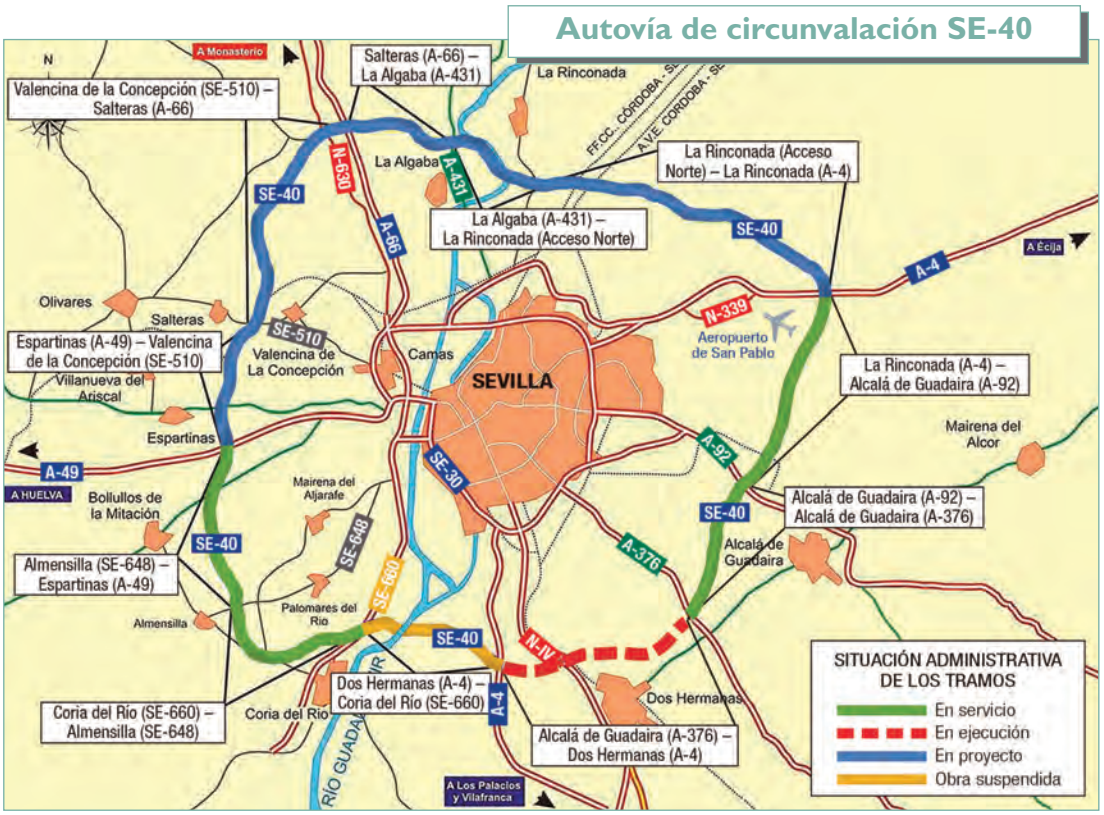
▶Paso inferior de la carretera A-474 que fue deprimida para realizar el cruce con la SE-40 a distinto nivel.

y Huelva. Por otro, Palomares del Río y Gelves (cerca de 20.000 habitantes) se han visto beneficiadas en su conexión hacia Huelva y cuentan ahora con una nueva alternativa para acceder a Sevilla desde Huelva para el regreso de las playas, que es el primer paso para la conexión entre Huelva, Cádiz y Madrid sin pasar por Sevilla. Además, la conexión de la SE-40 con la A-49 permite, a través de su enlace satélite, que Espartinas se conecte directamente con la A-49 tanto hacia Sevilla como hacia Huelva, sin pasar por Gines o Umbrete. Las proyecciones estiman una circulación diaria media superior a 25.000 vehículos en los nuevos tramos.

Presupuesto y características

La inversión del Ministerio de Fomento en esta actuación, realizada con financiación de la Sociedad Estatal de Infraestructuras del Transporte Terrestre (Seitt), ha ascendido a 192,2 M€ (incluido IVA), cantidad que comprende el contrato de obra, las asistencias técnicas de redacción del proyecto y de control y vigilancia de la obra y el importe estimado de las expropiaciones. Esa inversión global se distribuye en 100,33 M€ correspondientes al tramo Coria del Río-Almensilla (91,45 M€ son del contrato de obra) y 91,85 M€ al tramo Almensilla-Espartinas (77,27 M€ del contrato de obra). En el primero de estos tramos, la obra ha sido ejecutada por la constructora Vías y Construcciones, con redacción de proyecto de Omicron-Amepro y control y vigilancia de la obra a cargo de Cemosa; el segundo tramo ha sido construido por la UTE Intersa-Puentes, con redacción de proyecto a cargo de Urci Consultores y control y vigilancia de la obra por Idom. La dirección de la obra de los dos tramos ha sido ejercida por ingenieros de la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental.

Como características geométricas, el trazado de ambos tramos presenta un radio máximo de 2.000 metros y mínimo de 450 metros, con una pendiente longitudinal máxima del 4% en el tramo Almensilla-Espartinas, siendo la velocidad de proyecto de 100 km/h. Las características de sección tipo del tronco y de firmes se han coordinado en ambos tramos, que comparten el mismo entorno periurbano. El tronco de la autovía está formado por una doble calzada con tres carriles de 3,5 metros de ancho cada uno por sentido –cuatro carriles y una mediana de 2 metros de ancho en los 2,1 kilómetros iniciales del tramo entre Coria del Río y Almensilla–, arcenes exteriores de 2,50 metros e interiores de 1-1,50 metros y una mediana de 10 metros, anchura suficiente para una futura ampliación a cuatro carriles por sentido. En total, se han construido siete pasos de mediana. El capítulo de firmes comprende una explanada de 30 centímetros de suelo estabilizado con cemento S-EST3 y 30 centímetros de suelo estabilizado tipo S-EST 2, con un paquete de mezclas bituminosas de 20 centímetros (3 cm de M-10 para capa de rodadura, 7



cm de S-20 en capa intermedia y 10 cm de G-25 en capa base), más una subbase de 20 centímetros de suelocemento.

Tramo Coria del Río-Almensilla

El trazado de este tramo, de 6.930 metros de longitud, se inicia en el cruce con la carretera autonómica A-8058 de Sevilla a La Puebla del Río, al norte de Coria del Río y a algo más de un kilómetro al oeste del río Guadalquivir, y se desarrolla inicialmente en sentido este-oeste por los términos municipales de Palomares del Río y Coria del Río. En los kilómetros iniciales atraviesa en terraplén los terrenos de la vega de Palomares, salva el arroyo de Caño Real e inicia la subida a la plataforma del Aljarafe a la altura de la urbanización Carramolos, cruzando después la carretera A-8051. A partir de este punto discurre durante casi 2 kilómetros por el valle del arroyo del Repudio, al norte del polígono industrial de Coria del Río, cruzando dicho cauce fluvial y la Cañada Real de Medellín a Isla Mayor. A continuación, ya en el término de Almensilla, la traza inicia el giro hacia el norte, se desarrolla durante más de 1,2 kilómetros en paralelo a la nueva variante de la carretera A-8052 (Coria del Río-Bollullos de la Mitación) –construida por la afección del nuevo trazado a dicha vía– y discurre entre desmontes y olivares hasta alcanzar el enlace con la carretera A-8054 (que comunica Palomares del Río con Almensilla), junto a la población de Almensilla, donde conecta con el tramo contiguo de la SE-40.

El tramo está delimitado en sus dos extremos por sendos enlaces: con las carreteras autonómicas A-8058 en Coria del Río y A-8054 en Almensilla. En el primero se ha construido una conexión provisional (glorieta y ramales) con la carretera a La Puebla del Río, dado que el enlace definitivo se encuentra incluido dentro del contrato del tramo Dos Hermanas-Coria del Río, aún por desarrollar. En el segundo, que conecta con el tramo contiguo Almensilla-Espartinas, se ha ejecutado un enlace completo con tipología de diamante con pesas, que incluye sendas glorietas de conexión con la carretera secundaria a ambos lados de la autovía y un paso superior que las une y que cruza sobre la nueva infraestructura. Este segundo enlace permite el acceso a las poblaciones adyacentes de Almensilla y Palomares del Río.

En el trazado, que ha afectado a 10 caminos, todos ellos repuestos, se han ejecutado un total de 16 estructuras. La más singular es el paso de Carramolos, construido para evitar la afección a



Vista desde el sur del enlace de Almensilla-Palomares, punto de encuentro de los dos tramos abiertos.

las viviendas cercanas de la urbanización del mismo nombre y que se desarrolla en el escarpe del Aljarafe. Concebida originalmente como un falso túnel, es una estructura de sostenimiento vertical a cielo abierto de 400 metros de longitud, consistente en pantallas de contención laterales a la vía ancladas al terreno y complementadas con paneles fonoabsorbentes para limitar la contaminación acústica, además de incluir la reposición de la carretera A-8051 mediante un paso superior. En una fase posterior, no incluida en el actual contrato de obras, está previsto que se cubra en falso túnel un tramo de 190 metros.

Cuatro viaductos jalonan el trazado: Caño Real, formado por tres estructuras (una de ellas, la del tronco principal, con tipología de vigas prefabricadas con sección de tipo artesa de canto 1,40 metros y losa de hormigón armado de canto 0,25 metros, de 88 metros de longitud, y las dos restantes, que dan continuidad a los ramales del enlace de Coria, con tipología de tablero ejecutado sobre vigas prefabricadas artesas monocajón, de 83 metros de longitud; las tres tienen cimentación profunda mediante pilotes); y Arroyo del Repudio (tablero formado por cuatro vigas prefabricadas con sección tipo artesa de canto 1,40 metros y una losa de hormigón armado de canto 0,28 metros, de 89 metros de longitud). También se han ejecutado nueve obras de paso para restablecer la permeabilidad territorial de la traza: seis son pasos superiores de carreteras, caminos y enlace (con tablero formado por losas, aligeradas o sin aligerar, hormigonadas *in situ*, con longitudes de 96, 91, 89, 88, 76 y 38,5 metros, y anchura variable entre 8 y 13 metros) y tres son pasos inferiores de caminos y vías pecuarias (marcos cerrados de hormigón *in situ*, de longitudes de 52, 44 y 40 metros, y anchura libre de 8 a 15 metros). El capítulo de estructuras se completa con dos muros: uno construido mediante pantallas ancladas al terreno, similar al de Carramolos, de 100 metros de longitud y 11 metros de altura, para evitar afecciones a viviendas cercanas; y otro de hormigón armado tipo ménsula, ejecutado *in situ*, de 94 metros de longitud y altura máxima de 6,4 metros, para permitir el paso de un gasoducto y evitar nuevas expropiaciones.

En el trazado, que discurre por terrenos tolerables desde el punto de vista geotécnico, se han ejecutado tres desmontes, con una longitud



Paso de la SE-40 por el cerro de Carramolos, con pantallas de contención laterales a la vía complementadas por paneles fonoabsorbentes.

superior a 4 kilómetros y altura máxima de 15,8 metros, así como tres terraplenes, de 970, 150 y 1.500 metros de longitud y altura máxima de 13 metros. Por último, se han construido dos obras de drenaje transversal.

Tramo Almensilla-Espartinas

Este tramo, de 7.700 metros de longitud, se desarrolla entre los enlaces de la carretera A-8054 y la autovía A-49 y discurre íntegramente en sentido sur-norte por los términos municipales de Almensilla, Mairena del Aljarafe, Gelves, Bollullos de la Mitación, Bormujos y Espartinas. En su mayor parte lo hace sobre la amplia vaguada que forma el arroyo del Repudio y sobre zonas de relieve suave, con terraplenes y desmontes de altura media, en un entorno de haciendas con catalogación de Bien Interés Cultural (BIC) caracterizado por amplias extensiones de olivares a ambos lados de la autovía. En la zona inicial del tramo se evitan unos yacimientos arqueológicos catalogados que quedan al oeste de la traza, cruzándose luego varios caminos y vías pecuarias, entre ellas la Vereda del Camino Viejo a Sevilla y el Cordel de Villamanrique a Triana, que es utilizado por la Hermandad de Triana en su peregrinación anual al Rocío. Ya en el término de Bollullos de la Mitación la traza sobrepasa la hacienda Torreblanca y gira hacia el noreste hasta el cruce con la carretera A-474. Posteriormente continúa durante cerca de 2 kilómetros en dirección norte hasta alcanzar el enlace con la autovía A-49, principal obra del tramo, concluyendo una vez sobrepasado el mismo a la altura de la localidad de Espartinas.

La principal y más singular actuación del tramo es el enlace con la autovía A-49 (Sevilla-Huelva), de tipo trébol parcial con cuatro ramales directos, dos ramales semidirectos y dos lazos, que ha requerido la ejecución de 14 estructuras. Esta tipología ha obligado a desarrollar unas vías colectoras en la A-49 que abarcan desde el enlace de Gines-Bormujos (pk 5 de la A-49) hasta el enlace de Umbrete-Bollullos de la Mitación (pk 11,5), así como otra vía colectora paralela a la SE-40 desde el pk 5+000 al 7+000. Por razones de capacidad, las vías colectoras y los ramales Almensilla-Huelva y Huelva-Almensilla se han construido con dos carriles por sentido, mientras que los restantes se han

Historia a ras de autovía

Los trabajos de construcción de la SE-40 evidencian que el actual área metropolitana de Sevilla fue un territorio habitado desde tiempos remotos. Así lo ponen de manifiesto una quincena de yacimientos arqueológicos localizados en varios puntos del trazado, entre ellos el de Cerro del Goro en Valencina de la Concepción, en el sector noroeste, donde las labores arqueológicas preventivas realizadas al amparo de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) han detectado restos de actividad humana de la Edad del Cobre (III milenio a.C.); o los ya excavados de Torrequinto, Adaines II y Pozo de la Culebra, entre Alcalá de Guadaíra y Dos Hermanas, en el sector sureste, donde se han documentado y conservado restos de villas rústicas, termas y una necrópolis romanas de las épocas alto y bajo imperio (I-V d.C), asentamientos luego ocupados en el medievo.

El tramo Coria del Río-Almensilla es el último ejemplo de la presencia de la historia a ras de suelo en la SE-40. Allí, entre los pk 3+160 y 3+300, junto al trazado, se localiza el yacimiento de Riopudio, donde una campaña de sondeos en 2011-2012 detectó asentamientos humanos de las épocas romana, visigoda y musulmana, entre ellos vestigios de una *mutatio* o casa de postas romana. Posteriormente, las excavaciones realizadas en otro sector en 2018 han hecho aflorar a medio metro de profundidad los restos de la alquería de Uncina, que aparece citada en la Carta de Repartimiento de Sevilla tras la conquista cristiana del Reino de Sevilla. Se trata de un conjunto de 14 edificios de uso agrícola, ganadero y residencial, que reproducen el clásico modelo de vivienda andalusí (alcobas y alhanías, patios centrales con andenes, pozos y jardines rehundidos), datados en los periodos emiral, califal y almohade (siglos IX-XIII), y que se abandonaron en el siglo XIII. También se encontraron tres silos de la Edad del Bronce y tumbas infantiles romanas y cristianas, así como una cerca de protección alrededor de la alquería.

Estos restos tienen un alto valor científico, pero su estado de conservación es deficiente. Ante la imposibilidad de restaurarlos y ponerlos en valor, la Delegación Territorial de Cultura, Turismo y Deporte de Sevilla, responsable en nombre de la Junta de Andalucía de la gestión del patrimonio histórico en esta provincia andaluza, resolvió en mayo la adopción de una serie de medidas de conservación preventiva del yacimiento, mediante su cubrimiento con material geotextil, arena y relleno de compactación para evitar posibles daños y expolios y preservarlo de cara al futuro. Esta actuación requirió una modificación del proyecto de una vía pecuaria cercana a la traza de la autovía, consistente en la elevación de la rasante, de forma que apenas se realizaron rebajes en el terreno, por lo que en torno al 90% de la superficie afectada ha sido cubierta –y no destruida– por la carretera.

ejecutado con un carril. Además, para el acceso a Espartinas se ha construido sobre la A-49 un enlace satélite, con tipología de pesa, acoplado al enlace de la A-49 a través de las vías colectoras y de los ramales semidirectos.

En el trazado se han ejecutado 24 obras de paso (12 pasos superiores y 12 pasos inferiores) para resolver el cruce de los ramales del enlace con la autovía A-49 y para dar continuidad a las restantes vías afectadas. Seis de los pasos superiores son las principales estructuras de cruce sobre la A-49 y sus vías colectoras. Se trata de estructuras de tipo isostático, con tres vanos de aproximadamente 40 metros cada uno para cubrir una longitud total de 120 metros y una anchura de entre 8 y 17 metros (salvo el nuevo paso superior que cruza la A-49 para comunicar caminos de servicio ubicados en ambas márgenes de la autovía, que tiene cuatro vanos con una longitud total de 68 metros). De ellas, cuatro (entre las que se encuentra la que facilita el cruce del tronco de la SE-40 con la A-49, de doble tablero) han sido construidas con tablero de vigas prefabricadas de hormigón tipo artesa (para minimizar la afección al tráfico durante la ejecución de las obras) y losa superior hormigonada *in situ*, mientras que las dos restantes se han ejecutado con tipología de viga cajón. Los otros seis pasos superiores son estructuras hiperestáticas de cuatro vanos, con tablero de losa postensada, continua o aligerada, de canto constante 1.00-1.40 metros, de longitudes entre 75 y 93 metros y anchura de 8 metros, que dan continuidad a vías pecuarias y caminos vecinales entre ambas márgenes del tronco de la SE-40.

Entre los pasos inferiores –12 en total, siete de ellos construidos en el enlace con la autovía–, tres se han ejecutado con tablero hormigonado *in situ*, de 70, 58,1 y 50,8 metros de longitud y entre 15 y 8,5



▶Enlace con la autovía A-49, principal elemento del tramo Almensilla-Espartinas.

metros de anchura; cuatro con tablero de vigas prefabricadas, de 60 metros de longitud, y otros cuatro mediante marcos de hormigón armado ejecutado *in situ*, con longitud máxima de 95 metros. Finalmente, destaca por su singularidad el paso inferior tipo pérgola ejecutado bajo la reposición de la carretera A-474 (de Sevilla a Almonte por Pilas), consistente en una estructura a base de muros con pantalla de pilotes y tablero formado por vigas doble T y losa superior hormigonada in situ, que exigió previamente deprimir un tramo de la mencionada carretera para cruzar la autovía a distinto nivel.

A lo largo del trazado se han ejecutado nueve desmontes con una longitud total de 3,1 kilómetros, con longitud máxima de 630 metros y altura máxima de 7,3 metros. Por otro lado, para resolver el drenaje transversal se han ejecutado 13 obras en el tronco principal y 10 en los ramales y en la reposición de carreteras. La mayoría son marcos cerrados de hormigón armado, con dimensiones comprendidas entre 2,5 x 2,5, 3 x 3 y 6 x 3,6 metros, las cuales se han dimensionado para un periodo de retorno de 500 años, en cumplimiento de las demandas de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

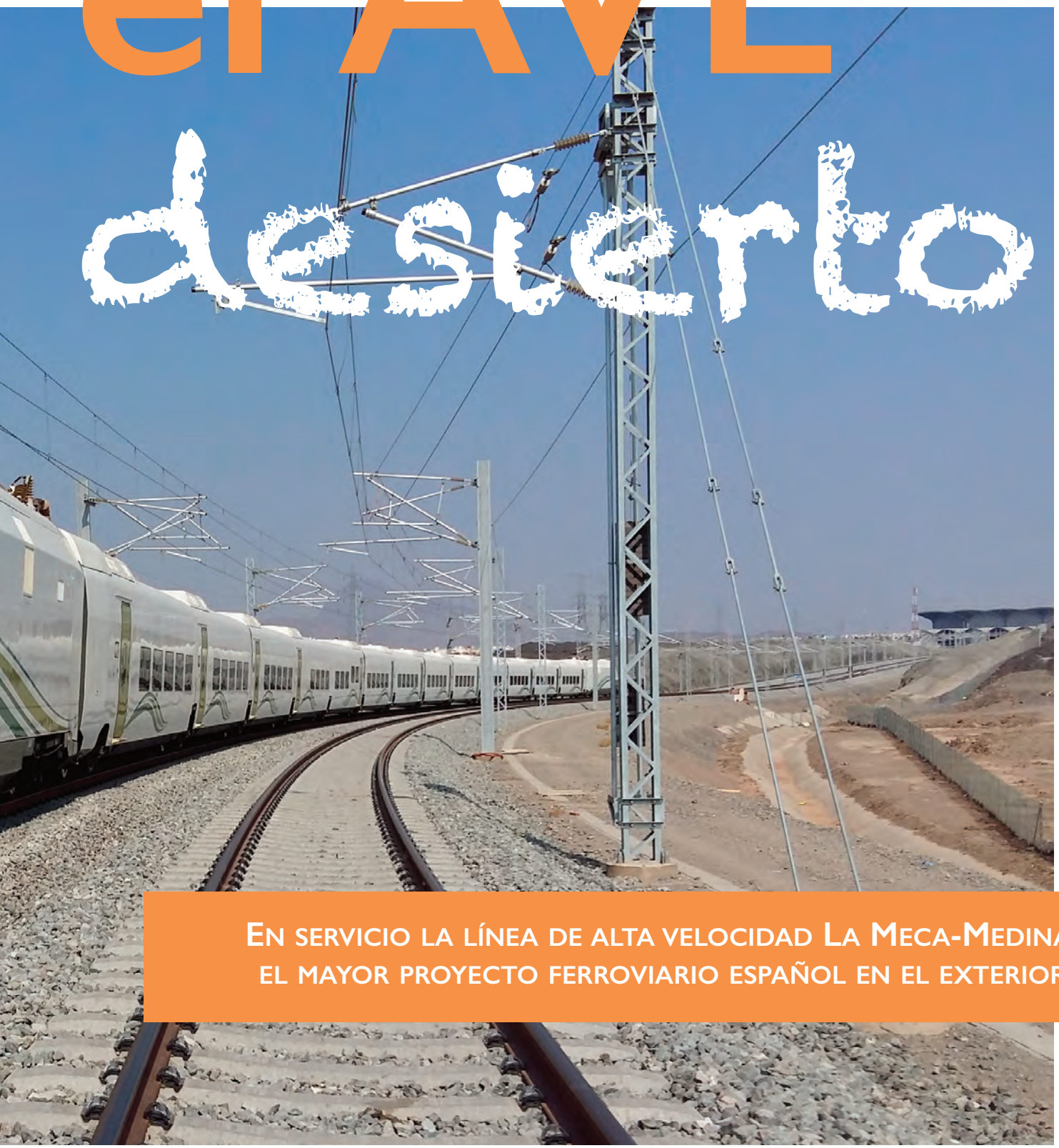
Las medidas de prevención y corrección del impacto ambiental implementadas por mandato de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) son en este tramo similares a las del tramo anterior, destacando entre ellas la protección del sistema hidrológico y del patrimonio histórico y arqueológico, el acondicionamiento de las obras de drenaje transversal –y de algún paso inferior– como pasos de fauna, la instalación de pantallas acústicas en determinados puntos de la traza, las medidas relativas a la protección de la flora y la fauna o las medidas de recuperación ambiental e integración paisajística. En el tramo Almensilla-Espartinas, la mayor parte del cual se desarrolla por terrenos de olivares, los ejemplares de olivos más valiosos fueron conservados y han sido trasplantados en las isletas del enlace con la autovía A-49 y en otros puntos de la traza. Tanto en este tramo como en el anterior se han repuesto numerosos servicios afectados, como redes de electricidad, agua –tanto abastecimiento como saneamiento–, gas y telefonía, entre otros.

Javier R. Ventosa Fotos: DCE Andalucía Occidental

Arranca del



el AVE desierto



En servicio la línea de alta velocidad La Meca-Medina, el mayor proyecto ferroviario español en el exterior



▶Tramo en el pk 273 del área 4 del trazado, entre las estaciones de KAEC y Medina

La línea de alta velocidad La Meca-Medina, construida y equipada tecnológicamente por un consorcio público-privado español, ya es una realidad. A finales de septiembre se inauguró esta singular infraestructura y en octubre arrancaron las circulaciones comerciales de trenes, con prestaciones que se reforzarán progresivamente. La puesta en marcha de la primera línea de alta velocidad de Oriente Medio reafirma la posición de vanguardia de la industria ferroviaria española, que ahora asume a través del consorcio el reto de su explotación y mantenimiento, tarea que recaerá sobre todo en Renfe, Adif y Talgo.

La nueva línea fue inaugurada el 25 de septiembre y 16 días después comenzaron las circulaciones de trenes con pasajeros en la fase de preoperación comercial, con una ocupación prácticamente total. Esta fase, pactada entre el titular de la infraestructura (Saudi Railways Organization, SRO) y el consorcio español encargado de su construcción y explotación (Al Shoula), durará casi un año y permitirá compaginar los ajustes finales en esta línea de 450 kilómetros –la distancia entre Madrid y Lleida– con el nuevo servicio. Inicialmente, la oferta comercial está formada por cuatro viajes diarios La Meca-Medina, cuatro días a la semana, con parada en dos estaciones intermedias (Yeda y KAEC), a 200 km/h, para un tiempo de viaje de unas tres horas. Desde enero de 2019 habrá 12 frecuencias diarias, incluyendo a partir de marzo parada en la quinta estación (KAIA Aeropuerto). La velocidad se irá elevando hasta alcanzar los 300 km/h previstos en la fase comercial, que se iniciará en septiembre de 2019. Será entonces cuando el viaje en tren entre La Meca y Medina se hará en menos de 2 horas 30 minutos, la mitad de tiempo que en carretera, cumpliendo así con el objetivo del proyecto Haramain.

La puesta en servicio de esta línea es un hito en la internacionalización del sector ferroviario español, personalizado en los socios de Al Shoula (las compañías públicas Adif, Renfe e Ineco, dependientes del Ministerio de Fomento, y las privadas Talgo, OHL, Indra, Copasa, Cobra, Imathia, Abengoa Inabensa, Siemens España y Consultrans, más dos locales). Este consorcio, con apoyo del sector, ha superado el reto de implantar la primera línea de alta velocidad en un desierto, equipándola con tecnología española, y ahora la explotará comercialmente, ratificando con este proyecto el liderazgo español en alta velocidad y multiplicando las opciones para exportar el modelo AVE a nuevos mercados. Para Arabia Saudí, se trata de un eslabón más en la revolución del transporte que vive el país (nuevas autopistas y redes de metro, modernización del ferrocarril, ampliación de aeropuertos…) dentro



de la estrategia Visión 2030, cuyo fin es diversificar la economía para reducir la dependencia del petróleo y potenciar sectores estratégicos como el turismo.

La culminación del proyecto Haramain ha requerido años de trabajo. Este proyecto fue concebido en la pasada década por las autoridades saudíes para incrementar las cifras de visitantes a las ciudades santas de La Meca y Medina mediante un transporte moderno y alternativo a la carretera, saturada en los días álgidos de los periodos de peregrinación (Hajj y Umrah), pero también para conectar con Yeda y su aeropuerto internacional y para fomentar el crecimiento de una nueva ciudad junto al mar Rojo (King Abdullah Economic City, KAEC). En 2008, SRO lanzó la licitación del proyecto. Dada su magnitud, se dividió en tres fases: construcción de plataforma (fase P1P1), adjudicada en 2009 a un consorcio chino-saudí; ejecución de cuatro estaciones (fase P1P2), adjudicada en 2011 a otro consorcio similar –se construye la quinta dentro de la ampliación del aeropuerto de Yeda–; y construcción de superestructura, suministro de trenes y explotación y mantenimiento durante 12 años (fase P2), adjudicada en octubre de 2011 al consorcio Al Shoula por 6.736 M€. El importe actualizado de la fase P2 supera hoy los 7.000 M€, casi un 60% del total del proyecto, siendo el de mayor cuantía de empresas españolas en el exterior.

Fase CAPEX

El consorcio Al Shoula inició en 2013 sus trabajos, divididos en dos fases consecutivas: CAPEX (construcción de superestructura y sistemas, suministro de trenes) y OPEX (operación comercial y mantenimiento). En los casi seis años que se ha prolongado la fase CAPEX, los ingenieros, constructores y técnicos del consorcio han diseñado y construido sobre la plataforma entregada una línea exclusiva para pasajeros con los estándares de la alta velocidad española: doble vía de ancho UIC, electrificación a 25 kV AC 60, subestaciones y centros de autotransformación, telemando de energía, sistemas de señalización ERTMS nivel 2 y ASFA Digital de respaldo, comunicaciones fijas y móviles GSM-R y dos centros de control de operaciones, además de dos talleres de mantenimiento, entre otros. En ese periodo, Talgo ha completado la fabricación de los 35 trenes serie Haramain previstos en el contrato (que prevé otros 20 opcionales), de los cuales ya ha entregado 26 y el resto aún está en fábrica, además de un tren VIP para la familia real saudí. Cada uno de estos trenes está formado por dos cabezas tractoras y 13 coches, con 417 plazas y 215 metros de longitud.

Junto al desafío técnico de construir una línea de alta velocidad en otro país, con las implicaciones logísticas consiguientes, el consorcio adaptó desde el inicio el proyecto a los condicionantes ambientales del desierto saudí: tormentas de arena, dunas en movimiento, polvo en suspensión y oscilaciones térmicas entre 0 y 50 grados. Para neutralizar el potencial impacto de arena y polvo sobre vías y sistemas, en las zonas más expuestos del trazado –sobre todo junto a la estación KAEC– se han instalado 80 kilómetros de vía en placa (sobre hormigón), lo que dificulta la acumulación de arena y facilita el mantenimiento; el resto va montado sobre balasto o con carril embebido en las estaciones. En los márgenes de la plataforma, además, se han ejecutado medidas de contención contra la arena (zanjas, fijación de dunas con material de vertido, muros de



Los maquinistas de Renfe han instruido a sus colegas saudíes en la conducción del Talgo Haramain.

contención, etc.), que deben completarse con un importante mantenimiento. Asimismo, todos los equipos y sistemas del trazado tienen una protección especial, y las estaciones, centros de control y talleres han sobredimensionado la refrigeración. Por último, los trenes incorporan un paquete específico de soluciones para contrarrestar las altas temperaturas y minimizar los efectos abrasivos de arena y polvo en el exterior.

La fase CAPEX se ha desarrollado sobre los trabajos realizados por los consorcios responsables de la obra civil (plataforma y estaciones), heredando una media de 20 meses de demoras en su entrega, que se han trasladado a capítulos como la instalación de los sistemas de señalización y telecomunicaciones. Estas demoras han sido reconocidas en los dos acuerdos (*settlement agreements*) alcanzados en 2017 y 2018 entre SRO y Al Shoula, por medio de los cuales el cliente prorrogó la fase CAPEX, fijando el calendario de las fases precomercial (octubre 2018-septiembre 2019) y comercial (a partir de septiembre de 2019) del proyecto, además de establecer compensaciones económicas en concepto de retrasos, sobrecostes, adecuación de estaciones y pruebas, entre otros. Estos acuerdos han determinado dos rasgos de la fase precomercial: la operación se realizará sin tres de las cinco estaciones finalizadas –Adif gestiona las dos ya acabadas (Medina y KAEC) y ha recepcionado con limitaciones otras dos (Medina y Yeda), que han habilitado zonas para esta fase–; y la infraestructura y los trenes funcionarán con el sistema Asfa Digital –lo que implica menor velocidad– hasta la entrada en servicio del sistema ERTMS nivel 2, previsto para la fase comercial.

> La fase de explotación de la línea es igualmente relevante para la imagen del sector ferroviario español

A medida que se completaba la instalación de la superestructura en las seis áreas en que se dividió el trazado, el consorcio ha desarrollado desde 2017 las pruebas de sistemas y de trenes: primero viajes con técnicos para testar el comportamiento del material rodante sobre las partes acabadas de la infraestructura y luego simulaciones comerciales con invitados (*service demonstration*), una modalidad prevista en los acuerdos SRO-consorcio para dar a conocer la línea entre los saudíes. El primer viaje de demostración en el trazado completo se realizó el pasado 31 de diciembre, con una duración de 2 horas 52 minutos, superando los 300 km/h entre las estaciones de Medina y KAEC. Desde esa fecha y hasta septiembre se han prestado 162 servicios de pruebas, con una distancia recorrida total superior a 100.000 kilómetros, casi 16.000 pasajeros transportados y la consecución de los tiempos de viaje y las previsiones de puntualidad, que han servido para comprobar la operatividad de la línea. En las pruebas, los trenes han sido homologados, lo que significa que han alcanzado una velocidad de 330 km/h.

En total, la fase CAPEX ha supuesto una carga de empleo directo de más de 1.500 trabajadores, la mayoría españoles, con un alto índice de empleo cualificado (sobre todo ingeniería y perfiles técnicos ligados al diseño, ejecución y gestión de proyectos ferroviarios) y una presencia media de



Royer-Alcisa

▶Base de mantenimiento de material rodante en Medina, una de las dos bases que posee la línea.

Transferencia de conocimiento

El proyecto Haramain incluye una callada pero importante labor de formación de personal local a cargo de empresas del consorcio. Estas compañías han desarrollado programas formativos en distintos ámbitos, desde conducción y control de tráfico hasta mantenimiento, atención al público en estaciones y servicios de a bordo, que suponen una transferencia continua de *know how* a los futuros profesionales encargados de la explotación de la línea. En esta labor destacan Renfe y Adif.

Renfe se ha encargado de la formación de maquinistas. Entre 2013 y 2014 instruyó a los 10 primeros aspirantes en la Escuela Técnica Profesional de Conducción y Operaciones (ETPCO), centro de la operadora en Madrid. La colaboración se amplió a raíz de un acuerdo suscrito con Saudi Railway Polytechnic (SRP) para impartir formación teórica a cargo de personal de la ETPCO en las instalaciones del centro formativo saudí en Buraidah (provincia de Qassim). En diciembre de ese año se inició el primer curso con 25 alumnos, que desde marzo pasado realizan la formación práctica en la línea. Paralelamente, la ETPCO implementó un plan para formar al personal docente del centro. En junio comenzó el segundo curso, con 24 alumnos. En ese caso, la ETPCO ejerce de auditor y certificador de la formación teórica del SRP, además de impartir la formación práctica en la línea. Por otro lado, Renfe también ha contratado y formado a más de 150 saudíes para realizar tareas comerciales, tanto en estaciones como a bordo, además de personal de seguimiento de la operación en el puesto de mando.

Adif ha formado hasta ahora a 150 personas, la mayoría saudíes menores de 30 años, en tres ámbitos. Por un lado, ciclos formativos sobre *management* en gestión, mantenimiento y operación de estaciones, que incluye cursos teóricos, prácticas en los puestos de trabajo y cursos de riesgos laborales. Por otro, formación sobre circulación en colaboración con el centro de SRO en Buraidah, un modelo que se extenderá a otros ámbitos del sector ferroviario saudí para proyectos distintos del Haramain. Y por último, formación de los trabajadores del resto de empresas del consorcio para aquellas posiciones necesarias para la operación, como el personal de mantenimiento de la vía.

500 profesionales expatriados, así como más de 5.500 trabajadores de empleo indirecto, según el consorcio.

Fase OPEX

La inauguración del Haramain High Speed Railway y el inicio de la preoperación comercial ha abierto la puerta, aunque sea transitoriamente, a la segunda parte del proyecto, la fase OPEX, que comprende tanto la operación y explotación comercial de la línea como el mantenimiento de la infraestructura y el material rodante. Esta nueva fase, que tendrá una mayor duración temporal que la fase CAPEX, es igualmente relevante para la imagen del sector ferroviario español.

El objetivo de la fase OPEX, con independencia de los resultados de explotación de la línea, es garantizar

el funcionamiento de la infraestructura con sus máximas prestaciones (está previsto una conexión La Meca-Medina sin paradas en 2 horas 10 minutos), y su mantenimiento durante la vigencia del contrato, para prestar un servicio seguro, fiable y cómodo a millones de visitantes a las dos ciudades santas musulmanas. El consorcio ha encargado a una consultora independiente la elaboración de un estudio de mercado que permitirá actualizar las proyecciones originales sobre demanda de pasajeros y que es considerado como un instrumento clave para fijar las necesidades de servicio de la línea.

de infraestructura y sistemas, una actividad crucial para garantizar la operatividad de la línea.

Esta reorientación de las cargas de trabajo en el consorcio tendrá su correspondencia en las cifras de personal español destinado al proyecto, que en la nueva fase procederá mayoritariamente de las tres compañías mencionadas. Aunque no hay cifras globales de esta participación, el equipo de Talgo estará integrado por unas 230 personas cuando la explotación esté a máximo rendimiento, según fuentes de la compañía. En todo caso, el porcentaje



▶Vestíbulo de la terminal de Medina, una de las dos estaciones término de la línea.

Si en la fase previa la carga de trabajo del proyecto ha recaído en las ingenierías, constructoras e integradoras de sistemas, en la fase OPEX lo hará sobre las empresas más enfocadas a la operación, Renfe, Adif y Talgo, encargadas de cometidos muy amplios: la operadora lleva a cabo tanto la operación (aporta maquinistas y personal en estaciones) como la operación comercial de la línea; Adif implementa la planificación y programación de capacidad de la línea, la dirección de circulación, la gestión de las estaciones y el mantenimiento de la línea y los sistemas; y Talgo, que aún debe entregar las últimas unidades de trenes y realizar las correspondientes pruebas sobre el terreno, se encarga del mantenimiento del material rodante. El resto de empresas del consorcio lleva a cabo los respectivos planes de mantenimiento

de personal español en la operación de la línea, que para su explotación plena requiere de casi 3.000 personas, será significativo, sobre todo en los niveles de supervisión y dirección, allí donde pueden realizar la transferencia de conocimiento y de experiencia al personal local. Este porcentaje, no obstante, se irá reduciendo año a año dado que el proyecto prevé la saudización progresiva del personal a cargo de la línea.

Para la fase OPEX, los socios de Al Shoula se han agrupado en un nuevo marco de organización y gestión articulado en torno a una compañía ya existente, Saudi Spanish Train Project Company (SSTPC), radicada en Yeda. Esta empresa de operación y mantenimiento de la línea, primera española de este tipo en el exterior, está controlada

Tecnología *made in Spain*

La línea La Meca-Medina supone la exportación del modelo AVE adaptado a las condiciones de Arabia Saudí. Tanto el *hardware como el software* del proyecto, diseñados según los estándares de la alta velocidad española, han sido proyectados, suministrados, instalados y testados por el consorcio o por empresas nacionales subcontratadas, de forma que la tecnología de la línea es cien por cien española.

Superestructura. Prácticamente todos los materiales que conforman la superestructura (carril, traviesas, aparatos de vía, balasto, hilo de cobre para la catenaria, postes de electrificación, cableado, señales de vía…), reforzados para afrontar el rigor climático saudí, han sido fabricados y suministrados por el sector ferroviario español. También procede de empresas españolas la tecnología de señalización (ERTMS nivel 2, Asfa Digital) y de comunicaciones (GSM-R), el sistema de control de operaciones de los puestos de mando de Yeda y KAEC –basado en la plataforma Da Vinci de Adif e Indra que gobierna las líneas AVE– y los simuladores de conducción y operación para el adiestramiento de personal. Asimismo, los talleres de mantenimiento de Medina y La Meca están equipados con tecnología similar a la de Renfe para desarrollar esta labor. Y tanto los manuales técnicos como los planes de operación y mantenimiento de la línea suministrados al cliente están basados en el *know how* español. Además, la tecnología de *ticketing* instalada en las estaciones también es un diseño *made in Spain*.



▶Interior del Talgo Haramain en el primer viaje de demostración.

Material rodante. El tren Haramain es otro producto netamente español. Basado en el Talgo 350, para su construcción se han desarrollado patentes en protección contra el polvo y la arena desértica, seguridad y confort en climas extremos o soluciones para mejorar el mantenimiento, por lo que es un modelo único. Para este proyecto incorpora 30 tecnologías específicas, algunas de ellas basadas en la industria militar o las energías renovables, que conforman el llamado paquete desértico. Para luchar contra la arena y el polvo, los trenes incluyen un sistema de limpieza de carril por aire, acabado especial en cajas y ventanas, pinturas y recubrimientos anti-abrasión, estanqueidad de uniones mecánicas y eléctricas, filtros para expulsar el polvo del interior de los coches, sobrepresión interior y sellado especial de puertas. Para contrarrestar las altas temperaturas, incorporan equipos autónomos de aire acondicionado de alta potencia con autonomía de dos horas por si falla la electricidad y aislamientos de gran rendimiento. Para mejorar el mantenimiento y reducir el desgaste del material, las ruedas de los trenes son de un diámetro mayor que el Talgo 350. Además, Talgo proyecta con Google Cloud una solución de *Big Data* para almacenar y procesar los datos que emite cada tren (2.000 señales por segundo), con objeto de monitorizarlos en tiempo real, almacenarlos y aplicar técnicas de *machine learning* que mejoren el mantenimiento predictivo.

por el consorcio que preside Jorge Segrelles, cuenta con un *general manager* de Renfe (Armandino Fombella) e incluye personal de los socios con atribuciones en operación, servicios comerciales, gestión de estaciones y mantenimiento de infraestructura y trenes. Al término de la fase OPEX, esta empresa será transferida a SRO para continuar la operación de la línea, aunque el contrato prevé una prórroga a su funcionamiento.

Javier R. Ventosa. Fotos: Consorcio Al Shoula

UN PASO ADELANTE



Vista desde tierra de un avión despegando.

El Gobierno aprueba un Real Decreto para el desarrollo del reglamento del aire, lo que permitirá a España avanzar en el proyecto

"Cielo Único Europeo"



Controladores aéreos trabajando en el aeropuerto de Las Palmas de Gran Canaria.

Reestructurar el sistema de gestión de la navegación aérea en Europa, promoviendo su evolución hacia un sistema de transporte aéreo más eficaz. Ese es el gran objetivo del proyecto 'Cielo Único Europeo' —Single European Sky (SES)—, que recientemente ha recibido un nuevo impulso en España de la mano del desarrollo del Reglamento del Aire y la modificación del Reglamento de Circulación Aérea.

Con la aprobación del Real Decreto por el que se desarrolla el Reglamento del Aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea y se modifica así el Reglamento de Circulación Aérea, a finales de septiembre, el Gobierno de España ratifica su apuesta por mejorar la seguridad aérea y favorecer el incremento de la capacidad del espacio aéreo, reduciendo el impacto medioambiental e impulsando su eficiencia.

En coordinación con la normativa comunitaria sobre las reglas del aire, la nueva legislación española permitirá agilizar determinados procedimientos para actuar en operaciones especiales como la lucha contra incendios, búsqueda y salvamento, vuelos de policía, control de tráfico, vuelos médicos, etc., y comprende otras muchas múltiples cuestiones, como la actualización de los procedimientos asociados a las comunicaciones o las reservas y restricciones de espacio aéreo, para lograr así una mayor flexibilidad de uso del espacio aéreo español por parte de los diferentes usuarios, agilizando los procedimientos, tal y como exige la normativa del proyecto 'Cielo Único Europeo'.

Aparte del desarrollo de la legislación comunitaria, la nueva normativa española supone una actualización en materia de navegación aérea gracias a la modernización del Reglamento de la Circulación Aérea para adecuarlo a las últimas novedades desarrolladas en el seno de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)—International Civil Aviation Organization (ICAO). Además, se introducen pequeñas modificaciones puntuales en otros reales decretos, todo ello, merced a la colaboración entre diferentes órganos de la Administración Central y del sector de la navegación aérea en España.

Proyecto "Cielo Único Europeo"

El proyecto 'Cielo Único Europeo' —Single European Sky (SES)— es una iniciativa reglamentaria de la Unión Europea (UE) aprobada en 2004, que tiene el objetivo fundamental de reestructurar el sistema de gestión de la navegación aérea del continente para lograr un sistema de transporte aéreo más eficaz, armonizando y mejorando la eficiencia en la prestación de los servicios de navegación aérea en todo el conjunto de países europeos —no únicamente de los Estados miembros de la Unión Europea— al aumentar la capacidad del control aéreo.

El 'Cielo Único Europeo' persigue además otros objetivos, como reforzar la seguridad, reducir la fragmentación del espacio aéreo en Europa, mejorar la integración del ámbito militar en los cielos europeos y facilitar la introducción de nuevas tecnologías. Asimismo, y según un informe de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional —Air Transport Association (IATA)—, dotar a la Unión Europea de un cielo único permitirá reducir el coste de los billetes para todo tipo de pasajeros, reduciendo el coste de la actual fragmentación que supone 5.000 millones de euros anuales, en datos de la Comisión Europea.

> El proyecto "Cielo Único Europeo" tiene el objetivo fundamental de reestructurar el sistema de gestión de la navegación aérea del continente.

En 2035, fecha límite por ahora para que el proyecto 'Cielo Único Europeo' sea una realidad, el ahorro podría situarse en 69 euros en un billete de avión en clase business y de 36 euros para los billetes de clase turista —respecto al precio de 2014— e incluso llegar a 74 euros en business y 48 euros en turista, en un vuelo de unas dos horas de duración y una ocupación del avión de 140 pasajeros.

Estos cálculos se basan, entre otras variables, en una reducción de los tiempos de vuelo, de más de 11 minutos de media, gracias a rutas más directas



Piloto y copiloto en la cabina de un avión.



Consola de presentación del radar de control aéreo.

que permitirían aumentar las frecuencias un 35%. Todo ello redundaría además en un menor consumo de combustible, casi 5 euros por pasajero, y de emisiones contaminantes, logrando así una reducción en el impacto medioambiental de hasta un 10%. Para un pasajero que viaje por negocios, el valor por hora sería de 54 euros, con un ahorro de 17 euros según la IATA, que estima que en pasajeros que vuelan por ocio, un tipo de viaje para cuyo cálculo estadístico el tiempo no es una variable tan a tener en cuenta, el valor/hora sería de 18 euros, con 6 euros de ahorro.

Unificar los 28 espacios aéreos actuales, junto a su modernización, permitiría incrementar el PIB europeo en 245.000 millones de euros y el de España en 15.000 millones de euros, en ambos casos en una proyección a 2035 realizada por los expertos de la IATA.

ENAIRE, líder del proyecto

ENAIRE, gestor de navegación aérea de España, dependiente del Ministerio de Fomento, es uno de los proveedores con más peso en el proyecto europeo de cielo único desde su lanzamiento hace 15 años, liderando algunos programas y potenciando la presencia e influencia de España en foros internacionales.

El 'Cielo Único Europeo' incluye diferentes iniciativas, como el Programa Single European Sky ATM Research (SESAR), que constituye el componente tecnológico del proyecto, que tras una fase inicial de definición —finalizada en 2008— está en fase de desarrollo y validación —hasta 2024—. Además, incluye la fase de I+D asociada



Controlador aéreo.

a la modernización de la gestión de tráfico aéreo en Europa.

Otra apuesta de importancia es SESAR Joint Undertaking (SJU) en la que ENAIRE participará hasta finales del 2024, en concreto en la ejecución del Programa de Trabajo I+D SESAR 2020 y en otras iniciativas adicionales gestionadas por la SJU, tomando parte en las decisiones de control y gobierno a través de los órganos existentes.

El Programa I+D SESAR2020 se ha articulado en dos subfases, llamadas respectivamente Wave 1 y Wave 2. Junto a sus afiliados y asociados y en coordinación con el resto de miembros de la SJU, ENAIRE trabajará en los proyectos que tiene adjudicados como resultado de las ofertas presentadas a la Wave 1 (2016-2019) y en los que en un futuro se adjudicarán en la Wave 2, modulando su estrategia en función de los planes/estrategias de iTEC



▶Avión A-380 de la Compañía Emirates aterizando en el aeropuerto de Barcelona.

—futuro sistema de tratamiento de datos de vuelo y posición de control, resultado de la cooperación entre ENAIRE, el proveedor alemán DFS y el proveedor británico NATS—, y coordinando su participación con la del resto de Proveedores de Servicio de Navegación Aérea del A6, los grandes proveedores de servicios de navegación aérea en Europa.

El Gestor del Despliegue de SESAR Deployment Manager es otra de las patas más importantes del cielo europeo común. Arrancó en diciembre de 2014 con la fase del despliegue del Programa SESAR al designar la Comisión Europea el consorcio constituido por miembros del A6 y asociaciones de aerolíneas y aeropuertos, bajo la denominación SESAR Deployment Alliance (SDA).

> ENAIRE es uno de los proveedores con más peso en el proyecto europeo de Cielo Único desde su lanzamiento en 2004.

El SESAR Deployment Manager (SDM), gestor de despliegue europeo sincronizado de la infraestructura SESAR, tiene mandato hasta 2020.

ENAIRE, como miembro del Consorcio SESAR Deployment Alliance (SDA) participa en la sincronización de la implantación y el despliegue de los proyectos SESAR, que contarán con una subvención comunitaria de 2.000 a 2.300 millones de euros de los Fondos Connecting Europe Facility (CEF) para el periodo 2014-2020. La participación de ENAIRE en el Gestor de Despliegue contribuye a desarrollar el proceso de internacionalización de su actividad, añadiendo a su cartera de servicios una experiencia que sirve de base para futuras oportunidades de



Prototipo I+D, año 2015.



Avión Iberia MD-87 aterrizando.

desarrollo. Estratégicamente, permite contribuir a la definición y evolución del Programa de Despliegue del Cielo Único Europeo.

Además, ENAIRE ha participado en las sucesivas convocatorias anuales destinadas a subvencionar la implantación de proyectos, lanzadas por la Innovation and Networks Executive Agency (INEA), organismo europeo que, entre otras cosas, trata de facilitar la interconexión de las redes de transporte europeo.

Despliegue de proyectos europeos

España, a través de ENAIRE, seguirá teniendo un rol importante en la constitución del 'Cielo Único Europeo' en los próximos años de la mano de su participación en las actividades de planificación del despliegue de SESAR, mediante los distintos mecanismos y procesos puestos en marcha por la Comisión Europea.

Se trata de la actualización del Plan Maestro Air Traffic Management (ATM) europeo, la coordinación del proceso anual de elaboración del Plan Local Español para la Implantación de Cielo Único (LSSIP), en el que se recoge la planificación de todos los agentes nacionales implicados, y la contribución a la monitorización del Programa de Despliegue del 'Cielo Único Europeo', elaborado por el Gestor del Despliegue mediante la monitorización del progreso de los proyectos de ENAIRE para la implantación del Proyecto Común Piloto (PCP).



Hidroavión en vuelo.



Airbus A-380.



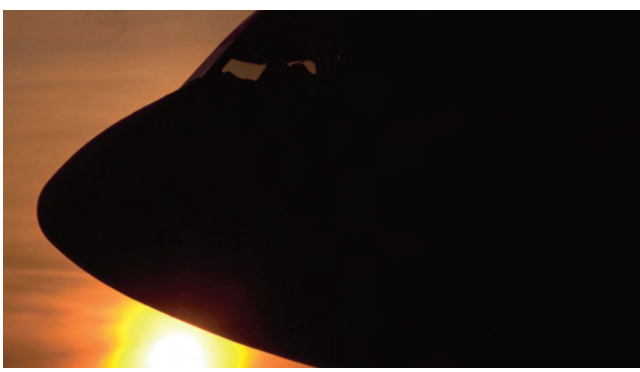
▶Controladores aéreos de ENAIRE

Anteriormente, España ya podía presumir de diferentes logros en pos del cielo único en Europa, como el acuerdo con Portugal para desarrollar el South West Functional Airspace Block (SW FAB) y el Acuerdo AEFMP, firmado con Argelia, Francia, Marruecos, Portugal y Túnez.

El acuerdo denominado South West Functional Airspace Block (SW FAB) o Bloque Funcional de Espacio Aéreo del Suroeste, firmado en mayo de 2013 tras una larga historia de colaboración en materia de gestión del tránsito aéreo entre España y Portugal, supone que ambos países trabajen conjuntamente con el fin de establecer las medidas más efectivas que permitan alcanzar un 'Cielo Único Europeo'. El SW FAB se constituye, así como uno de los nueve bloques de espacio aéreo europeos.

Por su parte, el Acuerdo AEFMP permite gestionar las actuaciones multilaterales entre Argelia, España, Francia, Marruecos, Portugal y Túnez para favorecer la armonización de los servicios de comunicaciones, navegación y vigilancia (CNS) y gestión del tránsito aéreo (ATM) en el área de influencia

▶Cabina de un avión Boing 737.



de los proveedores de servicio de los seis países. En línea con el marco internacional de planificación establecido por la OACI y la Unión Europea, el Acuerdo AEFMP abarca cinco áreas: Armonización de actividades de despliegue, Interoperabilidad de sistemas, Optimización de flujos de tráfico aéreo, Interconexión de sistemas y Facilitadores técnicos y operacionales. España, de la mano de ENAIRE, ostentó la Presidencia del Acuerdo AEFMP en 2017.

Jaime Arruz

Viaje en el tiempo



La exposición "De Iberia a España a través de los mapas": un recorrido por la evolución de la representación cartográfica de la península Ibérica.

cartografía peninsular



▶Exposición
"De Iberia a España",
en el Instituto Geográfico Nacional.

Tras la exposición "Ecúmene, la evolución de la imagen del mundo", que ocupó durante el pasado año la sala de exposiciones del IGN, le toca ahora el turno a nuestra Península. Hasta el mes de abril de 2019 se podrá visitar la muestra "De Iberia a España a través de los mapas", un recorrido desde la Antigüedad hasta el siglo XVIII por la imagen cartográfica del territorio que Estrabón comparó con una piel de toro.



Se ha dicho a veces que un lugar no se descubre realmente hasta que no ha sido cartografiado y que, en consecuencia, pueda ser alcanzado de nuevo. La frase, referida sobre todo a la época de los grandes descubrimientos, podría aplicarse no obstante a cualquier momento y territorio. La Península Ibérica, visitada una y otra vez desde tiempos remotos, no es una excepción. Es de suponer que si Estrabón (que, por cierto, nunca llegó a visitar estas tierras) pudo hacer aquella famosa comparación, fue porque antes había visto unos cuantos mapas de este rincón del Mediterráneo, aunque ninguno haya llegado hasta nuestros días, realizados por fenicios y griegos, y que permitieron poner límites a lo que entonces era el extremo occidental del mundo conocido, donde unas míticas columnas de Hércules, a ambos lados del estrecho de Gibraltar, señalaban el confín del ecúmene, la parte del mundo que, según los antiguos, era habitable por los seres humanos. Más allá, un océano ignoto y terrible plagado de monstruos, pero también una oportunidad de expansión y descubrimientos. Esa condición de finis terrae fue la que llevó a todos los pueblos de la Antigüedad a recalar en ella y, por tanto, a cartografiarla, comenzando por sus costas y, más tarde, también el interior, poniendo sobre el plano su accidentada geografía, cada vez con una mayor precisión y exactitud.

Esa evolución en la forma de representar la imagen de nuestra Península es la que nos muestra la exposición del Instituto Geográfico Nacional (IGN) a través de medio centenar de mapas, varios atlas, vistas de ciudades y un globo terráqueo. Salvo unos pocos facsímiles –de excelente reproducción–, la mayoría de los documentos mostrados son originales, lo que pone de manifiesto la importancia de la labor del Instituto en orden a preservar y difundir la cartografía histórica como parte de un patrimonio documental y bibliográfico de incalculable valor.

La Península en la Antigüedad

Varios textos anteriores a la era cristiana hacen referencia a un pueblo del suroeste peninsular al que llamaron Tarsis o Tartessos con el que comerciaron los pueblos del Mediterráneo. Los fenicios fundaron en el sur colonias como Gades o Gadir, llegando incluso a las Canarias (llamadas islas Afortunadas), y exploraron las costas atlánticas hasta unas míticas y cambiantes islas Casitérides, de las que obtenían estaño, y que los primeros geó-



▶Mapamundi de la Cosmographia de Ptolomeo. Pietro del Massaia, 1472. (Biblioteca Apostólica Vaticana).

grafos situaron frente a las costas de Galicia. También los griegos fundaron colonias en la costa levantina de la que ellos conocieron como Iberia (del río Ebro, Íber). La Iberia de griegos y fenicios –ya por entonces púnicos cartagineses– fue seguida por la Hispania romana, dividida primero en dos provincias, Citerior y Ulterior, y más tarde en tres, Lusitania, Baetica y Tarraconense.

Sin embargo, y a pesar de la gran relevancia que debió de tener nuestro territorio, ningún mapa ha llegado hasta nuestros días, con excepción de la denominada Tabula Peutingeriana (el nombre proviene de Konrad Peutinger, humanista alemán), que es la representación de un itinerario romano del siglo IV, cuya copia conservada más antigua data del XIII.

La Península Ibérica no es una excepción, y salvo muy escasas representaciones realizadas sobre materiales duraderos –petroglifos, tablillas mesopotámicas, monedas griegas o tumbas egipcias–, no han llegado hasta nosotros los mapas que con seguridad confeccionaron todos los pueblos antiguos. Por supuesto los tuvieron, y se sabe de la existencia de un mapamundi del siglo VI a. de C., atribuido al griego Anaximandro de Mileto, en el que se dividía el mundo en dos partes, Europa y Asia, incluyendo en esta última a África, entonces denominada Libia. Cuatro siglos más tarde, Crates de Mellos construyó un gran globo terráqueo con cuatro continentes, de los que solo uno era habitable, separados por masas de agua u océanos relativamente estrechos. Pero no sería hasta el desarrollo de la geometría y la utilización de proyecciones cartográficas –cuya invención se atribuye a Hiparco de Nicea en el siglo II a. de C.– cuando se haría posible plasmar con cierta exactitud una superficie curva, la Tierra, sobre otra plana, el mapa.

En este sentido, el gran referente sería Claudio Ptolomeo, nacido en la Tebaida egipcia hacia el año 100 de nuestra era. Astrónomo, matemático y geógrafo, trabajó en la biblioteca de Alejandría, donde, tomando como base las mediciones de la Tierra de otros astrónomos, elaboró la famosa *Geographia*, una guía para hacer mapas que ejerció una influencia incontestable durante más de 1.500 años. La obra de Ptolomeo, conocida por copias posteriores que se conservaron en Bizancio, fue redescubierta en el Renacimiento, sirviendo de base desde entonces y hasta el nacimiento de la cartografía moderna para todos los mapas que se confeccionaron posteriormente. Gracias a la *Geographia* de Ptolomeo, a falta de mapas originales de la época, sabemos la imagen que griegos y romanos tenían del mundo entonces conocido.

El paréntesis medieval

Hasta el redescubrimiento de la *Geographia* de Ptolomeo y, con él, de la cartografía científica, el mundo siguió, por supuesto, haciendo mapas. Durante la Alta Edad Media se asistirá a una representación predominantemente simbólica y esquemática del orbe, en la que primará el punto de vista religioso. En la exposición del IGN se pueden ver algunos mapas de los pintados en los conocidos como *Beatos*, los códices iluminados del *Comentario al Apocalipsis de San Juan*, escrito entre los años 776 y 786 por el abad del monasterio de San Martín de Turieno (actualmente Santo Toribio de Liébana,



▶Mapamundis de códices del Comentario al Apocalipsis de San Juan, de Beato de Liébana. (Facsímil. Fondos cartográficos del IGN).

en Cantabria). Transmitidos a lo largo del Medievo con un enorme impacto, varios de estos códices incluyen mapamundis en los que se representan, rodeados por el océano, los tres continentes conocidos, Asia, Europa y África, así como los principales ríos, montañas y otros accidentes. Una particularidad de los mapas de esta época, basados en las descripciones del Génesis y con intenciones puramente religiosas, es su orientación con la parte superior hacia el Este, donde se representa Asia con el Jardín del Edén –al fin y al cabo la palabra "orientación" proviene de dirigirse o mirar a Oriente–; África se encuentra en la parte inferior derecha y Europa en la inferior izquierda, ocupando el Mediterráneo la parte más central del mapa. En ese cuadrante inferior izquierdo, lindando con el océano desconocido, se sitúan las tierras que hoy constituyen la Península Ibérica.

Frente a esta visión religiosa, la otra gran manifestación de la cartografía, ya a finales de la Edad Media y principios de la Moderna, estará dirigida a fines más prácticos, los de la navegación, que ya se servía de la brújula y otros instrumentos. Las cartas náuticas y los portulanos recogían con bastante exactitud el perfil de las costas de todo el Mediterráneo, incluida la Península Ibérica. Fue una variedad de la cartografía en la que destacaron los cartógrafos judíos pertenecientes a la escuela mallorquina, especialmente Abraham Cresques y sus continuadores, como en el facsímil expuesto de la Carta de Mecià de Viladestes (1413). Los portulanos de zonas limitadas dieron lugar a cartas mucho más amplias, como el curioso mapamundi circular catalán (anónimo de hacia 1450, cuya reproducción también puede verse en la exposición), el único de estas características de la escuela mallorquina antes citada. En él, con el mismo diseño que los portulanos –líneas loxodrómicas y banderas o escudos de reinos y ciudades–, se combinan los datos de las exploraciones recientes de los

▶Detalle de Atlas Catalán Creques, 1375, una de las cartas náuticas más relevantes del final de la Edad Media. (Facsímil. Fondos cartográficos del IGN).





Edición del Siglo XVI de la Geographia de Ptolomeo.

navegantes con fuentes bíblicas y literarias, como los viajes de Marco Polo.

El redescubrimiento de Ptolomeo

Desde el siglo XIV la ciencia geográfica asistiría al renacer de la llamada cartografía científica, basada en el libro de Ptolomeo, que se tradujo al latín por primera vez en 1406. Frente a los mapas de simbología religiosa fundados en las Escrituras, o las cartas y portulanos locales levantados con datos empíricos –y que, paradójicamente, eran más exactos que los mapas "científicos" ptolemaicos ya que se basaban en singladuras reales y mediciones hechas *in situ*–, se daría la prioridad a los mapas realizados según las proyecciones que Ptolomeo ideara más de mil años antes. En efecto, la Geographia contenía instrucciones para realizar proyecciones del mundo, así como para seccionar ese mapa y obtener otros a mayor escala de carácter regional, 26 según la mayoría de ediciones (12 de Asia, 10 de Europa y 4 de África; el de la Península, el segundo: *Tabula secunda Europae*). En su libro, Ptolomeo ofrece dos proyecciones de tipo cónico o pseudocónico, una con meridianos rectos y radiales y paralelos curvos y concéntricos, y otra con paralelos y meridianos curvos. Además, la *Geographia* incluye una lista de coordenadas geográficas de ocho mil lugares –alrededor de 500 en la Península Ibérica– basadas en la longitud y latitud en grados. El primer meridiano pasaba por las islas Afortunadas y los mapas están orientados con el Norte en la parte superior. La exposición del IGN muestra algunos de estos lujosos atlas ptolemaicos de gran tamaño.

La influencia de la *Geographia* fue enorme y sus mapas establecieron una forma de concebir el mundo que ha llegado hasta nosotros. No obstante, en una época a las puertas de la Revolución Científica, en que la navegación y los grandes descubrimientos vivieron su momento dorado, se comprobó muy pronto que las proyecciones ptolemaicas estaban lejos de ser perfectas –ninguna proyección cartográfica lo es–, produciendo una perspectiva trapezoidal o de "estiramiento", algo que se puede apreciar perfectamente en los mapas de la Península Ibérica. A ello habría que añadir que Ptolomeo había partido de unas mediciones previas de la esfera terrestre que daban como resultado un mundo mucho más pequeño. Estas contradicciones entre las observaciones de fuentes más actuales y los mapas de Ptolomeo dieron lugar a las denominadas *tabulae modernae o novae*, mapas modernos que corregían en parte esos errores y que a partir de

De Iberia a España



▶Tabula Moderna Hispania (1482). Es el primer mapa impreso de España con el contorno "moderno", no obtenido a partir de mapas ptolomaicos. (Fondos cartográficos del IGN).



▶Tabula Secunda Europae, de Martín Saldseemüller, 1513, que representa a la Hispania romana con la característica silueta de los mapas ptolomaicos. (Fondos cartográficos del IGN).



▶Tabula Moderna Hispania. Mapa "moderno" de España incluido en la edición de la Geographia de Ptolomeo de S. Münster de 1544. (Fondos cartográficos del IGN).



▶Mapa orlado de Johannes Visscher, 1623. (Fondos cartográficos del IGN).



▶Mapa de la Península Ibérica de Vicenzo Maria Coronelli, incluido en su Atlante Veneto, 1691. (Fondos cartográficos del IGN).



▶Mapas de las islas de Mallorca y Menorca de Fernando Bertelli, 1565. (Fondos cartográficos del IGN).

finales del siglo XV empezaron a incluirse cada vez con mayor frecuencia en los atlas ptolemaicos. Es el caso, por ejemplo, de la *Geographia* de Ulm, publicada en 1482. En esta obra, cuya segunda edición, de 1486, puede verse en la muestra del IGN, se incluye el primer mapa "moderno" impreso de España.

De esas fechas es también el globo terráqueo de Martin Behaim, del que el IGN exhibe una copia. El de Behaim –astrónomo y navegante alemán que trabajó para la corte portuguesa– es el globo más antiguo que se conserva, aunque, el mismo año de su construcción, 1492, ya se había quedado obsoleto: faltaba, claro está, todo un continente.

De los atlas de bolsillo a la Ilustración

Los siglos XVI a XVIII están considerados como la edad de oro de la cartografía. Geógrafos y grabadores italianos, flamencos y holandeses, muchos de ellos al servicio de los reinos hispánicos, elaboraron mapas mucho más exactos que los de sus predecesores gracias a los recientes descubrimientos y a nuevos instrumentos científicos, como el cronómetro marino, de importancia trascendental para medir la longitud, perfeccionado a principios del siglo XVIII.

Por otro lado, se desarrollaron mapas más variados, como los temáticos, entre los que podrían destacarse los islarios o "isolarios", un género muy de moda a lo largo del siglo XVI, que consistían en compendios de mapas que representaban solo islas, generalmente acompañados de un mapamundi. En la exposición del IGN se puede ver el "isolario" de Benedetto Bordone, cuya primera edición está fechada en 1528 (el que posee el Geográfico es la segunda edición, de 1534) y que contiene 111 mapas de islas de todo el mundo. De las costas de nuestra Península se representan, además de las Baleares, la "isla" de Cádiz –que aparece, en efecto, como una isla bastante separada de la costa– y las míticas Casitérides, frente a las costas gallegas (y en cuyo lugar, en algunos mapas, una vez comprobado que las Casitérides eran pura leyenda, se situaba a las Azores, evidentemente muy alejadas de su posición real).

Durante esta "edad dorada" de la cartografía, los atlas y mapas adquirieron, además, un valor no solo práctico y científico sino también estético, que los convirtió en objeto de deseo de muchos coleccionistas. Uno de los más apreciados fue el *Theatrum Orbis Terrarum*, de Ortelius, publicado en 1570 y considerado el primer atlas moderno. Su tamaño, su encuadernación, la calidad del grabado e impresión hicieron del *Theatrum*, al igual que de otros grandes atlas, un objeto de lujo al alcance de muy pocos. Ello dio lugar a la aparición, a finales de esa misma centuria, de los atlas de bolsillo, más manejables, de menor precio y asequibles para un mayor número de coleccionistas. Del propio atlas de Ortelius se realizaron desde 1577 y a lo largo de todo el siglo XVI varias ediciones de bolsillo bajo



▶Vista de Bilbao perteneciente a la obra Civitates Orbis Terrarum de George Braun y Franz Hogenberg, 1572-1617. (Fondos cartográficos del IGN)

el nombre de *Epitome* o *Enchiridion*. Otros cartógrafos como Mercator y Hondius también publicaron sus atlas en este formato.

Novedad del siglo XVII fueron los mapas orlados, de los que la exposición también presenta una buena muestra. Estos mapas, también conocidos como *cartes à figures* y que tuvieron una gran demanda del público, se adornaban con una orla alrededor del elemento cartografiado, bien en dos de sus lados o en los cuatro, en la que se representaban vistas de ciudades, escudos y banderas, personajes con atuendos típicos del lugar o personajes ilustres. Existieron mapas orlados de diferentes tipos, mundiales, regionales, de países, etc. El primer mapa orlado conocido de la Península Ibérica se debe a Hondius, que lo realizó hacia 1610. Uno de los más ricamente decorados, que puede verse en la exposición junto a otros, es el de Nicholas Visscher (1623), en cuyas orlas superior e inferior se representan vistas de ciudades españolas y portuguesas, y en las laterales, figuras con atuendos típicos de cada región.

Las vistas de ciudades, como las representadas en estas orlas, fueron también objeto de otra cartografía temática de esta misma época. Obra cumbre del género es sin duda el *Civitates Orbis Terrarum*, publicado en seis tomos entre 1572 y 1617. Pensado como complemento al *Theatrum* de Ortelius, es una colección de vistas panorámicas, planos y textos explicativos de cerca de 500 ciudades de todo el mundo, constituyendo uno de los principales proyectos editoriales de la Edad Moderna.

Durante el siglo XVIII, los avances en astronomía que había propiciado la Revolución Científica de la mano de genios como Kepler, Newton, Halley o Huygens permitirán realizar mapas con mucha mayor exactitud. Se crean, además, las primeras instituciones, academias y sociedades que darán un gran impulso al avance científico en todos los campos. En cartografía, destacan en esta época los geógrafos franceses como Guillaume de Lisie Nolin o Robert de Vaugondy, que tuvieron una gran influencia en la cartografía española. En este siglo, varias expediciones y trabajos científicos suponen la adquisición de nuevos datos que, a la larga, darán lugar a avances en la cartografía hispana. Así, en 1734, Jorge Juan y Antonio de Ulloa participan en la expedición francesa de La Condamine al Virreinato del Perú con el fin de medir el arco del meridiano terrestre. Entre 1789 y 1794 tiene lugar la


Velez Malaga
Malaga
Nieuwe Paskaart
Van de Kust van
HISPANIA.
Van 't Klif tot aen Velez Malaga
als mede de Kust van
BARBARIA.
Gibraltar
De Straat van Gibralter
Ilola de Cadiz
ANDALUZIA



▶Carta del Estrecho de Gibraltar de Claes Jansz Vooght; Johanes van Keulen, y Jan Luiken, (grabador), realizada en 1695. (Fondos cartográficos del IGN).

expedición Malaspina, con el resultado de un atlas y varias decenas de nuevas cartas náuticas. Por su parte, en España, Vicente Tofiño, director de la Escuela de Guardiamarinas de Cádiz, fue el primero en emprender la medición de las costas españolas con métodos astronómicos, dando lugar su trabajo al Derrotero de las costas de España (1787). Fruto de todo ello es la creación en 1797 de la Dirección de Trabajos Hidrográficos con el fin de coordinar y sistematizar en nuestro país la producción cartográfica.

En estos años finales del XVIII, no puede dejar de mencionarse en la cartografía española a Tomás López de Vargas Machuca (1730-1802), que se había formado en Francia especializándose en el grabado y dibujo de mapas. Su obra llenó un vacío existente en la cartografía española, la de un mapa general con la división administrativa del territorio reflejando sus jurisdicciones eclesiásticas, civiles y judiciales. La influencia de los trabajos de López se dejó sentir en las décadas posteriores, incluso una vez implantada la división provincial de Javier de Burgos (1833), pues los primeros nuevos mapas administrativos de nuestro país, como el que cierra la exposición del IGN, seguían basados en las mediciones y dibujos del gran cartógrafo ilustrado.

INFORMACION práctica de la exposición:

Localización

Instituto Geográfico Nacional (Acceso por la Casa del Mapa)

C/ General Ibáñez de Ibero, 3. 28003 – Madrid

Metro Guzmán el Bueno

Visitas

Libre: de lunes a viernes, de 12 a 14 h.

Guiada: hasta el 17/04/2019,

previa solicitud al correo de Reservas

Fechas

Del 26/04/2018 al 20/04/2019

Reservas e información

documentacionign@fomento.es

Entrada gratuita

Redacción Centro de Publicaciones



Stand de España organizado por MAFEX en la feria Innotrans 2018.

Gran Feria



FERROVIARIA

PABELLÓN ESPAÑOL EN LA FERIA INNOTRANS EN BERLÍN DEL 18 AL 21 DE SEPTIEMBRE 2018.



Visita del Ministro Ábalos a la feria Innotrans 2018.

Aspectos como la sostenibilidad, la I+D, el ecosistema digital y la interoperabilidad son algunos de los factores prioritarios en los que trabajan las empresas españolas del sector para contribuir a un futuro ferroviario global. Su presencia en la principal feria del transporte consolidada como escaparate internacional de la industria del sector, InnoTrans, ha sido una magnífica oportunidad para el análisis de este sector.

La presencia de las empresas en el pabellón español en la feria InnoTrans 2018, estuvo coordinada por la Asociación Ferroviaria Española (Mafex) con el apoyo de Icex, España Exportación e Inversiones, sumando así su octava edición consecutiva. En esta ocasión fueron 57 empresas e instituciones las que participaron de manera agrupada en la mayor exposición mundial del sector que se celebró en Berlín entre los días 18 y 21 de septiembre. Entre ellas destacó la participación directa dentro del stand de la asociación de RENFE y de ADIF, la operadora y la administradora de infraestructuras estatales respectivamente.

La feria contó con la visita del ministro de Fomento, José Luís Abalos, que de esta forma mostro su apoyo a la industria ferroviaria española en su internacionalización, subrayando que las empresas españolas se han convertido en líderes globales en el diseño, construcción y gestión de ferrocarriles, excelencia que se demuestra con la participación de empresas españolas en proyectos ferroviarios en todo el mundo.

La amplia presencia española estuvo representada por compañías como Adif, Albatros, Amurrio, Aquafrisch, Arcelormittal, Ardanuy Ingeniería,



▶Convertidor de transcción del nuevo TALENT 3, presentado en la feria por Bombardier Transportation España para ÖBB.

Presencia mundial y liderazgo

En la actualidad, los servicios y la tecnología española están presentes en 95 países de todo el mundo y han sido elegidos por su alta cualificación, experiencia en proyectos de gran envergadura y know-how propio que ha contribuido a que sean elegidos socios preferentes para desarrollar los planes de modernización y ampliación de redes de transporte en los cinco continentes.

Las cifras muestran cómo el sector español es considerado mundialmente como un socio ferroviario con múltiples cualidades por su amplio conocimiento técnico, la alta preparación de sus expertos, así como la sinergia de trabajo en equipos multidisciplinares que forman parte en la planificación, diseño y puesta en marcha de numerosos sistemas de transporte en todo el mundo.

Electrotécnica Arteche Smartgrid, Ceit-IK4, Cetest, Colway Ferroviaria, Comsa, Danobat, Duro Felguera Rail, Flexix, Funorsa, Gamarra, GMV, Goal Systems, Goratu Máquinas Herramienta, Grupo CAF, Icon Multimedia, Ikusi, Implaser, Ingeteam Power Technology, Indra, Industrial de Transformados, Ineco, International Hispacold, Jez Sistemas Ferroviarios, Kelox, La Farga, Limmat, Lander Simulation and Training Solutions, MB Sistemas S. Coop, Metalocaucho, MGN Transformaciones del Caucho, Nem Solutions, Newtek Sólidos, Patentes Talgo, Premium, Renfe Operadora, Revenga Smart Solutions, Segula, Sice, Talleres Alegría, Talleres Corral Mecanizados, Tecnatom, Tecnivial, Telice, Teltronic, Thales España, Uromac Systems, UTE Ogi (Azvi - Tria), Virlab Testing Laboratory o Xubi Engranajes entre otros. Además, han asistido también otras empresas mul-







▶Exteriores de la feria Innotrans 2018.



▶Nuevo tren de ata velocidad VELARO. Presentado en la feria por Siemens Movility.

tinacionales con instalaciones en España como Alstom, Bombardier, Siemens, Stadler o Thales que han estado presentes en la feria a través de los stands corporativos de sus matrices.

La innovación de las empresas españolas ha sido uno de los aspectos más interesantes para los profesionales del transporte a nivel mundial, por los adelantos tecnológicos que la caracterizan, además de la consolidada experiencia española en proyectos internacionales de gran envergadura, unido a la oferta de una amplia gama de productos y servicios. Tecnología española de vanguardia que ha protagonizado constantes adelantos en diversas facetas como son el confort del usuario y su seguridad, la gestión medioambiental, la sostenibilidad, la interoperabilidad, la automatización de sistemas y la accesibilidad entre otros muchos.

La industria española conquista el mundo

La industria ferroviaria española ha desarrollado un sólido know-how que ha posibilitado que cerca del 40% de las principales concesiones de transportes en todo el mundo estén gestionadas por empresas españolas, presentes en más de 95 países. Sus vanguardistas sistemas y su proceso de implantación en campos como material rodante, señalización, telecomunicaciones, ticketing, etc., cuentan con los más modernos avances que incorporan al mercado sus propios desarrollos tecnológicos.

España actualmente es considerada una potencia tecnológica mundial, referente en el sector con una clara supremacía en la puesta en servicio de nuevas líneas y actualización de las existentes. Su tejido industrial realiza un trabajo muy competitivo, profesional y altamente integrado. Nuestras empresas están presentes en todas las fases de la cadena de valor ferroviaria, esto es en su planificación, puesta en servicio, operación y mantenimiento.

Además, la red ferroviaria española es una de las más extensas y modernas del mundo. Cuenta con 3.200 kilómetros de alta velocidad y líneas de metro en las principales ciudades: Barcelona, Bilbao, Madrid, Málaga, Palma de Mallorca, Sevilla y Valencia. También son referentes sus innovadores sistemas de metro ligero y tranvía en otras trece capitales (Alicante, Barcelona, Bilbao, Granada, Jaén, Madrid, Murcia, Parla, Sevilla, Tenerife, Valencia, Vitoria y Zaragoza) y un completo servicio nacional de cercanías y recorridos de media distancia. La flota en trenes es además de las más avanzadas del mundo, está a la cabeza en ERTMS (1.900 kilómetros) y ha conseguido superar numerosos retos de ingeniería.

España integra una de las ofertas más competitivas del mundo en proyectos de Alta Velocidad. Prueba de ello son las constantes visitas de delegaciones extranjeras motivadas en conocer nuestro sistema ferroviario nacional y su funcionamiento. Por otro lado, también muy valorado internacionalmente, es la capacidad de construir y mantener infraestructuras interoperables, proveer sistemas de gestión de tráfico con máximas garantías en seguridad y eficiencia, a precios muy competitivos, lo que hace que la industria española tenga cada vez un peso más notable. La recuperación energética, ha hecho posible la circulación sin catenaria, o sistemas de tren-tram, diseñados especialmente para conectar los núcleos urbanos con las poblaciones próximas utilizando unidades que aprovechan las redes de cercanías. Además, las empresas españolas son también líderes en el diseño y construcción de grandes túneles ferroviarios.

Tecnologías presentadas por empresas españolas

ALSTOM MAESTRIA

Orquestador de tráfico multimodal que utiliza el análisis avanzado de datos para ayudar a gestionar e integrar la movilidad urbana.

ARCELORMITTAL

Orquestador de tráfico multimodal que utiliza el análisis avanzado de datos para ayudar a gestionar e integrar la movilidad urbana.

BOMBARDIER TRANSPORTATION ESPAÑA

La fábrica Trápaga participa en el desarrollo del convertidor de tracción del nuevo TALENT 3 (presentado en la feria) para ÖBB.

CAF LEADMIND

Plataforma digital que monitoriza, almacena e interpreta datos emitidos por el material rodante, el operador y la infraestructura.

CETEST

Novedades en el campo de ensayos, como ejes instrumentados para medición de fuerzas contacto-carril.

COLWAY FERROVIARIA

Proyectos de interiorismo ferroviario completo y módulos de aseo con materiales ligeros y sostenibles.

GMV Sistemas, S.A.U.

EMV integrado en equipos ticketing embarcado, Optimización para transporte público GMV Planner, nuevo SAE-R ferroviario.

CENTRO TECNOLÓGICO IK4-CEIT

MainRail. Plataforma online para la gestión y ayuda en la toma de decisiones del mantenimiento de infraestructura ferroviaria.

GORATU MÁQUINAS HERRAMIENTA S.A. – GEMINIS

Geminis GR3-W, máquina destinada al mandrinado de cubos de ruedas.

IMPLASER 99 SLL

IMPLAGUIDE: Sistema de Señalización de Seguridad Inteligente y Autónomo, para personas en transporte público y estaciones.

INDRA

Indra Mova Solutions, innovadora oferta para liderar el futuro de la movilidad y la tecnología para el transporte.

▶Fondo de cuadro: Diseño y fabricación de aparatos de vía de altas prestaciones. Presentado a la feria por Talleres Alegría.

Innovaciones

Feria Innotrans 2018

INSERAIL - TELICE

HAMMER: Nueva tecnología de análisis de estructuras ferroviarias para mantenimiento predictivo, mantenimiento preventivo, construcción e I+D.

LANDER SIMULATION & TRAINING SOLUTIONS, S.A.

Tecnología de simulación para la formación de personal ferroviario, mostrando un simulador real de cliente.

SATYS INTERIORS RAILWAY SPAIN

Nueva herramienta de gestión sistemas galley: GMS.

SIEMENS MOBILITY

Nuevo tren de alta velocidad Velaro Novo: 30% menos de consumo energético, reducción sustancial de los costes de inversión y mantenimiento y aumento del 10% en la capacidad.

STADLER RAIL VALENCIA, S.A.U.

Locomotora EURODUAL – versátil y potente locomotora bimodal de 6-ejes que puede ser utilizada en todo tipo de líneas, electrificadas o no.

TALLERES ALEGRIA, S.A.

Diseño y fabricación de Aparatos de Vía de Altas Prestaciones.

TECNATOM, S.A.

Sistema de Inspección por Ultrasonidos de Ejes Ferroviarios. Mantenimiento en servicio, eje montado (SAIS).

TECNIVIAL, S.A.

Señales NANOTEC: Realizadas en composites de última generación aditivados con nanopartículas de carbono que mejoran el reducimiento de la señal, sin necesidad de conservación y mantenimiento.

TELTRONIC

CeCoTrans, nuevo centro de control para el sector del transporte.

THALES España

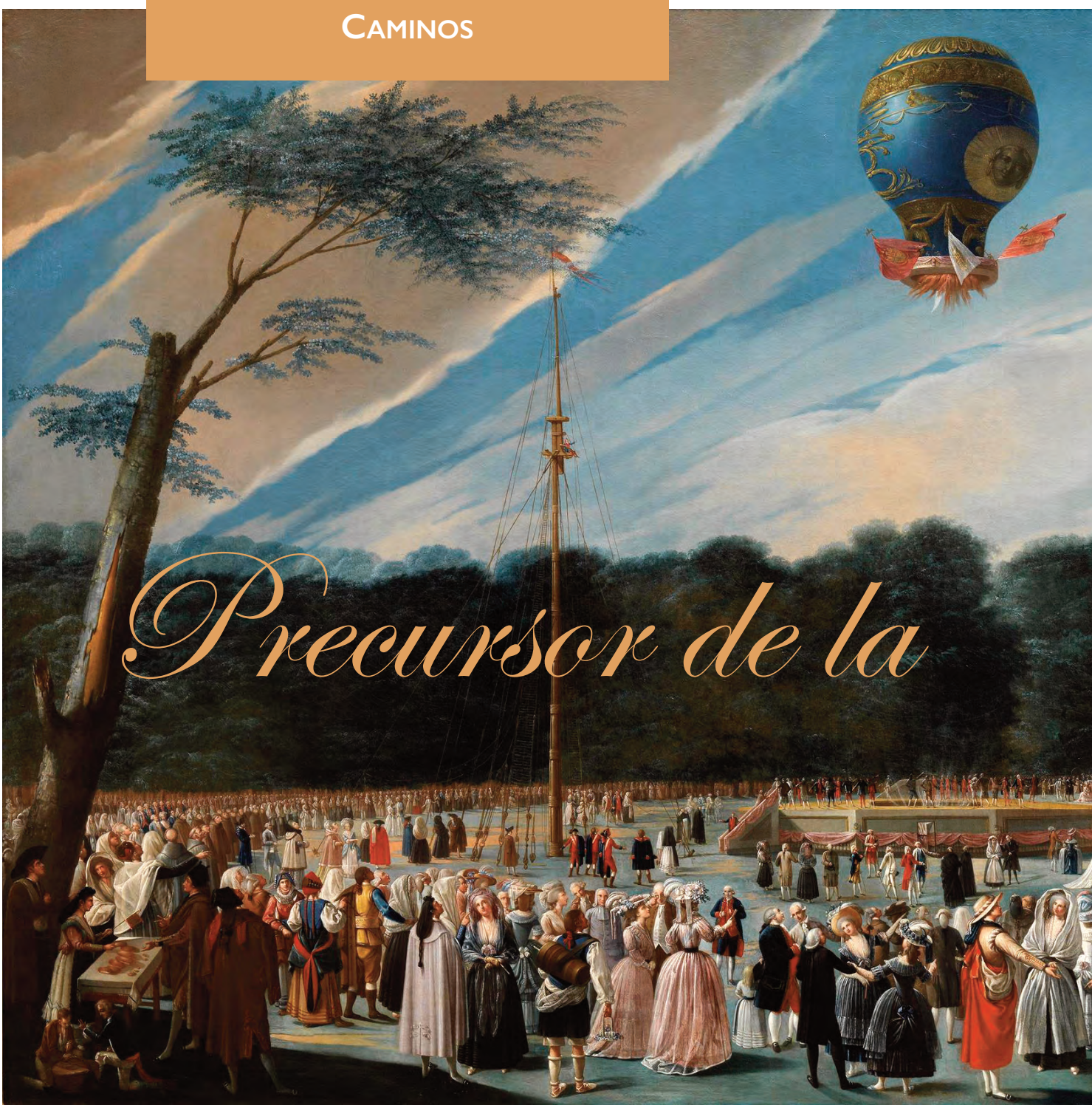
Aplicaciones digitales TIRIS para mantenimiento predictivo y NAIA que mejora la experiencia de los viajeros.

UTE OGI

Ejes de ancho variable para transporte de mercancías. La solución para los cambios de ancho

Redacción Centro de Publicaciones
Fuente artículoMAFEX
Fotos: MAFEX

Se cumplen 260 años del nacimiento del fundador de la Escuela de Ingenieros de Caminos



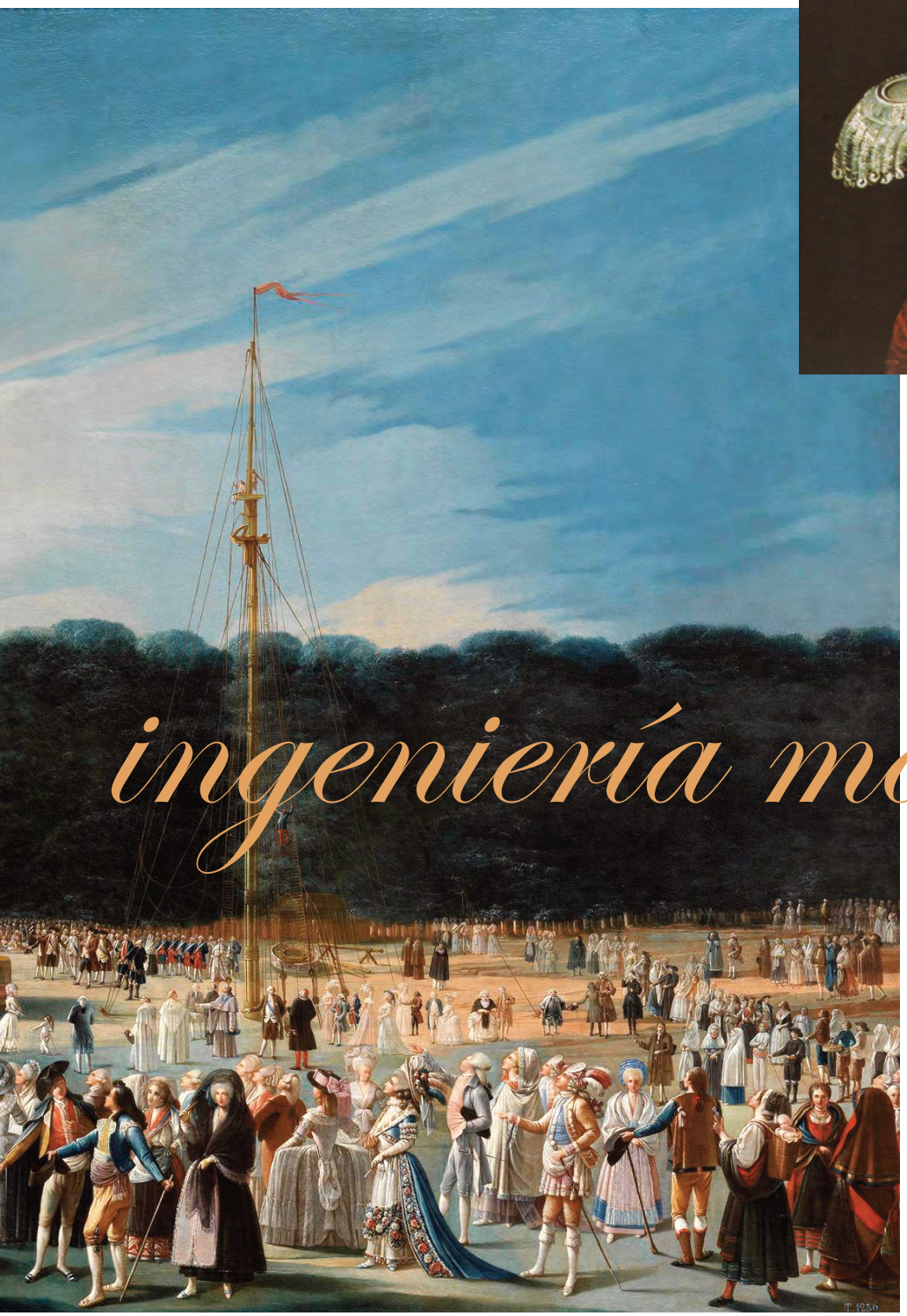
Precursor de la

Agustín de Betancourt



Retrato de Agustín de Betancourt. Autor: Platón Tiurin (1859).

ingeniería moderna



Ascensión de un globo en Aranjuez en noviembre 1783 (Antonio Carnicero, 1784. Museo del Prado).



Con una larga carrera, no solo en España, también fuera de nuestras fronteras, en Francia, Inglaterra y Rusia. Betancourt fue inventor, científico, alto funcionario en varios países, ingeniero dedicado, tanto a la investigación como a la práctica, gran dibujante de planos y creador de maquetas destinadas al estudio de la ingeniería, primer impulsor en España de la enseñanza reglada con la creación de la Escuela de Caminos y el correspondiente cuerpo de funcionarios. Betancourt es valorado y recordado hoy en toda Europa como el fundador de la ingeniería moderna.

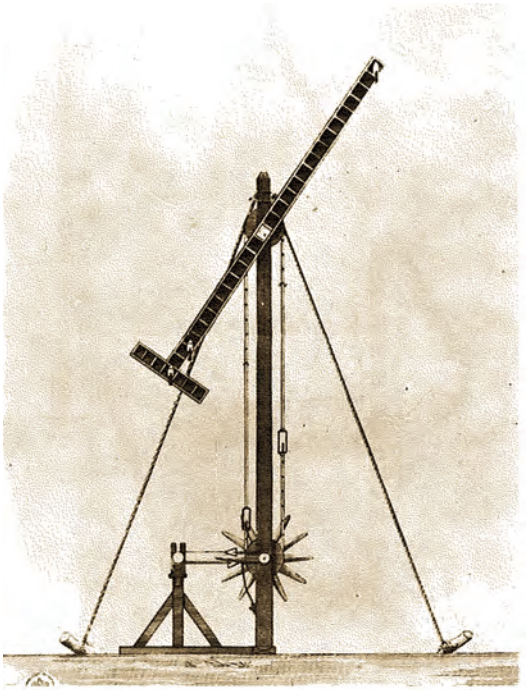
▶La Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos en la Ciudad Universitaria de Madrid.

La creación de La Escuela de Caminos, Canales y Puertos fue una propuesta de Agustín de Betancourt al conde de Floridablanca, que tardaría tiempo en materializarse. La caída de Floridablanca primero y de Aranda después, y el nombramiento de Godoy como primer ministro, retrasaron la puesta en marcha de un centro de formación de ingenieros pensado a semejanza del fundado en París en 1747, la *École royale des ponts et chaussées*, en la que Betancourt había estudiado durante su primera estancia en Francia. No sería hasta 1802 cuando se abrió la Escuela de Caminos y Canales, con el objetivo de "dar instrucción a los jóvenes que habían de dirigir las obras públicas". La carrera constaba entonces tan solo de dos cursos, y en la primera promoción, la de 1804, se graduaron cinco ingenieros. Cuatro años después, cuando habían salido de sus aulas once ingenieros que, promovidos por Betancourt, ingresaron directamente en el Cuerpo de Ingenieros, en 1808, la escuela tuvo que cerrar sus aulas como consecuencia de la guerra de Independencia.

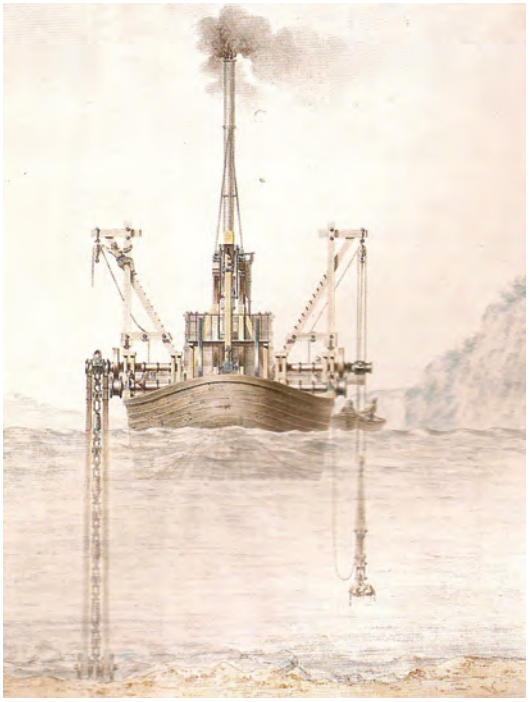
Desaparecieron la escuela y cuerpo profesional y volvió a surgir fugazmente entre 1820 y 1823 pero, no sería hasta 1834 cuando abriría sus puertas por tercera y definitiva vez. Lo haría en el edificio de la Aduana de la actual calle de la Bolsa, publicándose dos años después el Reglamento del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, que regulaba el funcionamiento de la escuela y el plan de estudios. En 1880 se traslada a la calle del Turco, donde permanece diez años hasta que se ubica en la calle Alfonso XII, en un edificio diseñado *ex profeso* por el ingeniero y arquitecto Mariano Carderera. En 1926 se concede a la escuela personalidad jurídica propia e independencia económica. En los años sesenta, la falta de espacio en el viejo caserón de la calle Alfonso XII obliga su traslado a otra sede, un nuevo edificio en la Ciudad Universitaria proyectado por Luis Laorga y José López Zanón, donde ha permanecido hasta nuestros días.

La etapa francesa

Durante los seis años que Betancourt permaneció en Francia, realizó diversos estudios e informes para los ministros de Carlos IV y dio a luz algunos de los inventos que luego tendría la oportunidad de poner en práctica en España y Rusia, como el telégrafo óptico, desarrollado junto al relojero suizo Abraham Louis Breguet, o la draga de rosario y otras máquinas para la limpieza de canales y puertos. Además, quedó encargado de la preparación de los pensionados que se le enviaran desde España –entre otros, su hermano José, Tomás de Verí, Juan de la Fuente, Joaquín Abaitúa o Juan López Pe-



▶Telégrafo óptico de Betancourt y Abraham Louis Breguet (catálogo de la exposición Betancourt, los inicios de la ingeniería moderna, Cehopu, 1996).



▶Draga como las utilizadas para limpiar el puerto de Kronstadt (catálogo de la exposición Betancourt, los inicios de la ingeniería moderna, Cehopu, 1996).

ñalver– para, junto con ellos, formar la colección de planos, dibujos y maquetas con destino al Real Gabinete de Máquinas.

> Viajaría a Inglaterra con su familia donde llegaría a ser acusado de espionaje.

Entre los estudios más destacados de esa época se podrían citar la *Memoria sobre la purificación del carbón de piedra*, encargada por el conde de Aranda para la Sociedad de Amigos del País de Asturias; los proyectos para el establecimiento en España de una fábrica de cajas de carey y de otra para hilar seda; los informes derivados de un viaje de reconocimiento de puertos y su maquinaria en la región de Cherburgo; la *Mémorie sur une machine à vapeur à doublé effet*, resultado de un viaje a Inglaterra para el estudio de la máquina de vapor, o la descripción de la fundición de cañones de Yndrid.

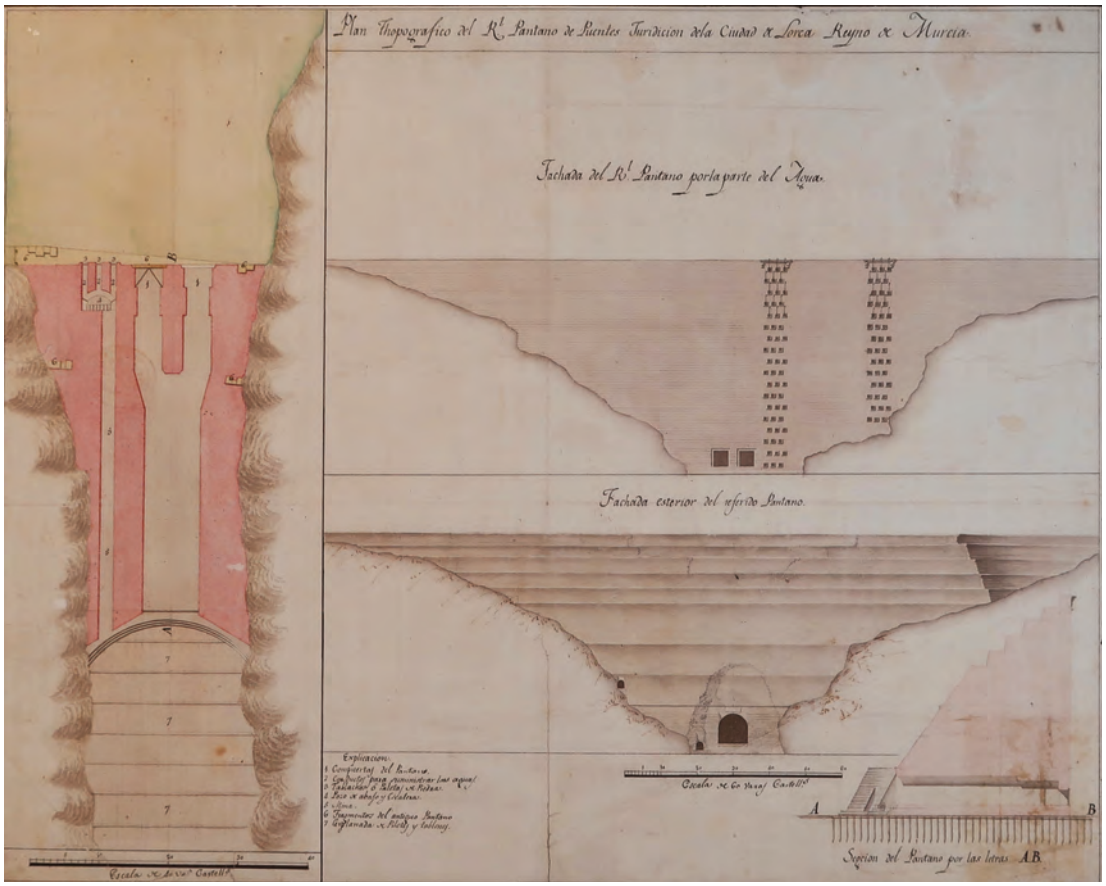
A principios de 1791, Betancourt y su equipo reciben la orden de regresar a España con el material recolectado por toda Europa para la creación del gabinete, tras el estallido de la revolución francesa en 1789.

La Inspección de Caminos

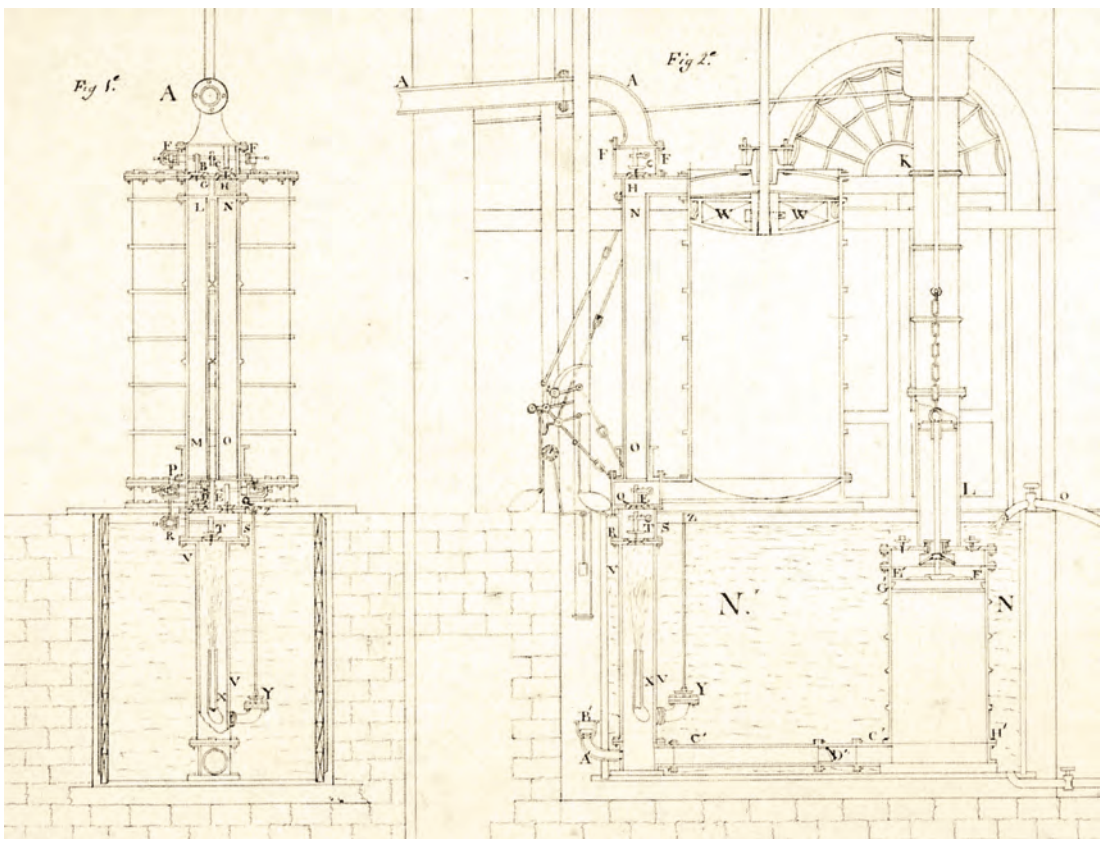
A su llegada a España, Betancourt es nombrado director del Real Gabinete de Máquinas, instalándose en el palacio del Buen Retiro. A ello se dedica casi por entero durante los primeros años de su estancia aquí, si bien realiza también algunas memorias e informes, especialmente sobre hidráulica, e intenta llevar a la práctica alguno de sus inventos como su draga de rosario.

En 1793, Godoy, el nuevo hombre fuerte de Carlos IV, le aumenta su asignación y le envía a Inglaterra para adquirir nuevo material para el gabinete y proseguir sus estudios. Betancourt viajará a Inglaterra con su familia permaneciendo en ese país durante los siguientes tres años en los que realizará estudios sobre la máquina de Watt y la aplicación del vapor a diferentes industrias –el ingeniero escocés llegaría a poner sobre aviso a las autoridades británicas sobre las actividades del español, acusándolo de espionaje–; también profundizará en sus investigaciones sobre el telégrafo óptico.

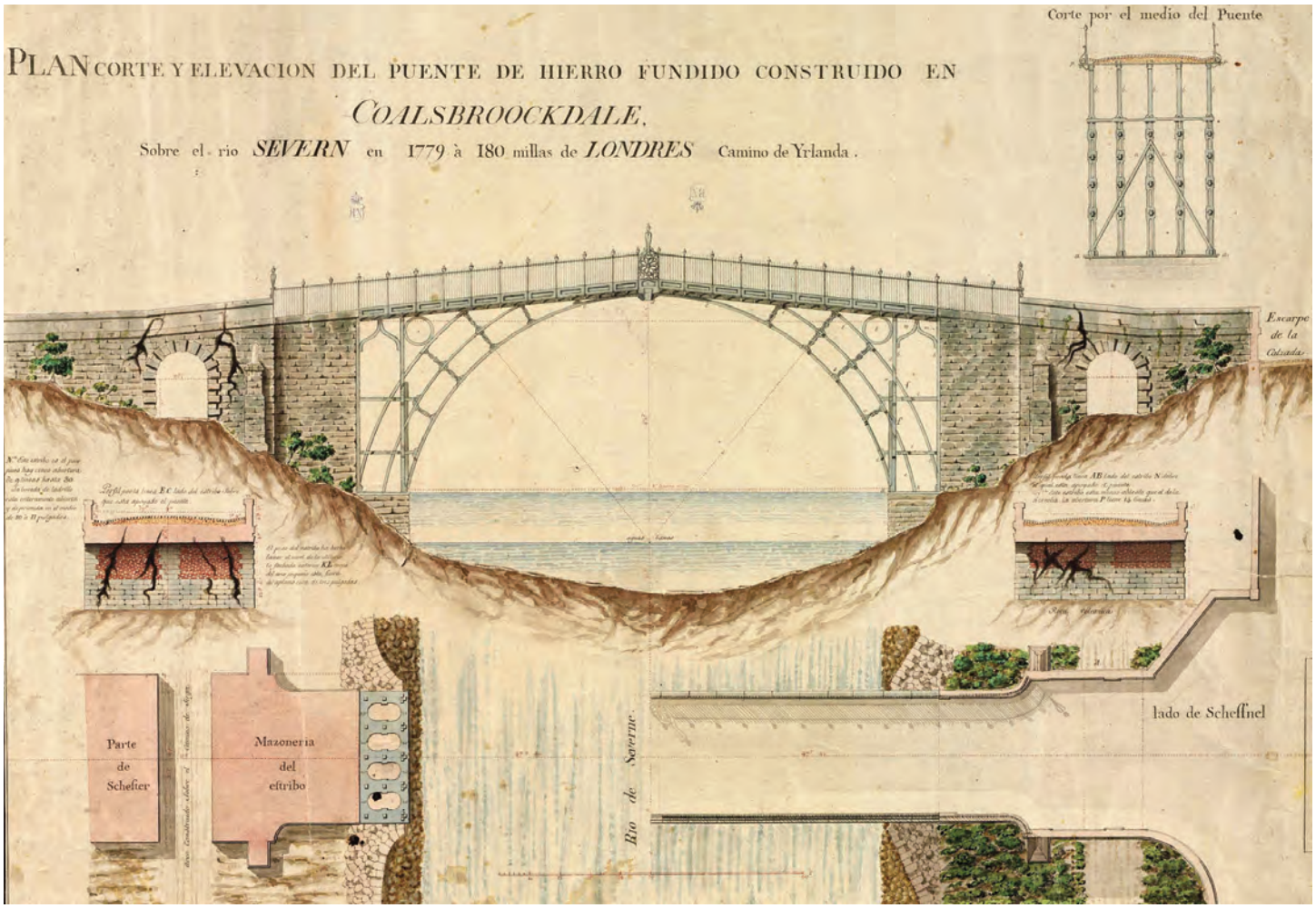
En 1796, Inglaterra y España se declaran la guerra, un largo enfrentamiento que no acabaría hasta la década siguiente con la mítica batalla de Trafalgar. Betancourt debe regresar. Lo hace, tras una parada de varios meses en París, con el encargo de



▶Presa de Puentes, Lorca, Murcia (Archivo del Ministerio de Fomento).



▶Sistema de funcionamiento de la máquina de vapor de doble efecto (catálogo de la exposición Betancourt, los inicios de la ingeniería moderna, Cehopu, 1996).



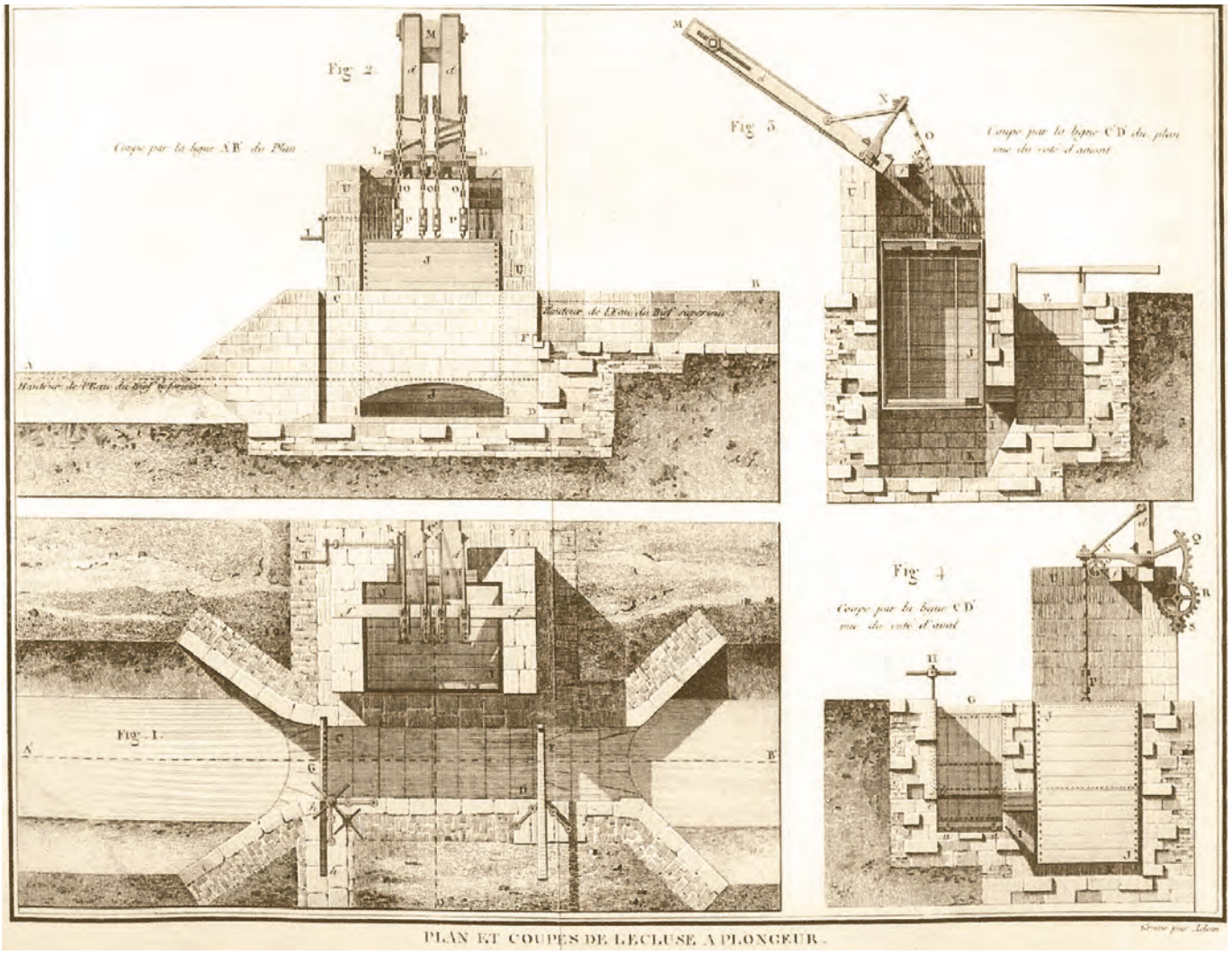
▶Plano de corte y elevación del puente de Coalsbroockdale. Dibujo atribuido a Betancourt (BNE).

embarcar hacia Cuba en una comisión que debería llevar la aplicación del vapor a las plantaciones de azúcar, pero, una vez en España, por distintos motivos –entre ellos el bloqueo inglés de La Coruña y el apresamiento del bergantín español con todo el instrumental ya embarcado– renuncia al viaje. Instalado de nuevo en Madrid, vuelve a hacerse cargo del Gabinete de Máquinas y consigue, tras varios intentos fallidos, la aprobación de la instalación del telégrafo óptico, aunque, a pesar de que en principio la línea debería haber unido Madrid y Cádiz, por razones económicas el invento de Betancourt solo llegaría a ser operativo entre Madrid y Aranjuez.

La vida de Betancourt dio un giro cuando en diciembre de 1801 fue nombrado inspector general de Caminos y Canales. Desde entonces y hasta su licencia del cargo en 1807, deberá tomar numerosas decisiones sobre distintas obras públicas –el camino de Reinosa, los canales de Aragón y Castilla, la acequia del Jarama, presas en Lorca y Granada, propuesta de un ferrocarril entre Reus y Salou que no llegó a iniciarse–, pero sobre todo llevará a cabo una profunda reforma en el modo de entender la profesión, con la instauración de un cuerpo de facultativos especializados en el proyecto y construcción de las obras públicas y la creación de una escuela donde formar a esos profesionales, algo que había propuesto varios años antes pero que no llegó a materializarse hasta su llegada a la Inspección. Ya al final de su mandato consiguió la independencia funcional del ramo de Caminos de la Superintendencia de Correos y Postas, de la que había dependido hasta entonces.

Ingeniero del zar

A pesar de sus logros al frente de la Inspección, Betancourt no se encontraba plenamente satisfecho pues tenía problemas económicos derivados de varios negocios fallidos y pasaba por momentos de tirantez en sus relaciones con Godoy. Decide pedir una licencia, en principio temporal, que se convertirá en definitiva y en mayo de 1807 marcha de nuevo a Francia.



▶Esclusa de émbolo buzo (catálogo de la exposición Betancourt, los inicios de la ingeniería moderna, Cehopu, 1996).

En París seguirá con sus investigaciones y publicará varias obras bien acogidas por la Academia francesa, como la memoria sobre un nuevo sistema de navegación interior, el ensayo sobre la composición de las máquinas, que escribe junto a José María Lanz, y las conclusiones sobre un nuevo invento, la esclusa de émbolo buzo. Y en octubre de 1807 se produce un hecho de grandes repercusiones para su futuro, viaja por primera vez a Rusia comisionado por la administración francesa y autorizado por la española, donde le invitan a conocer y estudiar algunas de las principales industrias del imperio y, al final del viaje, le hacen el ofrecimiento formal de darle un empleo si decide trasladar su residencia a Rusia.

> Desde el pasado mes de mayo un nuevo puente en San Petersburgo ha sido bautizado con el nombre de Agustín de Betancourt.

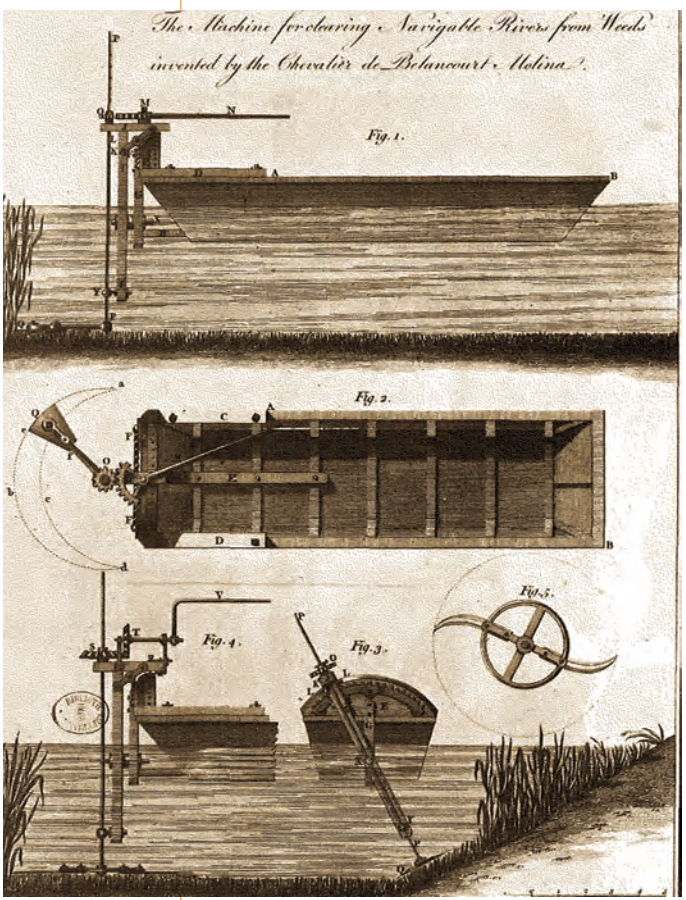
De vuelta en Francia, la situación de Betancourt se vuelve muy delicada. Los antiguos aliados se han convertido en enemigos, con la forzada abdicación de Carlos IV y su hijo Fernando en favor de los Bonaparte, la invasión de España y el levantamiento popular de los españoles. Betancourt no quiere volver a un país en guerra, pero, a pesar del ofrecimiento de formar parte del funcionariado galo, tampoco puede permanecer en Francia sin recaer sobre él la acusación de traidor. En septiembre, con ocasión del encuentro en Erfurt (Alemania) entre Napoleón y el zar Alejandro I, Betancourt viaja en la comitiva francesa, tiene una entrevista con el zar y acepta el ofrecimiento que le habían hecho unos meses antes, continuando ca-

Real Gabinete de máquinas



Retrato del conde de Floridablanca. Autor: Francisco de Goya (Museo del Prado).

En 1786, Betancourt propuso al conde de Floridablanca la formación de una colección de planos y modelos de máquinas. La propuesta fue muy bien acogida por el gobierno, y durante los años siguientes, tanto él como otros pensionados bajo su dirección, recorrieron Europa, lápiz y papel en mano, para realizar planos y escribir informes de cuantas máquinas útiles para la industria y las obras públicas se utilizaban en otros países. Visitaron Francia, Inglaterra, Bélgica, Alemania y Holanda, provocando en algunos casos la suspicacia de las autoridades ante una actividad que hoy podría ser calificada como espionaje industrial. Pero Betancourt no se limitó a aprender, sino que también aprovechó para realizar planos de máquinas de su propia invención.



Máquina de cortar hierbas en ríos y canales (catálogo de la exposición Betancourt, los inicios de la ingeniería moderna, Cehopu, 1996).

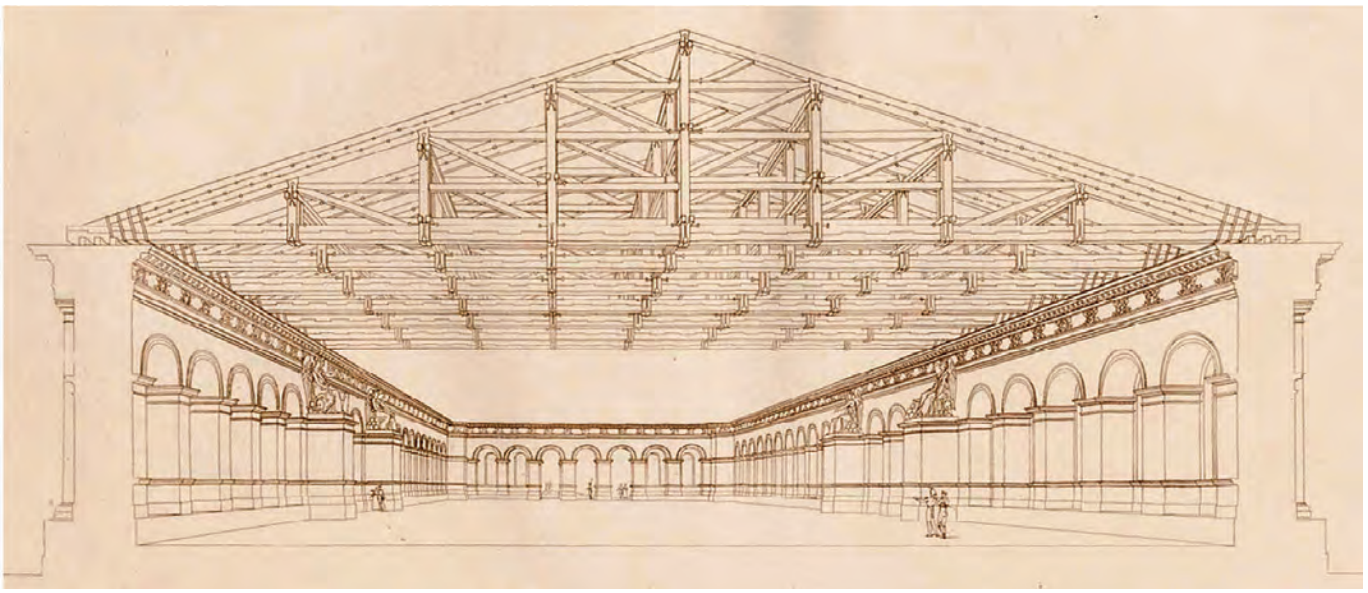
Tras los planos vino la fabricación de las maquetas. A tal fin, Betancourt, que ya había sido nombrado por Carlos IV director del gabinete, contó en París con un plantel de ebanistas, cerrajeros y otros artesanos, "siendo necesario –según cuenta en una carta de 1789 a su padre– que yo examine dos o tres veces al día cuantas piececitas hace cada uno, y que haga por mis manos los planos de cada máquina, pues es cosa que no la puedo dar a hacer. De toda esta tarea continua lo que me consuela es que están todos muy contentos con lo que hago, y que tendré el gusto toda mi vida de haber formado el mejor gabinete de máquinas que habrá en Europa".

El Real Gabinete abrió al público en el palacio del Buen Retiro de Madrid en abril de 1792. Contaba, según el *Catálogo* que escribió en 1794 Juan López Peñalver, con 270 maquetas, 359 planos y 99 memorias. Desde que las tropas de Napoleón se instalaran en 1808 en el Retiro, el gabinete corrió una suerte azarosa, marcada por los traslados, la dispersión y la pérdida. En 1824 las piezas conservadas se ubicaron en el Real Conservatorio de Artes y, más tarde, algunas de ellas en la Escuela de Caminos. En la actualidad estas obras están dispersas en varios museos y colecciones públicas y privadas dentro y fuera de España.

mino hacia San Petersburgo con su mujer y sus hijos. Tenía entonces 50 años, edad avanzada para la época, pero aun así le esperaban los más fructíferos momentos de su carrera.

Nada más llegar a Rusia, Betancourt ingresa en el ejército ruso con el grado de Mayor General, y es destinado al Departamento de Vías y Comunicación "para misiones especiales de su majestad imperial". Durante los 16 años que le quedaban de vida acometió multitud de trabajos en todo el imperio ruso, y, al igual que en España, tomó la iniciativa para impulsar la creación del Cuerpo de Ingenieros de Vías de Comunicación y el Instituto del Cuerpo del que fue nombrado profesor y director.

Entre las actuaciones más destacadas al frente del Departamento se podrían citar la modernización de la fábrica de cañones de Tula con el montaje

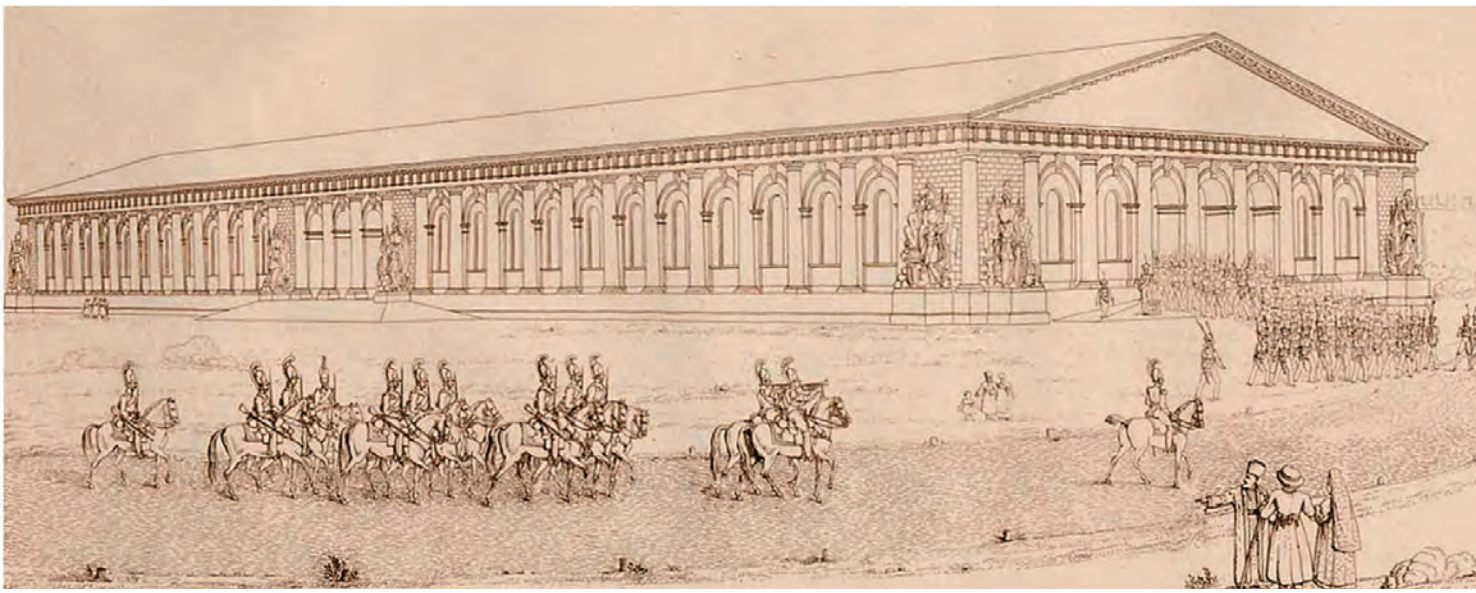


▶Interior de la Sala de ejercicios ecuestres de Moscú (catálogo de la exposición Betancourt, los inicios de la ingeniería moderna, Cehopu, 1996).

de maquinaria de vapor moderna; el dragado del puerto de Kronstadt con dragas de su invención; el proyecto y dirección de varios puentes y canales en San Petersburgo y otras ciudades; las inspecciones e informes para nuevas obras en los caminos, canales y abastecimiento de aguas en el Cáucaso y Crimea; la feria y urbanización de la ciudad de Nizhni Nóvgorod; la sala de ejercicios ecuestres de Moscú, de espectacular e innovadora cubierta, o su decisiva intervención en los mismos planes urbanísticos de Moscú y San Petersburgo. Durante su mandato, además, se rodeó de un magnífico plantel de ingenieros rusos y de otros países, entre ellos varios españoles, haciendo de esa época una de las más brillantes de la ingeniería rusa.



▶Mercado de la feria de Nizhni Nóvgorod (catálogo de la exposición Betancourt, los inicios de la ingeniería moderna, Cehopu, 1996).



Exterior de la Sala de ejercicios ecuestres de Moscú (catálogo de la exposición Betancourt, los inicios de la ingeniería moderna, Cehopu, 1996).

En 1822 el zar nombra a su pariente el duque de Württemberg administrador general de Vías y Comunicaciones, cargo por encima del de Betancourt, que hasta entonces había dependido directamente del emperador, por lo que el español va a sentirse postergado. Dos años después, Betancourt, con 66 años y enfermo, solicita el retiro, que el zar le concede junto a una pensión y la promesa de acoger bajo su protección a la esposa e hijos del ingeniero cuando falleciese. Fue el 26 de julio de 1824, cuando muere en San Petersburgo y es en el cementerio de Smolenski, donde aún reposan sus restos.

Desde el pasado mes de mayo los habitantes de San Petersburgo disponen de un nuevo puente que ha sido bautizado con el nombre de Agustín de Betancourt en recuerdo al ingeniero canario que vivió en ella y que dejó honda huella en la ingeniería del antiguo país de los zares. La nueva estructura en el río Neva, atraviesa la segunda ciudad de Rusia y comunica varias islas de esta urbe también conocida como la "Venecia del norte" por la multitud de brazos fluviales y canales que la recorren.

Redacción Centro de Publicaciones

Información de interés y bibliografía

Imprescindible es *Betancourt, los inicios de la ingeniería moderna*, catálogo de la exposición organizada por el Cehopu en 1996, publicado por el ministerio de Fomento. Por lo demás, la bibliografía sobre el ingeniero canario es muy amplia, por lo que aquí nos limitaremos a citar solo algunas de las publicaciones más accesibles:

Cioranescu, A.: *Agustín de Betancourt. Su obra técnica y científica* (1965).

Rumeu de Armas, A.: *Agustín de Betancourt, fundador de la Escuela de Caminos y Canales. Nuevos datos biográficos* (1967).

Sáenz Ridruejo, F.: "Agustín de Betancourt en España, Francia, Inglaterra y Rusia". *En Libros, caminos y días. El viaje del ingeniero* (2016).

Otros trabajos y más información en: http://fundacionorotava.es/betancourt/ y en la "Biblioteca digital Agustín de Betancourt" de la web del Cehopu: http://www.cehopu.cedex.es/es/biblioteca_d.php.

Juan Navarro Baldeweg

Premio Nacional de Arquitectura



Centro de Publicaciones
Ministerio de Fomento
www.fomento.gob.es
cpubli@fomento.es
Plaza San Juan de la Cruz, 10 28003 Madrid

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

Mapa Oficial de Carreteras©

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*



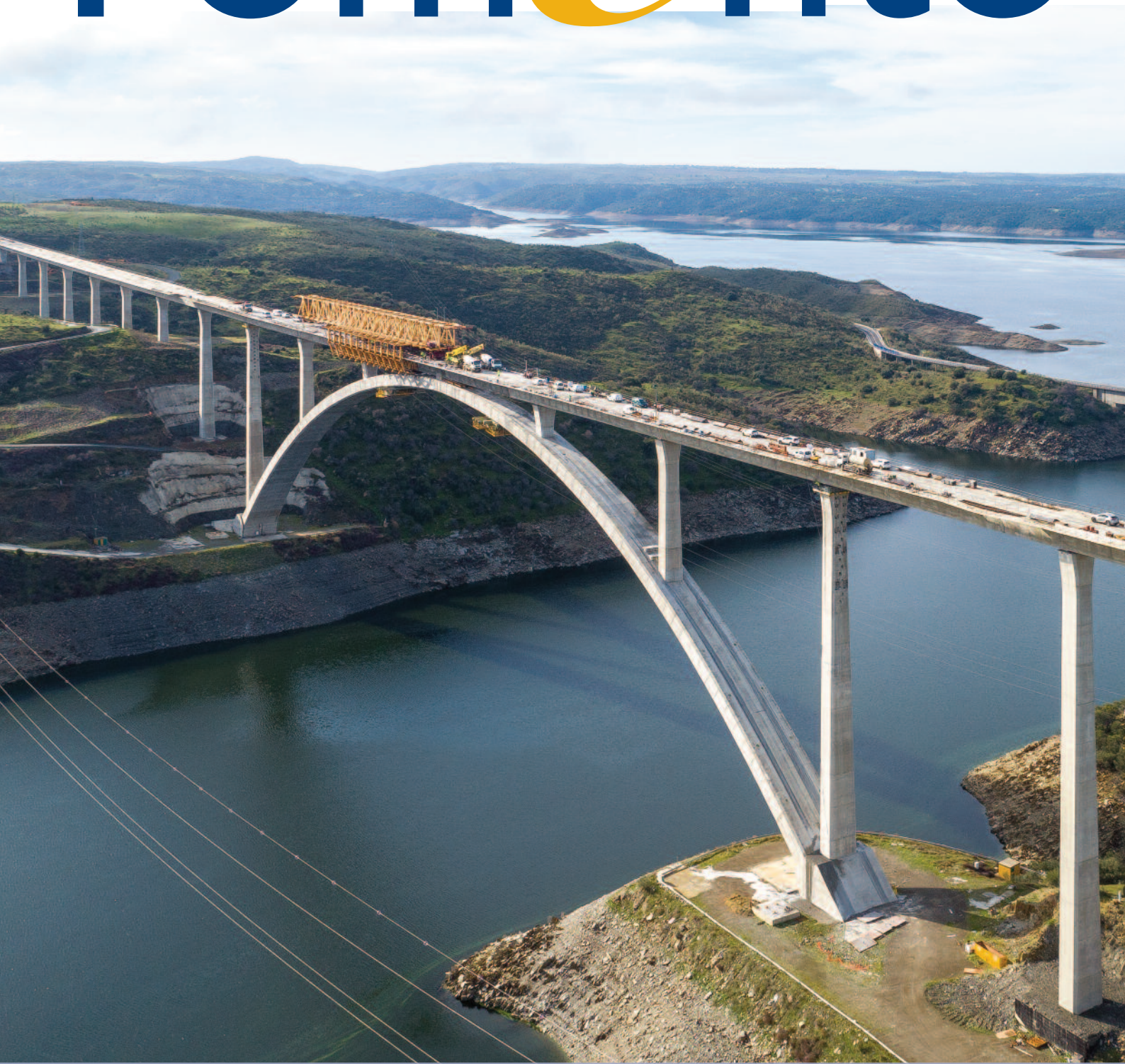
También en el DVD:

1123 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
118 Vías Verdes

Revista del Ministerio de

Fomento

Octubre 2018
Nº 687



- Alta velocidad
  Viaducto sobre el Tajo.
- Empresas españolas construyen los metros de Lima y Quito
- Plan Estratégico Aena 2018-2021

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Octubre 2018
Nº 687

Sumario taff

2 **Acortando distancias**
Viaducto sobre el Tajo en la Línea de Alta Velocidad Extremadura-Madrid.

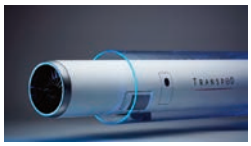


12 **Empresas españolas profundizan en el subsuelo andino**
Compañías de España Global construyen los nuevos metros de Lima y Quito



24 **Mirando al futuro**
Presentación del Plan Estratégico 2018-2021 de Aena.

36 **Llega el tren del futuro**
El proyecto Hyperloop en España



46 **Hacia un tren más sostenible**
Eficiencia energética contra el cambio climático



Directora de la Revista:
Herminia Cano Linares.

Jefa de redacción:
Carmen Fontán Aldereguía.

Diseño y Maquetación: Chelo Cruz.

Elaboración página web:
www.fomento.gob.es/publicaciones.
Concepción Tejedor.

Colaboran en este número:
Julia Sola Landero,
Javier R. Ventosa,

Comité de redacción:
Presidencia:
Jesús M. Gómez García.
(Subsecretario de Fomento).

Vicepresidencia:
Angélica Martínez Ortega
(Secretaria General Técnica).

Vocales:
Alfredo Rodríguez Flores
(Director de Comunicación),
Francisco Ferrer Moreno
(Director del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda),
Belén Villar Sánchez
(Jefa del Gabinete de la Subsecretaría),
Mónica Marín Díaz
(Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),
Roberto Angulo Revilla
(Jefe del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),
Regina Mañueco del Hoyo
(Directora del Centro de Publicaciones) y
Herminia Cano Linares
(Directora de la Revista).

Dirección:
Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67.
28071 Madrid.
Teléf.: 915 970 000. Fax: 915 978 470.

Suscripciones:
91 597 72 61
Esmeralda Rojo.
E-mail: cpublic@fomento.es

Dep. Legal: M-666-1958.
ISSN: 1577-4589.
NIPO: 161-15-005-0
NIPO e: 161-15-006-6

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



Viaducto sobre el Tajo
en la Línea de Alta Velocidad

Extremadura

Acortando



▶Vista del viaducto en contrucción sobre el río Tajo

distancias

Índice

Es el segundo viaducto con mayor luz del mundo en la tipología de arco de hormigón ferroviario en Línea de Alta Velocidad. Situado en la LAV Madrid-Extremadura, sus 1.488 m de longitud salvan el Tajo en la cola del embalse de Alcántara, cuyas aguas invaden el cauce del Tajo en esa zona, multiplicando su anchura. Sobre ese excepcional ensanchamiento vuela el arco principal del puente de 324 m de luz, y una altura de 70 m sobre sus cimentaciones y de más de 90 m sobre el nivel medio del agua. El viaducto del Tajo supera así al que cruza el embalse de Contreras, en la línea de AVE Madrid-Valencia, que había ostentado desde 2010, con sus 261 m de longitud, el récord de España en puentes ferroviarios de arco de hormigón.

Recientemente, el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) concluyó la ejecución del tablero con el hormigonado de la última fase de éste. Queda así completada la estructura del nuevo viaducto hecha a base de hormigones de alta resistencia - de hasta 70 MLa -, que soportará tráfico mixto, con doble vía de ancho internacional (1.435 mm frente al ancho ibérico de 1.668 mm) y una plataforma de 14 m de anchura. Tras la ejecución del tablero, los trabajos que restan son la instalación de las vías férreas, los sistemas de comunicaciones y la señalización. El calendario prevé que se puedan realizar pruebas de circulación dentro de este mismo año.

La esbelta estructura se levanta en el tramo Talayuela-Cáceres, subtramo Cañaveral-Embalse de Alcántara. Con una longitud de 6,5 km, se sitúa en los términos municipales de Cañaveral y Garrovillas de Alconétar, que contará, además, con dos pasos superiores, ambos de 43,5 m y tres vanos, y dos viaductos más: sobre el Regato del Cuervo, de 158 m de longitud, y sobre la Calzada Romana "Vía de la Plata", de 114 m. Con la finalización de este tramo se garantiza la conexión entre Cáceres y los ramales de conexión en



▶Proceso de construcción del arco mediante sistema provisional de atirantamiento.

Índice



Índice



▶Vista frontal antes del cierre del arco.



▶Perspectiva desde el lado norte del viaducto.

Plasencia –lo que hará posible la entrada del servicio ferroviario de altas prestaciones en 2020–, y se asegura que los trenes puedan llegar a Mérida y Badajoz.

Proyectado para el Ministerio de Fomento en el estudio de Carlos Fernández Casado, y dirigido por Antonio Martínez Cutillas y Javier Manterola (el mismo equipo que proyectó el embalse de



▶Detalle de las torres metálicas de atirantamiento y hormigonado de las dos dovelas finales.

Contreras), la elección de la tipología en arco es la solución óptima para el entorno donde se levanta le estructura: un profundo valle con laderas de roca con suficiente capacidad portante para soportar los empujes del arco.

El trazado del viaducto se ha dibujado con dos grandes trazos: un primer tramo con una suave curva de gran amplitud - 7.250 m - y un segundo tramo que discurre en línea recta. La distribución de sus luces se organiza en 26 vanos: los situados en los accesos son de 60 m y se intercalan entre ellos dos vanos de transición de 57 m a cada lado del arranque el arco. Éste está formado por una sección rectangular achaplanada hueca tipo cajón de canto variable. En su arranque tiene un canto de 4 m y anchura 12 m, mientras que, en la clave, la sección se reduce hasta un canto de 3,5 m y 6 de anchura.

En cuanto al tablero, cuenta con una sección cajón de hormigón pretensado con canto de 4 m. La anchura inferior de éste es de 5 m - 6,5 m en su parte superior - con sendos voladizos laterales que completan la anchura total de la plataforma hasta los 14 m. Respecto a las pilas, presentan una altura variable que se adapta al perfil del terreno y que, como se ha dicho, supera los 70 m de altura en la zona más cercana al cruce del río. Todas las pilas constan de un único fuste de sección cajón hueca excepto en el cabecero, donde la sección se maciza para recibir las cargas trasmitidas por el tablero.

Esta compleja estructura se ha levantado respetando al máximo el medio ambiente. Estamos ante un entorno natural donde abundan los pinos, encinas y matorrales: un suave paisaje alomado formado por sustratos pizarrosos a los que las aguas del Tajo han erosionado provocando fuertes encajamientos con altitudes que oscilan entre los 200 y 500 m en las riberas del embalse de Alcántara. Respetando estas condiciones medioambientales, para la construcción del viaducto se ha evitado poner pilas sobre el agua, de modo que todos sus apoyos se encuentran fuera del embalse. Además, se ha previsto una pantalla de protección de aves, formada por una barrera compuesta por perfiles tubulares verticales de acero, dado que, en ese enclave, no muy lejano del parque Natural del Tajo Internacional, pueden verse águilas imperiales, buitres leonados, cigüeñas negras y alimoches. Además, este tipo de pantallas reduce, en relación a otros sistemas, la carga de viento sobre la estructura y tiene un menor impacto visual en el entorno.

Proceso constructivo

La ejecución de los trabajos comenzó con la construcción de las cimentaciones, realizadas a base de grandes zapatas ancladas directamente sobre el recio sustrato rocoso del enclave. Y aunque el terreno presentaba una notable solidez, en las zonas afectadas por el arco, los plintos de arranque del

arco y las zapatas de retenida de las pilas adyacentes al terreno, éste se reforzó para asegurar la solidez de la estructura, mediante inyecciones a presión de un total de 300.000 l de lechada de cemento en los más de 7.000 m de perforación realizados en el macizo rocoso, para rellenar las posibles fisuras en las rocas.

Tras esta primera fase de los trabajos, se acometió el alzado de pilas en los vanos de aproximación en ambas márgenes del río. Para ello, se realizaron encofrados trepantes en tramos de 6 m de altura. En el apoyo sur se hizo necesario realizar excavaciones de más de 35 m de altura y aplicar soportes en los taludes en roca para evitar descalces en las pendientes.

La construcción del tablero se ha ejecutado vano a vano mediante una cimbra autolanzable, una estructura con una longitud total de 115 m y un peso de 800 t, capaz de realizar vanos de hasta 60 m de luz trasladándose a lo largo del puente por sus propios medios, lo que mejora la relación con el medio ambiente, porque no afecta a las aguas del río, y permite salvar obstáculos y alturas importantes con una notable rapidez (hasta un vano a la semana). Con este ritmo se construyeron, en una primera fase, los 11 vanos de aproximación de lado norte. En una segunda fase, y una vez trasladada la autocimbra hasta el estribo 2, se ejecutaron los 9 vanos de aproximación al arco del lado sur.

Para sustentar cada semiarco se dispusieron 15 parejas de tirantes (un par de tirantes cada tres dovelas) y el proceso se realizó en dos fases: en la primera se construyeron las 20 primeras dovelas soportadas por 6 parejas de tirantes de acero, ancladas al fuste de la pila situada en el arranque del arco. En segunda fase se ejecutaron las dovelas restantes de cada semiarco (desde la 21 hasta la 46), sustentadas mediante 9 parejas de tirantes desde una torre metálica provisional de 53 m de altura construida sobre el tablero del puente.

El sistema es complejo y delicado: es preciso equilibrar el sistema de atirantamiento ejecutando para cada pareja de tirantes, la correspondiente pareja de tirantes de retenida anclada a la zapata de la pila adyacente. Un proceso que termina tras colocar los últimos tirantes y hormigonar las dos dovelas finales. Es entonces cuando se retira uno de los carros y se hormigona con el otro la clave, y el arco queda cerrado.

▶El arco se construyó mediante voladizos sucesivos atirantados y carros de avance



Índice

Hitos de la ingeniería

El viaducto ferroviario sobre el Tajo ya ha entrado en el "salón de la fama", al ostentar el segundo lugar en el récord mundial de arcos en su tipología. Junto a él, marcan hitos de la ingeniería civil otras estructuras que bien merecen una reseña. Uno de ellos pertenece a la misma LAV Madrid - Extremadura y no está muy lejos del primero: es el viaducto construido en 2016 sobre el río Almonte, situado en el subtramo embalse de Alcántara-Garrovillas. Su mayor singularidad reside en su vano central: un arco con 384 metros que, con una altura sobre el nivel medio del embalse de Alcántara de 100 m, se ha convertido en el de mayor luz del mundo en su tipología de puente arco para uso ferroviario.

Este singular viaducto ha obtenido la Medalla Gustav Lindenthal, galardón que otorga anualmente International Bridge Conference (IBC) para reconocer la excelencia en materia de ingeniería de puentes y que, en esta ocasión, ha resaltado la innovación técnica y material, el resultado estético y la armonía del viaducto con el entorno natural. También ha sido galardonado con el primer premio a la Excelencia en la Construcción con hormigón del Instituto Americano del Hormigón (American Concrete Institute, ACI), que cada año se entrega a un proyecto que destaque por su excelencia en cuanto a innovación y tecnología del hormigón.

Hasta la construcción de ese viaducto, el récord mundial de luz de arco de hormigón ferroviario lo ostentaba el de Froschgrundsee, en Alemania, con 798 m de longitud y 270 metros de luz, que cruza el lago que le da nombre a una altura de unos 65 metros.

En España, además del ya mencionado del embalse de Contreras, en la línea de AVE Madrid-Valencia, récord en su día con sus 261 metros de longitud, es legendario el arco de hormigón del viaducto Martín Gil, sobre el que discurre la línea ferroviaria Zamora-Orense, de 210 metros de luz y que salva el río Esla, entre Zamora y Puebla de Sanabria. Ostentó el récord del mundo de su tipología en el momento de su construcción en 1942 por ostentar una luz libre de 192,4 m y una altura de 63 m. Fue llamado "viaducto del Esla" al principio de su construcción y también "Viaducto de los Cabriles" por la aceña que se encontraba cerca del lugar. Sin embargo, fue el recuerdo al ingeniero que lo proyectó el que finalmente dio al viaducto su nombre definitivo.





▶Interior de la autocimbra.

Tras las fases más críticas, el proceso finalizó desmontando los tirantes provisionales y las torres metálicas de atirantamiento. Con el arco completado se construyeron las 5 pilas situadas sobre el mismo para, a continuación, finalizar la ejecución del tablero mediante dos autocimbras similares a las empleadas en los vanos de acceso. Los dos vanos centrales se construyen mediante cimbra apoyada directamente sobre el arco. El hormigonado del tablero ha sido simétrico con el fin de no crear esfuerzos excesivos (sólo se ha permitido un desfase máximo de un solo vano).

Todas las fases de la obra se han monitorizado mediante un sistema de captación, tratamiento y transmisión de datos ubicados a cada lado del arco con 113 sensores, con el que en cada momento se ha controlado la marcha de la construcción, verificando en cada momento el comportamiento de la estructura.



▶Última fase de la construcción del tablero mediante cimbra apoyada directamente sobre éste.

Índice



▶Interior de la autocimbra.

Línea AVE

Con la ejecución de esta obra se avanza en la construcción de la Línea de Alta Velocidad Madrid-Extremadura de 437 Km de longitud, actualmente en construcción.

La obra está financiada, en parte, por la Comisión Europea y el Banco Europeo de Inversión. En el periodo 2007-2013 el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), a través del Programa Operativo (P.O) Cohesión-FEDER y del P.O. de Extremadura, cofinanció parte de las obras de plataforma, vía e instalaciones del tramo Talayuela-Cáceres-Mérida. Las Ayudas a las Redes Transeuropeas de Transporte (RTE-T) se otorgaron a los estudios y proyectos del tramo Talayuela-Frontera Portuguesa, así como a las obras de plataforma, vía e instalaciones del tramo Mérida-Badajoz-Frontera Portuguesa. Y en el periodo 2014-2020, el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) cofinancia, a través del P.O. Plurirregional de España, Objetivo Temático 7: Transporte Sostenible, las inversiones en la red ferroviaria de Extremadura.

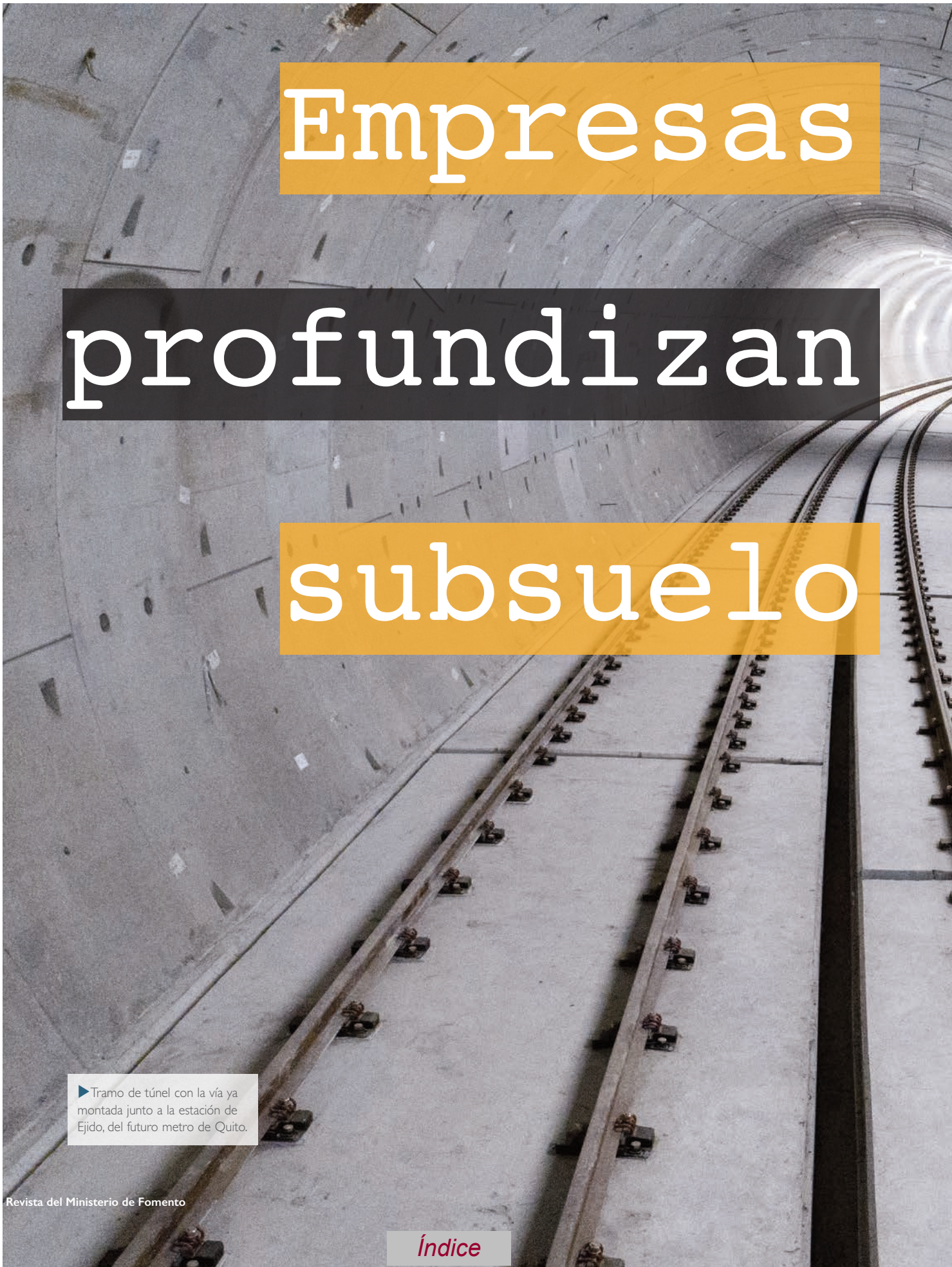
Julia Sola Landero / Fotos: Carlos Fernández Casado, S.L.



Índice

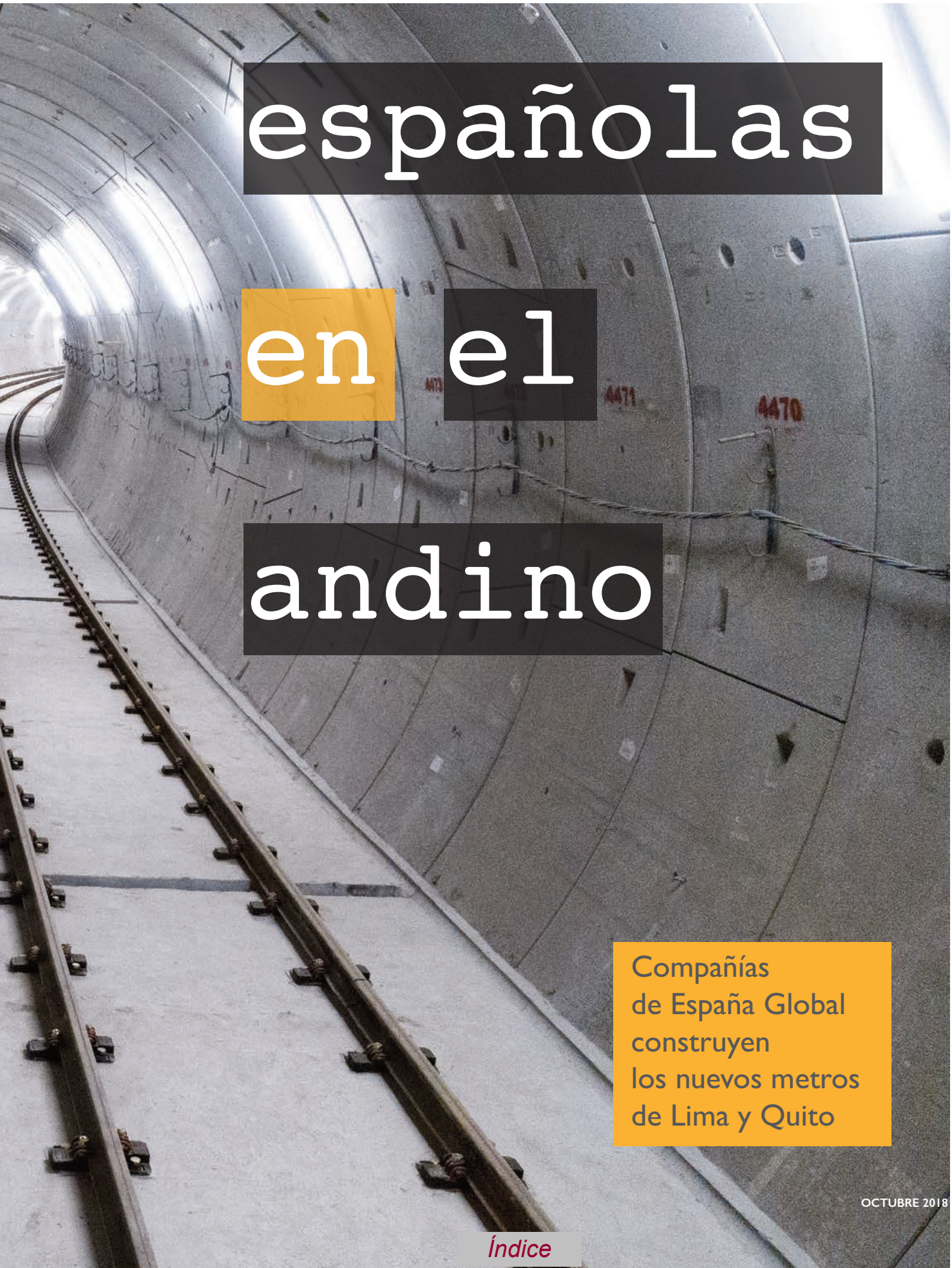
Acciona Infraestructuras

Empresas profundizan subsuelo



▶ Tramo de túnel con la vía ya montada junto a la estación de Ejido, del futuro metro de Quito.

Índice



españolas en el andino

Compañías de España Global construyen los nuevos metros de Lima y Quito

Índice

Constructoras e ingenierías españolas desarrollan grandes proyectos de transporte público masivo en la región andina, donde lideran la construcción de las nuevas líneas de metro de Lima (Perú) y Quito (Ecuador). Se trata de dos proyectos en distintas fases de desarrollo, que incluyen la ejecución de largos túneles urbanos y se prevé que revolucionarán la movilidad en ambas capitales. El ministro de Fomento, José Luis Ábalos, visitó en octubre las obras del metro de Lima, uno de los mayores contratos de empresas españolas en el exterior.

El transporte urbano (metros y tranvías) es un capítulo cada vez más relevante en la proyección de la marca país España Global. Concesionarias, constructoras, ingenierías y fabricantes de material rodante españoles desarrollan actualmente algunos de los principales proyectos en este campo en los cinco continentes. Esta presencia es especialmente acusada en ciudades de Europa y América, cuyas autoridades apuestan crecientemente por implantar modos de transporte público masivos y sostenibles como solución a los problemas de movilidad y contaminación en las áreas metropolitanas.

La región andina del Pacífico es un paradigma de esta realidad. Todas sus capitales desarrollan hoy proyectos de ampliación de las redes de metro existentes (Lima, Santiago de Chile) o de construcción de primeras líneas (Quito y próximamente Bogotá). En estos proyectos las compañías españolas juegan un papel clave, aportando el *know how*, la tecnología y la capacidad para ejecutar grandes obras públicas. Enmarcadas en el proceso de internacionalización de la empresa española, estas actuaciones cuentan con el respaldo del Gobierno. Seguidamente se detallan ambos proyectos.

METRO DE LIMA

El Gobierno peruano está configurando un nuevo sistema de transporte público que, bajo una autoridad única, integrará todos los modos existentes (autobuses de tránsito rápido, corredores concesionados, metro) con objeto de tender hacia una movilidad sostenible en el área metropolitana de Lima-Callao (9,5 millones de habitantes), aquejada de graves problemas de tráfico y contaminación.

▶Mapa de la línea 2 (trazado amarillo) y ramal de la línea 4 (trazado rojo) del metro de Lima.

AATE



Índice

AATE



El ministro de Fomento, José Luis Ábalos, durante su visita a las obras al metro de Lima, el pasado 17 de octubre.

El eje del sistema es la red básica del metro de Lima, proyecto para crear una malla de seis líneas, de las cuales hoy solo opera la línea 1, abierta en 2011. Actualmente se construye el segundo eslabón de esta red, la línea 2, cuya ejecución desarrolla un consorcio liderado por compañías españolas.

Esta obra fue adjudicada en abril de 2014 por el Ministerio de Transportes peruano al consorcio Metro de Lima Línea 2, integrado por las empresas españolas Dragados, Iridium (ambas de ACS) y Vialia (FCC), que llevan el peso de la obra, más otras tres italianas y una peruana, y cuenta con la asesoría técnica de Metro de Madrid y los trabajos de varias ingenierías nacionales (Typsa, Ayesa, Geocontrol, Getinsa). El contrato, bajo modelo concesional, comprende el diseño, construcción, financiación, operación y mantenimiento durante 30 años de la línea 2 y un ramal de la línea 4, con una inversión superior a 5.000 M€. Se trata de uno de los mayores contratos de empresas españolas en el exterior y uno de los proyectos más importantes de la historia de Perú.

El proyecto consiste en la construcción de un trazado subterráneo de 35 kilómetros, de los cuales 27 kilómetros y 27 estaciones corresponden a la línea 2, eje oeste-este que conectará el distrito oriental de Ate con el puerto de El Callao; y otros 8 kilómetros y 8 estaciones al ramal Faucett-Gambetta de la línea 4 hasta el aeropuerto. La línea 2 atravesará 10 distritos y será intermodal, beneficiando al 25% de la población. Según las previsiones, tendrá una altísima demanda diaria de pasajeros (660.000 en el primer año y 1,2 millones más adelante), que acortarán drásticamente los tiempos de viaje: el recorrido Ate-Callao, que hoy se hace en 2 horas y media, se realizará en 45 minutos. La línea incorporará un sistema automatizado GoA4 de trenes sin conductor, que permite frecuencias cada 80 segundos en hora punta con la máxima seguridad.

> La nueva línea del metro de Lima tendrá una demanda de 660.000 pasajeros/día y reducirá a 45 minutos un trayecto en el que actualmente se invierten 2 horas y media.

Condicionantes

El proyecto ha planteado varios retos al consorcio, entre ellos la magnitud de la obra y el hecho de ser la primera experiencia de construcción de una línea de metro subterránea en Lima, donde no existen otros túneles a gran profundidad. También presenta fuertes condicionantes, como el perfil geológico y geotécnico del terreno, formado por gravas y arenas de diferente compacidad con una caracterización singular según zonas: suelos compactos de mayor calidad y nivel freático profundo en Lima, y suelos más heterogéneos y bajo nivel freático cerca del mar en El Callao, lo que aconsejó adquirir dos tuneladoras diferentes para estos tramos. A ello se suma la actividad sísmica de la zona, que ha obligado a utilizar normas internacionales para desarrollar elementos constructivos (muros-pantalla, pilas-pilote) no recogidos en la norma local. Además, el objetivo del cliente de inaugurar una primera fase de la línea con cinco estaciones a los dos años de la firma del contrato obligó a cambiar el método constructivo inicialmente previsto para toda la obra (tuneladora) por otro método para esta fase (nuevo método austriaco o NATM, con ataque desde los pozos situados entre estaciones). Todos estos factores han configurado la estrategia de ejecución de los tres tramos del proyecto: NATM para el tramo 1A, combinación de NATM y tuneladora de terrenos secos para el tramo 1B y tuneladora de terrenos húmedos para el tramo 2. En total, se construirán 25 kilómetros con tuneladora y 10 con medios convencionales, a 20 metros de profundidad. Será la

Dragados



▶Fase de revestimiento del túnel del metro de Lima.

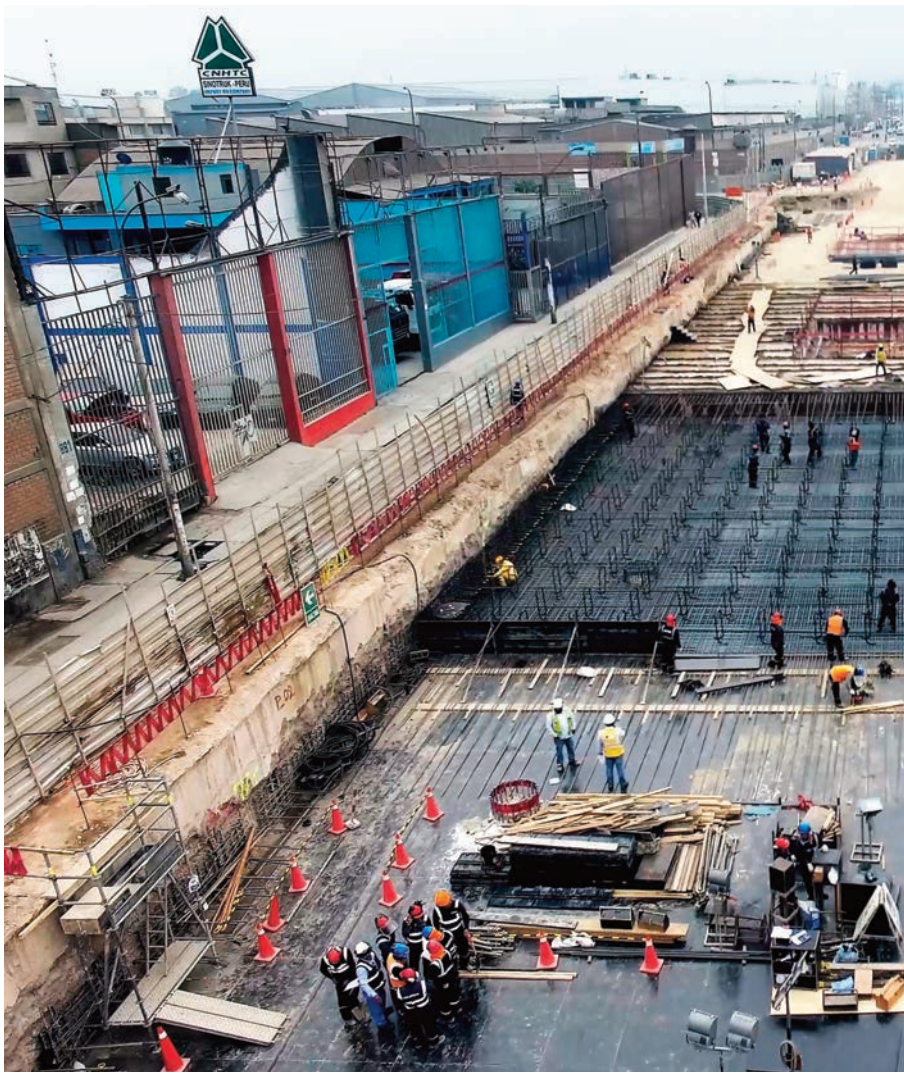
▶Abajo: ejecución de losa de compresión superior de una de las estaciones del metro de Lima.

primera vez en la historia de Lima que se emplearán tuneladoras.

La obra, con plazo de ejecución de cinco años, se inició en 2015 al este de Lima, pero diversas circunstancias, como la demora en la entrega de terrenos, la ha ralentizado y hasta ahora solo se ha completado el 25%. Recientemente, la Autoridad Autónoma del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao (AATE), encargada del desarrollo de la red, acordó con el consorcio varias medidas para acelerar la ejecución en 2019 (quintuplicar la inversión, elevar el número de operarios a 5.000 y cuadruplicar los frentes de obra hasta 52), con el objetivo de culminar el 50% del proyecto a mediados de 2020. El acuerdo, que prolonga la obra hasta 2024, estableció un nuevo cronograma para la entrega de tramos: tramo lA (Santa Anita-Evitamiento 5,7 km) en 2020; tramo lB (Vista Alegre-Ate y Plaza Bolognesi-San Juan de Dios, 11 km) en 2022; y tramo 2 (Parque Murillo-El Callao y ramal Faucett-Gambetta, 17,7 km) en 2024.

Etapas constructivas

El pasado verano, el consorcio liderado por ACS y FCC alcanzó el primer hito de la etapa lA, la perforación de los 4,2 kilómetros de túnel entre las cinco estaciones del tramo, que ahora suma ya 4,5 kilómetros. El túnel, con sección de 68 m^2, no se ha construido desde uno o dos frentes de ataque, sino desde ocho frentes simultáneos generados a



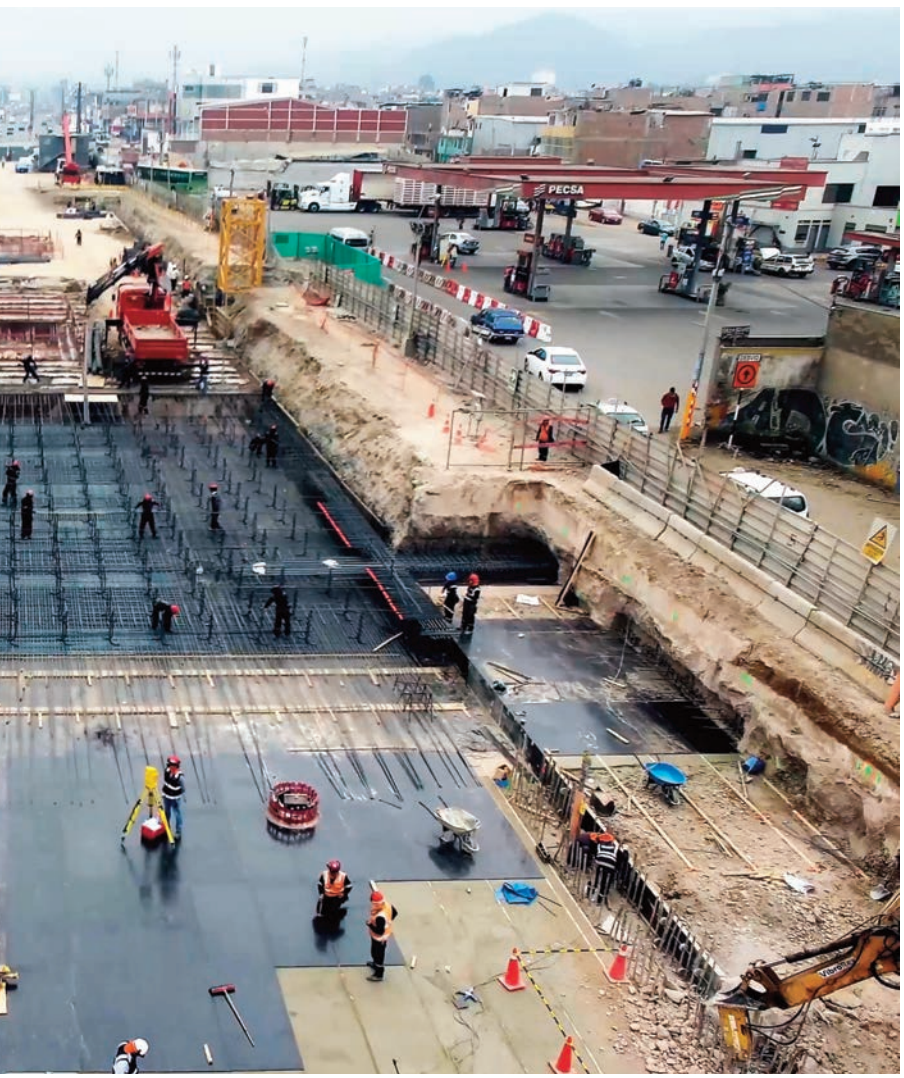
AATE

Índice



▶Túnel revestido y estación en el metro de Lima.

AATE



partir de cuatro pozos de ventilación intermedios entre estaciones. En estos pozos, de 16,5 m de diámetro y 20 m de profundidad, se instalarán equipos de ventilación y escaleras de emergencia. Paralelamente se ha ejecutado la obra civil de las cinco estaciones del tramo mediante el método *cut & cover*, con fases consecutivas de ejecución de muros-pantalla y pilares interiores como sostenimiento sismorresistente, excavación hasta cota de vestíbulo y ejecución de losa de hormigón, ejecución de losa de compresión superior para restablecer los servicios en superficie y excavación hasta la cota inferior de andén. En estas estaciones, organizadas en dos niveles, se realizan hoy trabajos de arquitectura y próximamente de instalaciones electromecánicas. También se ultiman los trabajos de arquitectura de los edificios del patio taller de Santa Anita (que atenderá a la línea 2) y próximamente comenzará la instalación del centro de control, estando ya ejecutados la playa de vías y los túneles de conexión con la vía principal. En próximas fechas se iniciará el montaje de vía en placa en el túnel. El tramo lA será el primero en entrar en operación, con la previsión de hacerlo en diciembre de 2020.

Con el tramo lA en fase avanzada, el consorcio trabaja también en el tramo 1B, que se desarrollará en dos etapas. En la primera, se han abierto dos frentes para construir 4,3 kilómetros de túnel correspondientes a los tramos contiguos al 1A: Vista Alegre-Ate al oeste (1,4 km) y Evitamiento-San Juan de Dios al este (2,9 km), que incluyen tres es-

Índice

Acciona Infraestructuras



taciones, cuatro pozos de ventilación y la única caverna de la línea, de 300 metros de longitud y 18 de anchura, destinada a albergar cuatro vías. Estos tramos son los últimos que se excavarán con el método NATM. En una segunda etapa está prevista la perforación en dirección Callao de un túnel de 6,7 kilómetros y 8 estaciones entre San Juan de Dios y Plaza Bolognesi mediante una tuneladora EPB (Escudo de Presión de Tierras), diseñada en Alemania para excavar suelos compactos. Será entonces cuando la obra avance con más rapidez. Este tramo deberá entrar en servicio en julio de 2023.

El tramo 2, último en arrancar, comprende la ejecución de un túnel de 17,7 kilómetros en dirección Callao, de los cuales 12 km son de la línea 2 y 5,7 km del ramal de la línea 4. Será construido íntegramente por una tuneladora del tipo *Slurry Shield* (Escudo de Presión de Lodos), fabricada para ex-

Índice



▶Actualmente se procede al montaje de la vía en placa en el túnel construido por las tres tuneladoras en Quito.

cavar terrenos de gran carga hidráulica. La máquina ejecutará los dos túneles de esta etapa (línea 2 y ramal de la línea 4) en dos fases, a iniciar en 2020 y 2021, respectivamente. También se construirán 19 estaciones (11 en la línea 2 y 8 en la línea 4) y 18 pozos de ventilación, así como un segundo patio taller en Quilca, lugar donde se montará la planta de dovelas. El tramo entrará en operación en junio de 2024, fecha en la que funcionará la totalidad de la línea.

METRO DE QUITO

El Ayuntamiento de Quito desarrolla actualmente el proyecto de la primera línea de metro del país, futura columna vertebral del sistema integrado de transporte público (formado por redes de trolebús, autobuses y transporte por cable) de la capital de Ecuador (2,3 millones de habitantes). En esta ciudad se producen 4,6 millones de viajes diarios, la mayoría en transporte público, y existen problemas de congestión de tráfico y contaminación atmosférica debidos a su peculiar emplazamiento (en un valle alargado y estrecho, que configura un número limitado de rutas lineales para un parque de 450.000 vehículos) y su elevada altitud (a 2.800 metros sobre el nivel del mar la combustión de los motores es menos eficiente y provoca más emisiones). Con el metro de Quito, que será el de mayor altitud del mundo, se estrenará un modo de transporte masivo y sostenible, independiente de las vías en superficie, que permitirá recorrer la ciudad de norte a sur en 34 minutos en vez de los 90 actuales, abriendo una nueva etapa en la movilidad urbana.

El proyecto contempla la construcción de una línea subterránea de doble vía de 22,8 kilómetros que discurre desde el sur (terminal de autobuses de Quitumbe) hasta el norte de la ciudad (estación de El Labrador), con 13 nuevas estaciones de 150 metros de longitud de media, que se sumarán a las dos ya construidas, y 30 pozos de ventilación, además de taller y cocheras, centro de control, instalaciones electromecánicas y 18 trenes de seis vagones cada uno. Según las previsiones, la línea tendrá un demanda estimada de 400.000 pasajeros/día en el primer año de operación. Además de mayor rapidez, la futura línea ofrecerá una amplia cobertura (dará accesibilidad casi universal a los usuarios del transporte público), tendrá carácter multimodal (interconexión con modos terrestres y aéreos) y será un eje de cambio urbanístico.

La ejecución del proyecto, considerado como la mayor obra pública en la historia de la ciudad, fue adjudicada por la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito al consorcio hispano-brasileño Línea 1 Metro de Quito, liderado por Acciona Infraestructuras, y que hoy desarrolla en solitario, en sus dos fases: fase I, construcción de dos estaciones intermodales, en marzo de 2013, ya finalizada; y fase II, ejecución de la línea, en octubre de 2016, con un plazo de 36 meses. El contrato conjunto supera los 1.800 M€. El proyecto tiene un carácter netamente español, ya que junto a la constructora participan más de media docena de ingenierías na-

Acciona Infraestructuras



▶Traslado de la hoja de corte de la tuneladora *La Guaragua*, en Quito.

Acciona Infraestructuras

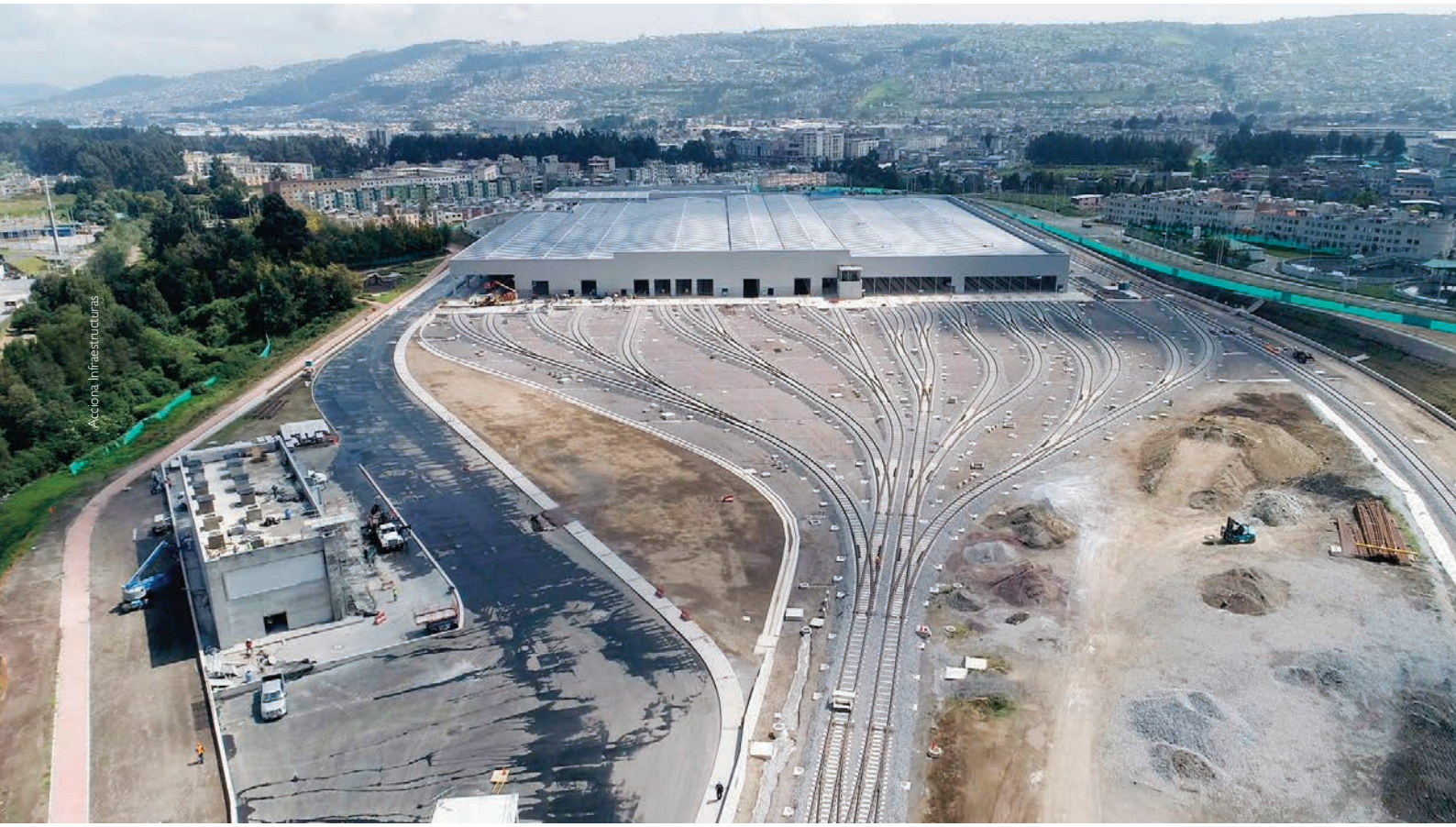


▶Cale de una de las tres tuneladoras empleadas para la construcción del túnel del metro de Quito.

cionales, responsables del diseño de ingeniería (Metro de Madrid, presente desde 2010), los proyectos básico y de detalle (KV Consultores, Typsa, Ideam), la dirección y control de obras (Prointec, Bustren) y la supervisión (Ayesa), así como empresas suministradoras de trenes (CAF), tecnología de control ferroviario (Bombardier España) y electrificación (Siemens España). Hay que resaltar que el metro de Quito es una evolución de los planes de ampliación realizados por el metro de Madrid entre 1996 y 2012.

Tres tuneladoras

Como condicionantes del proyecto destacan la altitud de Quito (el trazado discurre entre las cotas 2.909 y 2.752), la sismicidad de la zona, el elevado nivel freático y el hecho de que el trazado discurra bajo el casco histórico, considerado Patrimonio Cultural de la Humanidad, lo que ha obligado a adoptar medidas especiales para preservarlo. Ejemplo de ello ha sido la retirada, catalogación y traslado de las 107.695 piedras del empedrado de la plaza de



Acciona Infraestructuras

▶Talleres y cocheras de Quitumbe del metro de Quito.

San Francisco durante la construcción de la estación del mismo nombre, repuestas al término de los trabajos. A estos factores se suma el terreno, formado por suelos compactos de la formación Cangahua (tobas alteradas, cenizas, limos y arenas) y roca andesita, aptos para excavación con tratamientos puntuales por suelos blandos o agua; también destaca una zona con presencia de contaminación por hidrocarburos. La caracterización geológica y geotécnica del terreno determinó la elección de la tuneladora como sistema idóneo para construir el túnel (19,5 km) y del sistema *cut and cover* para las estaciones



Acciona Infraestructuras

▶Estación de Iñaquito del metro de Quito.

Índice

Acciona Infraestructuras



Ejecución de la losa superior de compresión de la estación de San Francisco, junto a una de las joyas coloniales de Quito.

(2,4 km). La profundidad media de la línea es de 22,4 metros y de 17,6 metros para las estaciones, salvo la situada bajo la mencionada plaza, construida a mayor profundidad para preservar el patrimonio de la superficie.

Para la perforación de los túneles, Acciona Infraestructuras ha empleado tres tuneladoras del tipo EPB, dos de ellas fabricadas *ex profeso* en Alemania (*Luz de América* y *La Guaragua*) y la tercera –veterana de las obras del Metronorte de Madrid– reacondicionada en España (*La Carolina*). Estas máquinas, con diámetro de excavación de 9,4 metros, han perforado y revestido el túnel con anillos de dovelas de 32 cm de espesor y hormigón 45 Mpa. En total, han colocado más de 90.000 dovelas. En su avance por terrenos con presencia de agua, estas máquinas han empleado "con resultados excepcionales" las innovaciones de tunelación basadas en la inyección de bicomponente, según la constructora. En la ejecución de estaciones también se han utilizado técnicas nunca antes empleadas en Ecuador, como las cimentaciones profundas a base de muros pantalla, pilas-pilote, micropilotes, tratamientos de *jet grouting*, inyecciones, así como materiales de última generación (resinas epóxicas, inyecciones de sellado, morteros especiales…). La obra está permitiendo una importante transferencia tecnológica de conocimientos, procesos y sistemas constructivos a las empresas locales, desarrollada por la constructora mediante talleres, capacitaciones y conferencias.

Túnel perforado

El trabajo de las tuneladoras, que arrancaron entre marzo y mayo de 2017, se completó en octubre con la finalización de los 19,3 kilómetros de túnel, en lo que constituye un hito del proyecto. Dos de ellas han construido un trazado subterráneo de 16,3 kilómetros partiendo en direcciones opuestas hasta encontrarse a mitad de camino, mientras que la tercera, preparada para terrenos más duros, ha excavado 3,2 kilómetros en dirección norte hasta alcanzar el pozo de extracción de Quitumbe. Su rendimiento ha sido muy elevado, hasta el punto de batir dos veces el récord mundial de avance para máquinas de este tipo, primero *La Guaragua* (1.311 m en 30 días) y luego *Luz de América* (1.489 m en 30 días). Junto a la alta productividad, la seguridad ha sido otro factor destacado del trabajo de las tuneladoras, que han construido 2.100 metros de túnel bajo el casco histórico sin afectar a ningún elemento patrimonial de interés (conjuntos religiosos o edificios públicos), con un control exhaustivo de los movimientos en superficie monitorizado con apoyo de 9.000 dispositivos automáticos

Proyecto 63 en Santiago de Chile

Junto a las obras de Lima y Quito, la presencia de empresas españolas también ha sido decisiva en la ampliación del metro de otra capital andina, Santiago de Chile, que está a punto de acabar. En esta fase se ha desarrollado el Proyecto 63, consistente en la construcción simultánea de dos líneas subterráneas (6 y 3), con 37 kilómetros y 28 estaciones, equipadas con el sistema de conducción automática CBTC. El proyecto, iniciado en 2012, pretende mejorar la movilidad y reducir las emisiones en esta capital donde coexisten 7 millones de habitantes y 2 millones de vehículos. En diciembre de 2017 se inauguró la línea 6, primera parte del proyecto que culminará a principios de 2019 con la apertura de la línea 3. Tras la ampliación, esta red de metro se consolidará como la segunda más extensa de Latinoamérica (6 líneas, 140 kilómetros y 136 estaciones).

Las compañías españolas han protagonizado la mayor parte de la obra civil del proyecto, cuyo presupuesto supera los 2.600 M€. Grandes y medianas constructoras, en solitario o en consorcios, han ejecutado con medios convencionales más de la mitad del trazado de la línea 6 (15 km) y la totalidad de la línea 3 (22 km), así como varias estaciones (incluida la primera construida bajo otra en servicio), pozos de ventilación y talleres. Las consultoras nacionales han realizado estudios de ingeniería básica y de detalle, así como asistencias técnicas. El material rodante de ambas líneas (37 trenes de cinco coches, asociados al sistema CBTC) se ha fabricado en España. Los sistemas de electrificación, comunicación, *ticketing* y ventilación o la tecnología de información implantados también han sido suministrados e instalados por compañías españolas.

Con la inauguración de la línea 3, la presencia española en el metro de Santiago quedará limitada a los planes de mantenimiento de las nuevas líneas, así como a otros contratos en las demás. No obstante, en el medio plazo se ha anunciado otra fase de ampliación, con la previsión de construir tres nuevas líneas (7, 8 y 9) y ampliar otras tres, que añadirán 76 kilómetros a la red en 2026. De cara a este escenario ya está en marcha la fase de ingeniería, con los estudios básicos de la línea 7 en licitación (varias consultoras españolas optan al concurso) y la ingeniería conceptual de las líneas 8 y 9 en sus etapas iniciales (a cargo de una consultora madrileña). Son antecedentes que auguran otra fase de presencia española en el metro de Santiago, un sistema de transporte que según sus responsables tiene al metro de Madrid como gran referente.

de auscultación e integrados en un plataforma web de gestión de la información.

En paralelo al túnel, Acciona Infraestructuras mantiene abiertos más de 60 frentes de trabajo en el trazado, en los que actualmente trabajan más de 1.700 personas. A finales de octubre estaba concluida la obra civil de las 13 nuevas estaciones, construidas con el método *cut and cover* (bien con muros pantalla, bien con pantallas de pilotes), realizándose ahora trabajos de arquitectura en las mismas. En esas fechas se habían montado 15 de los 45 kilómetros de vía en placa previstos, esperándose llegar a 30 kilómetros a final de año. También ha concluido la obra civil de los talleres de Quitumbe. A estas instalaciones llegó en septiembre, procedente de España, el primero de los 18 trenes previstos en el contrato, cuyas pruebas iniciales se realizarán en noviembre. Asimismo, se está iniciando la fase de eletromecánica. Todos los trabajos están cumpliendo por ahora el cronograma de obras y se espera que el proyecto supere a final de año el 75% de ejecución. Para 2019 quedará el resto de la obra y el periodo de pruebas, antes de la inauguración de la línea, prevista para el último mes del año.

Javier R. Ventosa



Índice

Mirando al futuro

Presentación del Plan Estratégico 2018-2021 de aena



▶Aviones de una aerolínea estacionados en el aeropuerto de Barcelona-El Prat.

Índice

El presidente de Aena, Maurici Lucena, presentó el pasado 10 de octubre el Plan Estratégico 2018-2021, cuyos grandes objetivos son la consolidación del fuerte crecimiento de la compañía en los últimos años y el impulso de nuevas líneas de negocio generadoras de valor. El documento traza las líneas de acción a implementar en los dos pilares de la empresa –actividad aeronáutica y servicios comerciales, más los nuevos negocios– para reforzar la posición de Aena como primer operador aeroportuario del mundo.

El Plan diseña la estrategia a corto plazo del gestor de la red aeroportuaria de titularidad estatal, una sociedad mercantil bajo control público (la entidad Enaire, adscrita al Ministerio de Fomento, posee el 51% de los títulos) que cotiza en bolsa y forma parte del Ibex 35 desde 2015. La estrategia se apoya en el vigoroso crecimiento de Aena en el último lustro, en el que han coincidido la reorganización de la compañía (nuevo modelo de gestión orientado a resultados, entrada de capital privado, nueva estructura) con la expansión del tráfico aéreo en España. En este periodo, Aena ha crecido año a año, con récords históricos de operaciones y pasajeros desde 2014, hasta alcanzar su actual posición de liderazgo en el mercado: es el primer operador mundial por número de pasajeros (315,6 millones en 2017), el de mayores ingresos (más de 4.000 M€ en 2017), el que ofrece las tarifas más competitivas y dos aeropuertos de su red están en el top-10 europeo por volumen de pasajeros (Madrid-Barajas es el sexto y Barcelona-El Prat el séptimo). Este crecimiento se ha reflejado en las cuentas de la compañía, que hoy mantiene una sólida posición económico-financiera y una elevada rentabilidad.

Aena implementará el Plan en un marco favorable por el auge del tráfico aéreo

Según el Plan, la estrategia para el próximo trienio se desarrollará en un entorno favorable para el sector aeronáutico debido, tanto al crecimiento del tráfico aéreo global (las proyecciones indican que se duplicará en los próximos 20 años), como al posicionamiento geoestratégico de España (segundo país más visitado del mundo en 2017, con 82 millones de turistas, la mayoría por vía aérea), así como a la posición de Aena como operador líder en la gestión aeroportuaria. No obstante, el Plan apunta la existencia de retos pendientes (concentración de aerolíneas, mayores exigencias de los pasajeros) y la aparición de incertidumbres geoestratégicas a corto y medio plazo que pueden afectar al crecimiento de la compañía, como la incidencia del Brexit en la llegada de turistas británicos a España o la recuperación de destinos turísticos mediterráneos. De hecho, las proyecciones del Plan estiman un crecimiento moderado a corto plazo del tráfico de pasajeros en España, que pasaría del 5,5% en 2018 al 2% en 2019.

Líneas de actuación

En este contexto, el Plan ha diseñado una estrategia para afianzar el crecimiento de Aena y potenciar su posición de liderazgo mediante la implementación de varias líneas de acción que afectan al negocio regulado y al negocio no regulado, en las dos áreas en que se reestructuró la compañía en febrero de 2017 para afrontar el nuevo marco regulatorio fijado por el Documento de Regulación Aeroportuaria (DORA) 2017-2021. En el negocio regulado, asociado al desarrollo de la red aeroportuaria y que supone el 61% de la actividad, la estrategia proyecta una política encaminada a la ampliación de los aeropuertos, la oferta de tarifas competitivas, la mejora de la calidad del servicio, la innovación de procesos aeroportuarios y la sostenibilidad ambiental. En el negocio no regulado, relacionado con líneas de negocio no sometidas al marco regulatorio, las actuaciones se orientan a diversificar y buscar oportunidades como fuente de crecimiento futuro, a través de la mejora de la oferta comercial, el negocio inmobiliario y el impulso a la expansión internacional. El Plan prevé una evolución positiva para 2019 de los ingresos de todos los segmentos de negocio: servicios aeroportuarios (3%), servicios comerciales (6,5%), negocio inmobiliario (5,7%) y negocio internacional (5,9%). Seguidamente se desarrollan las líneas de acción del Plan.



El presidente de Aena, Maurici Lucena, durante la presentación del Plan Estratégico 2018-2021

Ampliación y adecuación de la capacidad en los aeropuertos

La capacidad de la red (46 aeropuertos y 2 helipuertos) es una de las grandes ventajas competitivas de Aena. Desde principios de siglo, la compañía ha realizado un gran esfuerzo inversor (cerca de 19.000 M€) para aumentar esta capacidad, estimándose que hoy supera los 335 millones de pasajeros/año, todavía superior al tráfico gestionado en 2017 (315,5 millones). A corto plazo están en marcha inversiones del DORA 2017-2021 por 2.185,4 M€ para ampliar y adecuar la red. Algo menos de un tercio se destina a los dos principales aeropuertos: Adolfo Suárez Madrid-Barajas (remodelación de terminales T1, T2 y T3) y Barcelona-El Prat (acceso de Rodalies a la T1 y remodelación del dique sur de la T1).

El Plan Estratégico, además de contemplar la ejecución de inversiones del DORA hasta 2021, comienza a planificar el escenario DORA II, dotado de un nuevo programa inversor expansivo para atender la demanda previsible de tráfico hasta 2026. En ese escenario está prevista una nueva fase de ampliación de los aeropuertos de Madrid y Barcelona, con proyectos por casi 2.100 M€, según consta en los Planes Directores de ambos aeropuertos, presentados a principios del año 2018. En el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, la principal actuación prevista es la ampliación de las terminales T4 y T4S, lo que permitirá elevar la capacidad desde 70 millones de pasajeros/año hasta 80 millones. En Barcelona-El Prat, los planes incluyen la construcción de un nuevo edificio satélite y su plataforma, así como la conexión en alta velocidad con el aeropuerto de Girona-Costa Brava para complementar ambas instalaciones. En este caso, el objetivo es pasar de 55 millones de pasajeros/año a 70 millones. Con estos proyectos, más los de los demás aeropuertos, la red de Aena podrá absorber los aumentos de tráfico hasta 2026.

Cumplimiento de altos niveles de calidad del servicio

Uno de los principales retos de Aena es ofrecer unos servicios aeroportuarios eficientes y de calidad para cumplir con los altos estándares establecidos por el DORA para toda la red. Estos servicios básicos, por los cuales el gestor percibe una contraprestación que constituye la tarifa aeroportuaria comprenden, tanto los relacionados con la operación aérea, como con el tránsito de pasajeros en las terminales, y deben aportar comodidad, fluidez y flexibilidad, además de mejorar la experiencia tanto de pasajeros como de aerolíneas. Su nivel de calidad se mide a través indicadores penalizables o bonificables, que tienen un impacto en la tarifa aeroportuaria.



▶El Plan vigilará la calidad de los servicios prestados en áreas críticas. En la imagen, zona de facturación y control del aeropuerto de Tenerife-Sur.

Índice



Para cumplir estos estándares, el Plan Estratégico establece un protocolo para hacer un seguimiento de los indicadores de calidad del servicio prestado en áreas críticas, con objeto de averiguar qué opinan los usuarios sobre varios servicios y, en su caso, actuar sobre los puntos de mejora identificados. Entre estas áreas figura la satisfacción del pasajero sobre la prestación de servicios (seguridad, confort, atención a personas con movilidad reducida, limpieza), indicador para el cual se aspira a alcanzar una puntuación igual o mayor de 4 sobre 5 puntos. Otras áreas a monitorizar son los tiempos de espera en los filtros de seguridad (el 95% del pasaje espera menos de 10 minutos, tiempo que se quiere reducir), la disponibilidad de equipos e instalaciones en el terminal (equipos electromecánicos, tratamiento de equipajes, conexión entre terminales, *fingers*, que deben estar operativos el 99% del tiempo) y los servicios CNS (comunicaciones, navegación y vigilancia aérea, que deben estar operativos el 100% del tiempo).

En el ámbito de las tarifas aeroportuarias, el Plan reafirma la política de asegurar las tarifas más competitivas del entorno como mecanismo de atracción de tráfico. Aena inició en 2017 una bajada de tarifas (las reducirá un 11% hasta 2021, a una media del 2,2% por año) que está dando resultados. Según datos del Plan, el coste de escala (conjunto de costes desde que una aeronave inicia su aproximación a un aeropuerto hasta que despega del mismo, incluidas las tasas y servicios que debe pagar la aerolínea) de los dos principales aeropuertos españoles es, con diferencia, el más bajo de Europa, lo que se traduce en las tarifas más competitivas y, por tanto, en una mayor eficiencia frente a los competidores europeos.

Desarrollo de soluciones digitales y tecnologías innovadoras

El Plan Estratégico hace una importante apuesta por el desarrollo de la innovación como garantía de crecimiento y competitividad de la compañía, citando expresamente la digitalización de procesos. Aena trabaja en el campo de la I+D+i desde hace años y su esfuerzo inversor ha cristalizado en varios proyectos orientados a optimizar la productividad de la compañía, entre otros los relativos a la mejora de la seguridad de personas e instalaciones, el ahorro y la eficiencia energética, la gestión de emergencias, la planificación o la optimización de los procesos de gestión y de operaciones.

En esta apuesta, las nuevas tecnologías deben mejorar la experiencia del pasajero a su paso por los aeropuertos, así como optimizar los procesos aeroportuarios para maximizar la capacidad y reducir los costes. Entre las soluciones tecnológicas que el Plan menciona figura la implantación de la biometría y la identidad digital para crear un tránsito de pasajeros sin paradas en los procesos de facturación, control de seguridad, embarque y control de pasaportes que se realizan en los aeropuertos.

Minimización de la huella ambiental

La estrategia para el próximo trienio también promueve la sostenibilidad ambiental de la actividad de Aena, en línea con las políticas globales de lucha contra el cambio climático. En este sentido, el Plan Estratégico respalda la integración de la variable ambiental en el modelo de negocio de la compañía y en la toma de decisiones de la gestión aeroportuaria. En los últimos años Aena ha realizado avances en este campo en cuestiones como la reducción de emisiones de CO^2 y de residuos, la mitigación del impacto acústico o la promoción de la eficiencia energética y las energías renovables.

Ahondando en esta política, el Plan se ha marcado como meta para 2021 minimizar la huella ambiental de la actividad de la compañía mediante el cumplimiento de varios objetivos sectoriales: la reducción del 30% de las emisiones de CO2/ATU que produce Aena (ATU: parámetro que genera la actividad de un aeropuerto, combinando operaciones, pasajeros y volumen de carga anual), la reducción del 17'5% del consumo eléctrico/ATU, la consecución de una cuota del 60% de abastecimiento energético procedente de energías renovables, la insonorización de 29.000 viviendas, la reducción del consumo de agua, el control para la reducción de residuos o la elaboración de un plan de gestión de biodiversidad. Todos estos objetivos están incardinados en la estrategia de cambio climático que elaborará la compañía.

Rediseño y optimización de la oferta comercial

Tras la actividad aeronáutica, la segunda gran área de ingresos de Aena son los servicios comerciales, encuadrados en el negocio no regulado. En este ámbito, la compañía ha trabajado en los últimos



▶Aena fomenta la implantación de energías alternativas para reducir la huella ambiental de su actividad. En la imagen, paneles solares y aerogenerador eólico en el aeropuerto de La Palma.

Índice



Índice



▶Espacio *Duty Free* del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

años en la modernización y ampliación de la oferta comercial de sus aeropuertos, lo que se ha traducido en un significativo crecimiento de los ingresos por este concepto, hasta superar los 1.000 M€ en 2017, pese a que los ingresos por pasajero continúan por debajo de la media europea. Pese a esta positiva evolución, aún se aprecian oportunidades de negocio que se pueden aprovechar.

El Plan potenciará la oferta comercial para aumentar los ingresos por pasajero

Con ese fin, el Plan proyecta una serie de actuaciones para incrementar los ingresos por pasajero. Una de las más relevantes es el rediseño de los espacios comerciales en los principales aeropuertos, con medidas orientadas a ganar espacio para tiendas, mejorar el posicionamiento del segmento Duty Free o reconfigurar los flujos para propiciar el tránsito por las zonas comerciales. En total, se actuará sobre 19.100 m^2 de la red, particularmente en los aeropuertos de Madrid-Barajas, Palma de Mallorca, Tenerife Sur, Barcelona-El Prat, Sevilla y Fuerteventura. Como segunda actuación, se implantará un plan para mejorar el rendimiento comercial de las tiendas Duty Free, actuando sobre la política de precios, los diseños de las tiendas o la interacción digital con el cliente. Como tercera actuación, se extenderá el exitoso modelo actual de restauración al resto de aeropuertos. Las últimas actuaciones previstas son un plan para optimizar las tiendas especializadas y una nueva plataforma de digitalización que fidelice y guíe al pasajero a su paso por las instalaciones y le muestra la variedad de oferta comercial y de servicios.



Vista aérea del aeropuerto de Barcelona-El Prat, con terrenos libres en los costados del recinto.

Aprovechamiento de suelos disponibles para crear una oferta inmobiliaria

Mediante esta línea de acción, que supone la creación de un modelo de negocio de futuro, Aena trata de aprovechar la existencia en los recintos aeroportuarios y su entorno de más de 2.000 hectáreas de suelos libres y con alto potencial de desarrollo, sobre todo en los aeropuertos Adolfo Suárez Madrid-Barajas y Barcelona-El Prat, para establecer nuevas zonas logísticas y áreas de actividad comercial, hotelera, de oficinas y negocios, como ocurre en otros aeropuertos europeos. Para este desarrollo inmobiliario, Aena, a través de su filial inmobiliaria, aportará el suelo o el derecho de uso y se aliará con socios privados que aportarán la financiación y el *know how*, cuya selección se iniciará en la segunda mitad de 2019. Según el presidente de Aena, estos proyectos "serán los más importantes del sector inmobiliario español durante los próximos años" y han captado ya la atención de compañías interesadas en trasladar allí sus sedes. De hecho, Enaire y la propia Aena llevarán sus sedes corporativas al aeropuerto madrileño y a su entorno, respectivamente.

En concreto, el Plan Inmobiliario de Madrid-Barajas abarca 920 hectáreas y prevé una edificabilidad de casi 2,7 millones de m^2, con una inversión de casi 3.000 M€ en 40 años. La propuesta de usos inmobiliarios pone el foco en la logística, la creación de una ciudad aeroportuaria (oficinas y hoteles) y un centro comercial, así como en la carga. Por su parte, el Plan Inmobiliario de Barcelona-El Prat contempla una superficie de 328 hectáreas, la edificabilidad de 1,5 millones de m^2 y una inversión de 1.300 M€ en 20 años. Su objetivo es consolidar el aeropuerto como un polo de servicios y economía digital, siendo las oficinas y el *e-commerce* las áreas con mayor superficie construida.



Aeropuerto de Luton (Inglaterra), principal activo de Aena en el exterior.

Impulso a la expansión internacional

Aena inició su actividad internacional en 1997 y desde entonces ha incrementado su presencia en el exterior, participando hoy en la gestión y operación de 17 aeropuertos en Europa y América: Luton (Reino Unido), 12 aeropuertos en México, Montego Bay y Kingston (Jamaica) y los colombianos de Cartagena de Indias y Cali, que en conjunto movieron 66,5 millones de pasajeros en 2017. El Plan Estratégico pretende aprovechar esta posición privilegiada para relanzar la expansión internacional de la compañía, con la puesta en marcha de dos planes de actuación que requerirán un esfuerzo inversor moderado. Por un lado, la consolidación y desarrollo de los activos ya operados en el exterior, mediante la extensión o renovación de las concesiones y/o el incremento de la participación (Luton, México y Colombia). Y por otro, la vigilancia del mercado en busca de oportunidades para la adquisición de nuevos activos internacionales, con el foco puesto sobre Latinoamérica y Europa, además de explorar otros mercados en Asia, Oriente Medio y Norteamérica. En este sentido, Aena analiza actualmente varios aeropuertos en Cuba y las próximas concesiones en Colombia, así como el aeropuerto de Sofía (Bulgaria). Este proceso se realizará mediante estructuras societarias con mayoría accionarial de Aena y apoyo de socios locales y/o financieros en los mercados objetivo y con minoría o co-control en los nuevos mercados. Con estas medidas, el Plan pretende que la actividad internacional contribuya a la cuenta de resultados de la compañía en un porcentaje significativo.

Asignación de recursos de capital

Con unos ingresos consolidados (4.028 M€ en 2017, 4.244 M€ estimados en 2018 y 4.362 M€ estimados en 2019) y unos beneficios netos en crecimiento en los últimos años, el Plan Estratégico prosigue con su política de disciplina en costes, que contribuye a preservar unas tarifas competitivas. Al mismo tiempo, la compañía mantiene el compromiso adquirido con el accionista, continuando con una política de retribución consistente en la distribución como dividendo del 80% del beneficio neto individual anual generado por la empresa para los próximos tres años (2018, 2019 y 2020).

De acuerdo al Plan, Aena posee un modelo de negocio robusto a corto plazo, con un nivel de generación de flujo de caja positivo, por encima del resto del sector, un negocio comercial protegido frente a cambios de ciclo y una posición muy sólida frente a la moderación del tráfico aéreo en Europa. A largo plazo se prevé un contexto atractivo para la compañía, dadas las buenas perspectivas de crecimiento de tráfico aéreo, el buen posicionamiento del mercado español y un marco regulatorio que



El Plan aspira a mejorar los flujos y la experiencia del pasajero en los aeropuertos. En la imagen, tránsito de viajeros en el aeropuerto de La Palma.

aena en cifras *

Aeropuertos españoles en propiedad	46
Helipuertos españoles en propiedad	2
Aeropuertos internacionales. Gestión y/o participación	17
Capacidad estimada de la infraestructura en pasajeros	335.000.000
Volumen global de pasajeros atendidos	315.600.000
Volumen de pasajeros en aeropuertos españoles	249.200.000
Volumen de pasajeros en aeropuertos internacionales	66.500.000
Vuelos gestionados en la red española	2.174.300
Empleados	8.234

*Cifras de 2017. Fuente: Plan Estratégido 2018-2021.

garantiza visibilidad y predictibilidad, y que asegura la generación de valor a través de la inversión.

Personas y talento

La última línea de acción se refiere al principal activo de la compañía, el equipo humano que forma parte de la empresa. En este ámbito, Aena trabaja para adecuar la organización a los retos futuros del sector, desarrollando medidas para retener el talento, potenciando la formación para el desarrollo de capacidades, apoyando la transformación digital de los empleados y definiendo una estructura organizativa óptima. El objetivo es formar un equipo con experiencia en nuevos negocios, digitalización e internacionalización.

Javier R. Ventosa / Fotos: AG Aena

El proyecto Hyperloop en España



Zeleros

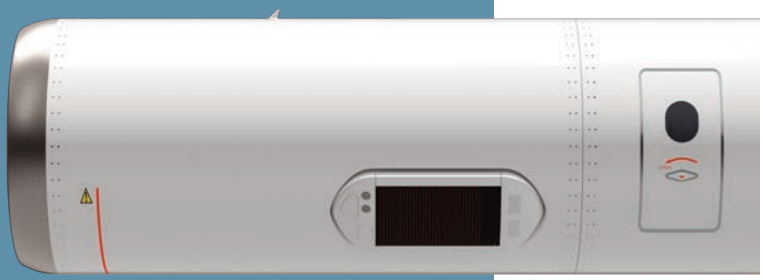
Índice

Llega el tren del futuro



▶Tubo proyectado por Zeleros.

Ultra rápido, ecológico y silencioso: así será el tren de alta velocidad del futuro. Se trata de Hyperloop, la cápsula que se desplazará, ajena al rozamiento, dentro de tubos a baja presión y a una velocidad de hasta 1.200 kilómetros por hora - dos o tres veces más rápido que el tren más veloz -. Una cifra sólo posible gracias a la ausencia de resistencia aerodinámica, la mayor rémora de los objetos en movimiento.



▶Detalle del prototipo de TransPod Hyperloop.

La nueva tecnología ha sido ideada por el fundador de Tesla y SpaceX, Elon Musk, que la dio a conocer en 2013 refiriéndose a ella como "el quinto medio de transporte". Desde que Musk presentó un primer estudio que planteaba una ruta entre Los Ángeles y la Bahía de San Francisco - 550 km -, que podría realizarse en sólo 35 minutos, se ha convertido en un proyecto de largo recorrido en cuyo desarrollo intervienen numerosos equipos interdisciplinares que debaten distintas propuestas y diseños.

Ha transcurrido poco tiempo desde entonces pero ya hay en marcha todo un plan en el que participan compañías de los cinco continentes y en el que los investigadores pueden participar libremente gracias a que Musk decidió que Hyperloop fuese un proyecto de hardware abierto - similar al concepto del código abierto del software, pero en el mundo del hardware -, en el cual cualquier compañía puede acceder a los diseños que otras empresas están realizando y trabajar sobre ellos para mejorarlos. Además, desde las compañías de Musk se han promovido concursos para que empresas, ingenieros y estudiantes propongan sus modelos de cápsulas y de los sistemas que habrán de moverlas con el fin de mejorar al máximo la tecnología de Hyperloop.

El Ministerio de Fomento, a través del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF), en sintonía con sus políticas encaminadas a la mejora de los sistemas de transporte y la eficiencia ener-



▶Tubo TransPod Hyperloop



Zeleros

Interior del prototipo de Zeleros.

gética, ha puesto interés en este proyecto de tecnología punta y participará en el proceso de puesta en marcha del nuevo sistema, mediante el Protocolo General de Actuación, firmado en agosto de 2018 por Isabel Pardo de Vera, presidenta ADIF y Rob Lloyd, el CEO de la estadounidense Virgin Hyperloop One, una de las compañías que trabajan en el desarrollo del nuevo modo de transporte. En el acuerdo, ambas partes se han comprometido a instalar el Centro de Pruebas y Desarrollo de Hyperloop One en España utilizando para ello la nave de experimentación que ADIF tiene en Bobadilla (Málaga) y a la implantación en él de una plataforma de innovación de alta tecnología para desarrollar, probar y validar los componentes de este sistema.

La inversión prevista por parte de la compañía americana es de unos 500 millones de dólares, supeditada a obtener 126 millones de euros procedentes de ayudas públicas a I+D+i. La nave que ADIF pondrá a disposición del proyecto cuenta con una superficie suficiente para acoger una zona de fabricación y un espacio dedicado a equipos de pruebas de hardware, en total más de 19.000 m2. Conllevará innovación en técnicas de levitación magnética, seguridad en túneles, resistencia de materiales, electrónica, y en telecomunicaciones y telemática.

A día de hoy, Hyperloop se encuentra en pleno desarrollo, tanto en el diseño y fabricación de las cápsulas como en lo referente a la definición de la estructura tubular por la que discurrirán. Una estructura que se plantea construir sobre pilares o bajo tierra, lo que aportará tres ventajas: ausencia de cruces a nivel (uno de los principales riesgos del transporte ferroviario); inmunidad total frente inclemencias meteorológicas y un bajísimo impacto medioambiental, dado que será mínimamente invasivo con el entorno.

Ecológico y seguro

El concepto de Hyperloop está a medio camino entre el tren de pasajeros y el sistema de tubos neumáticos utilizado desde principios del siglo XIX en muchas ciudades para trasladar documentos y pequeños paquetes dentro de un edificio. Los do-



TransPod

▶Infraestructura de TransPod Hyperloop.

cumentos son impulsados por aire a presión mientras se hace el vacío por delante de ellos, sistema aun hoy utilizado en centros comerciales, hospitales o centrales de correos para el mismo fin.

El sistema de impulsión esta vez se hará, a gran escala, mediante motores lineales de inducción localizados a lo largo del tubo. Una de las ventajas será que sólo requiere energía - bien sea solar, eólica u otros sistemas alternativos instalados en su misma estructura - para una parte de la vía ya que puede extraerla de las fuentes disponibles a lo largo de la ruta, libre por tanto de emisiones directas de carbono.

La seguridad y la confortabilidad de los pasajeros es uno de los objetivos prioritarios para evitar algunos de los problemas planteados, a saber: los



altos niveles de ruido en el interior debido al aire comprimido y conducido alrededor de la cápsula a velocidades casi ultrasónicas; la posible existencia de vibración en el interior; o la posibilidad de que el terreno pueda desplazarse provocando sacudidas o mayores vibraciones. En materia de seguridad se están probando múltiples técnicas para provocar un frenado inmediato del vehículo en caso de emergencia, y para dotar a las cápsulas con un conjunto de sistemas de soporte vital y también con capacidad para volver a presurizar el tubo si fuera necesario. En caso de despresurización, cada cápsula se autogestionaría para llevar a los viajeros al punto de evacuación más cercano, ya que disponen de ruedas para transportarse.

Visión de futuro

Entre las compañías empeñadas en el desarrollo de este proyecto, además de las empresas de Elon Musk (Tesla, SpaceX y The Boring Company), están las estadounidenses Virgin Hyperloop One, Hyperloop Transportation Technologies (HTT) y Arrivo; la canadiense TransPod, la española Zeleros, la india DGWHyperloop, o la holandesa Hardt Global Mobility. Tesla está desarrollando las cápsulas que se están probando en las instalaciones de SpaceX, y The Boring Company está dedicada a construir los túneles por los que discurrirán aquellas. Paralelamente, Virgin Hyperloop One, HTT y TransPod aceleran para liderar esta carrera hacia el futuro.

Virgin Hyperloop One, en la que trabajan cerca de 300 empleados, tiene su sede en el Campus de Innovación en Los Ángeles y su campo de pruebas en el parque industrial Apex North Las Vegas (Nevada). Tras construir su prototipo de cápsula y de estructura tubular, actualmente está trabajando con gobiernos e inversionistas de todo el mundo para establecer acuerdos comerciales que hagan realidad su sistema Hyperloop One. Su primer ensayo en vivo se realizó en 2016, demostrando que su motor eléctrico lineal podía propulsar un trineo de 0 a 177 Km por hora en poco más de un segundo. Entre sus objetivos está el de estudiar con distintos organismos de todo el mundo rutas potenciales y avanzar en los primeros proyectos. Entre los países con los contactos más avanzados está Estados Unidos, Arabia Saudí, Emiratos Árabes Unidos e India (en este país han anunciado que prevén finalizar su primera línea en 2026), y en Europa también ha habido reuniones de trabajo de alto nivel con los gobiernos de Finlandia y Países Bajos, Rusia y Suiza.

Por su parte, HTT fundada en Playa Vista (California) y con laboratorio en Toulouse (Francia), también cuenta con un prototipo de cápsula de pasajeros y tiene en marcha un pequeño circuito en Quay Valley, cerca de Nevada, y están en marcha, en Francia, sus dos primeras pistas para probarlo que espera esté listo en cinco años. Más de 800 in-



▶Trabajos en talleres.del tubo Hyperloop One.



▶Prototipo de Virgin Hyperloop One.



▶Trabajos de ensamblaje del tubo Hyperloop One.



▶Interior del tubo Virgin Hyperloop One.



▶Prototipo de Virgin Hyperloop One entrando en tubo.

vestigadores, pertenecientes a entidades de todo el mundo, colaboran en HTT a través de teleconferencias periódicas en las que se plantean propuestas y soluciones a los problemas que presenta el proyecto. Recientemente, Hypertube, el instituto coreano de investigación del ferrocarril, ha decidido aliarse con HTT para culminar su objetivo: el tren supersónico coreano con una velocidad de 1.000 Km/h que conectaría Busan y Seúl, y para el que ya cuenta con un prototipo.

Tecnología española

La primera cápsula, a tamaño real (32 metros de longitud, cinco toneladas de peso, con capacidad para unos 40 viajeros, y con un diseño ultra aerodinámico) denominada HyperloopTT, ha sido fabricada por la firma aeroespacial Carbures (ahora Airtificial tras su fusión con Inypsa) para HTT, y fue presentada en Cádiz en octubre de 2018. El 90% de la cápsula está hecha de un material creado al efecto con un compuesto de doble capa a base de fibra de carbono, ocho veces más resistente que el aluminio. El siguiente paso se produce en Toulouse (Francia), donde se ensamblan las piezas de su interior y continúa el proceso constructivo.

En la actualidad, Airtificial trabaja en la segunda cápsula prototipo para HTT. Tras la construcción del prototipo de tubo instalado en Toulouse, de 630 metros de longitud, la compañía ha recibido también el encargo de construir un tramo de tubo de 5 Km de longitud con multitud de sensores que monitorizarán en todo momento el comportamiento del vehículo. Su destino final será Abu Dhabi, primera parada de la ruta que se planea para unir la capital de Emiratos Árabes Unidos con la cercana Dubái, separadas por 140 kilómetros que se podrán recorrer con el nuevo tren en unos 12 minutos.



TransPod

▶Tubo diseñado por TransPod Hyperloop.

España también está presente a través de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV). Dos equipos de investigadores españoles han participado en el concurso lanzado por Elon Musk para desarrollar prototipos: Gaia, de la Fundación Universidad-Empresa e Hyperloop UPV. Este último equipo obtuvo en 2016 el premio al Mejor Diseño de Concepto y al Mejor Subsistema de Propulsión/Compresión y consiguieron ser uno de los tres únicos europeos que recibieron un premio en el concurso en el que compitieron con más de 130 equipos. Además, Hyperloop UPV participó en las competiciones de fabricación del primer prototipo Hyperloop de España, el Atlantic II, que fue presentado en Los Ángeles en 2017, y ese mismo año la UPV inauguró el primer tubo de pruebas en España para hacer ensayos en estático y en julio de 2018, mostró su segundo prototipo español, el Valentia, también en Los Ángeles.

Paralelamente, los equipos universitarios españoles fundadores del equipo Hyperloop UPV crearon en 2016 la compañía Zeleros, con el objetivo de llevar a cabo su propio sistema Hyperloop a nivel



TransPod

▶Diseño de estación de TransPod.

Índice

Una ubicación estratégica

El proyecto de crear en España un Centro de Pruebas y Desarrollo I+D para el desarrollo de Hyoperloop One, supone una plataforma extraordinaria para la alta tecnología en nuestro país que ya ha sido elegido por la compañía americana Virgin Hyperloop One –atendiendo al liderazgo español en materia de transporte de alta velocidad y a la probada experiencia en ingeniería de infraestructuras de ADIF– para el desarrollo y la fabricación de los prototipos comerciales de su proyecto.

Sus responsables lo han afirmado: España es líder en el sector del transporte, por lo que supone un lugar ideal para albergar un centro de I+D como éste. Opera la segunda infraestructura ferroviaria de alta velocidad más larga del mundo; es el segundo mayor fabricante de automóviles y cuenta con el quinto sector aeroespacial más grande de Europa. Además, la región andaluza tiene un excelente ecosistema y una amplia base de talento altamente cualificado. Con más de 9.000 empresas en transporte y logística, el segundo clúster aeroespacial más grande de España en Andalucía que cuenta con 20.000 empleados en I + D, se está posicionando como un polo para los sectores del transporte y aeroespacial a nivel global.

Además de las acciones previstas en el Protocolo firmado entre ADIF y Virgin Hyperloop One, el Centro de Pruebas también prevé albergar los trabajos para el desarrollo y validación de componentes del sistema que se tiene la intención de que permanezca en España dando soporte a las operaciones, el mantenimiento y la expansión internacional del sistema actualmente en desarrollo.

Estamos, además, ante una ubicación estratégica, dado que permitirá aprovechar las sinergias derivadas del cercano Centro de Tecnologías Ferroviarias (CTF) del municipio malagueño de Campanillas, que acoge a The Railway Innovation Hub, del que forman parte 60 empresas relacionadas con la industria ferroviaria, con el objetivo común de impulsar la tecnología e innovación del sector a nivel internacional.

Por otra parte, la instalación del Centro de pruebas en España dará lugar a importantes oportunidades comerciales de alto valor e impulsará el crecimiento económico en la región. En el ámbito del empleo, se calcula que facilitará la generación de 250 puestos de trabajo directos y de alta cualificación en los próximos cinco años, y de centenares de puestos indirectos mediante la creación del ecosistema necesario para la fabricación de sistemas Hyperloop a nivel mundial.

Las partes que han rubricado el protocolo colaborarán para la implantación de este ecosistema que permitirá a las empresas exportar sus habilidades y productos a otros países donde se comercializan los proyectos de Virgin Hyperloop One.

comercial, y que actualmente trabaja en la primera pista de pruebas a escala media, con una longitud de 2 kilómetros, situada en Parc Sagunt (Valencia), en la que realizará las primeras pruebas dinámicas de su sistema de transporte. Además, plantea la creación de una pista de pruebas a escala real que pueda ser utilizada por las diferentes empresas europeas con el objetivo, no sólo de probar el funcionamiento y seguridad de los vehículos, sino también para establecer un estándar común que evite problemas como los ocurridos en el ferrocarril por los diferentes anchos de vía. Ya se han realizado pruebas en Nevada, donde se alcanzaron velocidades cercanas a los 440 km/h, esperan testear su tecnología este mismo año y aproximadamente en cinco años (dependiendo de la regulación de cada país) se pueda ver el Hyperloop español en funcionamiento. Por otra parte, Renfe ha seleccionado a Zeleros, en el marco del programa de aceleración de 'startups' que tiene en marcha junto con Telefónica.



▶Tubo sobre pilares de TransPod Hyperloop en Highway 401, Alberta (Canadá).

TransPod

Acelerando en la misma carrera hacia el futuro del transporte mundial, también está la canadiense TransPod que diseña su propio sistema Hyperloop y que difiere de otras propuestas, por ejemplo, en que propone campos electromagnéticos móviles para impulsar las cabinas, similares a un avión sin alas, con levitación estable desde la superficie inferior, en lugar de aire comprimido. Esta compañía con sede en Toronto plantea una plataforma de pruebas cerca de Limoges (Francia) y está estudiando posibles rutas como la estudiada entre Toronto y Montreal, 550 Km unidos actualmente por la Highway 401, la carretera más congestionada de Norteamérica. Su diseño a gran escala ya fue presentado en 2016 en el InnoTrans Rail Show de Berlín. También planea construir un centro de desarrollo e innovación en Bari, al sur de Italia, donde se encuentra su inversionista número uno, y busca emplazamientos en Francia y Canadá a fin de desarrollar su prototipo a tamaño real para 2021.

La otra compañía estadounidense empeñada en el mismo objetivo de construir un tren ultra rápido, es Arrivo, fundada en Los Ángeles en 2017. Su propuesta plantea cápsulas que se muevan en un tubo sellado a baja presión, casi vacío, con una tecnología que se acerca más a la levitación magnética. El año pasado presentó un proyecto para construir una ruta hasta el Aeropuerto Internacional de Denver.

Por su parte, India participa a través de DGWHyperloop, una pequeña compañía, fundada en 2015, que actualmente trabaja en la creación de un corredor entre Dehli y Mumbai llamado Delhi Mumbai Hyperloop Corridor (DMHC), a la vez que busca alianzas gubernamentales y comerciales para desarrollar sus investigaciones.

Y de vuelta a Europa, Hardt Global Mobility es la empresa holandesa que se ha sumado a la carrera por el quinto medio de transporte, creada en 2016 por miembros del equipo TU Delft Hyperloop que ganó el SpaceX Pod Competition. Actualmente la empresa está desarrollando un centro para probar Hyperloop a escala completa en Delft, Holanda.

Julia Sola Landero

Eficiencia energética contra el cambio climático



Estación de Villaverde (Madrid).

Índice



Hacia un tren más sostenible

La eficiencia energética y el uso de energías limpias para la reducción de las emisiones de efecto invernadero, son objetivos transversales del Ministerio de Fomento, por lo que están presentes en todas las acciones impulsadas por éste e incluidas en su Plan de Innovación.

En cumplimiento de esos objetivos por la defensa del planeta, se ha dado un paso importante hacia un nuevo modelo de movilidad: la aprobación y puesta en marcha por Adif y Adif Alta Velocidad del Plan Director de Lucha contra el Cambio Climático 2018-2030. Elaborado conjuntamente con Renfe, este Plan engloba y supera los anteriores programas relacionados con esta materia, y recoge un exhaustivo conjunto de acciones dirigidas a cambiar el modelo del sistema ferroviario y todo el sector del transporte en España.

Este documento, que sienta las bases de la renovación del sistema ferroviario español hacia un modelo más sostenible, se articula en torno a cuatro líneas estratégicas que se concretan en nueve programas, 20 medidas y 76 proyectos. Todo un conjunto de acciones para el ahorro de energía y la descarbonización de las infraestructuras ferroviarias, y para el desarrollo de proyectos de innovación tecnológica que sustituyan el uso de combustibles fósiles por alternativas ecológicas - sea gas natural licuado, pilas de hidrógeno o energías renovables -. El Plan cumple con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, cuyo fin es adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos; y también está en sintonía con las políticas europeas de cara a 2030 y 2050, establecidas para cumplir con el objetivo del Acuerdo de París: evitar que la temperatura media global del planeta se incremente más de 2ºC respecto a los niveles preindustriales.

Estamos ante un programa de actuaciones que pretende rentabilizar y potenciar una de las mayores ventajas del ferrocarril: ser el medio de transporte que menos emisiones de CO_2 produce, comparado con el transporte en carretera o aéreo. Este dato



▶Aparcamiento de la estación de Albacete.

Índice



▶Aparcamiento de la estación de Albacete.

viene avalado por la Agencia Internacional de la Energía, que indica que, siendo el transporte responsable del 23% de los gases de efecto invernadero, las emisiones de CO_2 específicas del ferrocarril se han reducido más de un 63% para viajeros y un 48% para mercancías, desde 1975 hasta ahora. Datos que certifican que el tren, a pesar de su longeva trayectoria, sigue estando a la vanguardia en eficiencia energética y respeto al medio ambiente. En tiempos en los que se requieren acciones que promuevan la cultura de la sostenibilidad y un posicionamiento claro con respecto al cambio climático, el avance que supone el conjunto de medidas puestas en marcha por Adif, Adif Alta Velocidad y Renfe, supone también asegurar el futuro del ferrocarril, adaptándolo a las nuevas exigencias que se plantean a nivel global con respecto al uso de las energías contaminantes.

Partiendo de esa ventaja previa del ferrocarril, el Plan Director prevé que, gracias a la mayor utilización que se espera del tren, fruto de la mejora de la red ferroviaria contemplada en el propio Plan, disminuirán las emisiones en el conjunto del transporte nacional en 5.300 GW/h hasta 2030. Medidas que supondrán una reducción de emisiones acumuladas de un millón y medio de toneladas de CO_2 en el mismo período. El Plan también contempla entre sus actuaciones la compra de energía eléctrica verde (con certificados de Garantía de Origen), lo que permitirá la reducción de emisiones acumuladas de otros siete millones de toneladas de CO_2 de aquí a 2030.

Estrategias

La primera de las cuatro líneas estratégicas del Plan, está enfocada a mejorar la gestión de la energía a través de dos programas específicos y ocho medidas para el ahorro energético. Como ejemplo, la puesta en marcha de la Plataforma de Gestión Energética para la Operación Ferroviaria, la telegestión de combustible de tracción, o la implantación de una red inteligente de energía en el sistema ferroviario de alta velocidad; un campo de trabajo éste último, en el que Adif recibió, en diciembre de 2018, uno de los premios a la innovación y tecnología para la eficiencia energética en la era digital, EnerTIC 2018, por la puesta en marcha del proyecto Rail Smart Grid: una red eléctrica inteligente que, empleando tecnologías punteras, permite conseguir ahorros de un 10% de energía eléctrica en su red AVE, lo que supone evitar la emisión de unas 23.500 toneladas de CO_2 al año.

> Estamos ante un programa de actuaciones que pretende rentabilizar y potenciar una de las mayores ventajas del ferrocarril: ser el medio de transporte que menos emisiones de CO_2 produce

La segunda línea estratégica, dirigida a la mejora de la eficiencia energética, se desarrollará mediante seis medidas agrupadas en dos programas: uno dirigido a mejorar la eficiencia de los vehículos y el otro a mejorar la de estaciones, talleres y edificios destinados al servicio ferroviario. Uno de los proyectos más importantes es el de implementar los sistemas de devolución de energía por frenado regenerativo en líneas de corriente continua, mediante la instalación de convertidores en las subestaciones eléctricas de la red convencional; otra de las acciones previstas son las encaminadas a la mejora de las instalaciones de iluminación, climatización y equipos de elevación en todo el sistema ferroviario.

La tercera línea agrupa cuatro programas: la electrificación de líneas y el fomento del uso de tracción eléctrica o de bajo contenido en carbono; la hibridación y sustitución de combustible en trenes; la promoción de energías renovables; y el fomento de la transferencia modal al ferrocarril. Entre los proyectos previstos en este grupo, se encuentran la electrificación de líneas como la de Salamanca-Fuente de Oñoro, Bobadilla-Algeciras, Zaragoza-Teruel-Sagunto y Guillareui-Tui-Frontera Portuguesa; la compra de energía eléctrica verde con certificados de Garantía de Origen; o el empleo de energía solar fotovoltaica en edificios de oficinas y talleres. Y además, se prevé desarrollar estrategias comerciales para promover el cambio modal al ferrocarril, como forma de incentivar el uso del ferrocarril frente a otros modos de transporte. Un objetivo que es común denominador en el conjunto del Plan Director: que el tren sea la opción preferida para viajeros y transporte de mercancías.

Y por último, el desarrollo de la cultura contra el cambio climático. Es la cuarta línea estratégica y



▶Estación de Santiago de Compostela

pasa por desarrollar un programa que se llevará a cabo a través de acciones como el cálculo de la huella de carbono y diversas campañas de sensibilización sobre movilidad sostenible y eficiencia energética del ferrocarril. Objetivo: concienciar a trabajadores y actores sociales del sector, de que cada gesto cuenta a la hora de luchar contra el cambio climático.

Energía y frenado regenerativo

La recuperación de la energía generada con la aplicación del sistema de frenado regenerativo, y su aprovechamiento y almacenamiento, están en un lugar destacado en las estrategias de innovación ferroviarias del Ministerio de Fomento. Un sistema que permite la devolución de la energía de frenado tanto a la red de distribución como a las instalaciones ferroviarias, y reduce las necesidades energéticas del transporte ferroviario.

Al contrario de lo que ocurre con las líneas de alta velocidad, que al emplear corriente alterna devuelven la energía a la red eléctrica de suministro de manera natural, en las líneas convencionales que emplean corriente continua, la devolución de esta energía no puede ser realizada sin un sistema específico que lo permita, dado que sin él, la energía generada en el frenado sólo puede aprovecharse por otros trenes que se encuentren en la misma sección eléctrica, y el resto de energía no aprovechada se pierde. Por ello, en las redes ferroviarias con corriente continua, como son las líneas convencionales de Adif, es necesario incorporar en las subestaciones de tracción un equipo inversor que permita convertir la corriente continua en alterna y de esta forma devolverla a la red para su uso por otros consumidores. De este modo, la subestación normal se convierte en reversible.

En el kilómetro 18,650 de la línea de Cercanías Málaga-Fuengirola, en la subestación de Arroyo

Ferrolineras

Entre las acciones de Adif dedicadas a la innovación y al desarrollo tecnológico para la sostenibilidad y eficiencia energética, destaca la ferrolinera, un proyecto pionero en el mundo. Consiste en un sistema para recargar las baterías de vehículos eléctricos mediante una red de puntos de recarga conectados a la red de distribución de Adif, en estaciones y aparcamientos. El sistema suma la energía recibida de distintas fuentes, la almacena y la pone de nuevo en circulación. Sin comprometer el funcionamiento del ferrocarril, aprovecha la energía eléctrica procedente de las subestaciones que alimentan la catenaria; almacena la energía limpia generada mediante la aplicación del frenado regenerativo de los trenes; y le suma la energía fotovoltaica recogida en las marquesinas de los aparcamientos de algunas estaciones dotadas de paneles fotovoltaicos. Además, el sistema cuenta con un gestor de control que establece las consignas predeterminadas que cargan al coche eléctrico, teniendo así una auténtica red eléctrica inteligente.

Estamos ante un proyecto, patentado por Adif, que potencia el intercambio entre distintos modos de transporte, al incorporar el vehículo eléctrico al espacio de influencia ferroviario. Sus posibilidades de crecimiento son muy grandes, dado que sería posible instalar puntos de carga en toda la red ferroviaria española, que suma más de 1.500 puntos susceptibles de aprovechamiento por el sistema. Por tanto, la red ferroviaria podría convertirse en el mayor suministrador de puntos de recarga para vehículos eléctricos en España.

Actuamente hay dos ferrolineras de Adif, una en la estación de Málaga María Zambrano y otra en el Centro de Tecnologías Ferroviarias (CTF), ambos utilizados ya de forma habitual por usuarios de vehículos eléctricos. Este servicio se ha integrado en la red de puntos de recarga de la ciudad a través de la app Electromaps. De este modo, los usuarios pueden conocer en todo momento la disponibilidad de la ferrolinera para recargar su vehículo y efectuar el pago por su uso.

En diciembre de 2018, también entró en servicio un sistema de recarga rápida. Se trata del proyecto Área CERO2 Adif para Málaga, con el que se han actualizado los prototipos ya existentes y conformado el punto de recarga de última generación. El nuevo cargador rápido permite hasta dos recargas simultáneas: una a través de los conectores Chademo o CCS Combo (hasta 50 Kw en corriente continua) y la otra en conector estándar (hasta 43 Kw en corriente alterna).

Completará este sistema un segundo punto de recarga rápida en el exterior de la terminal, para lo cual se llevará a cabo una actuación de refuerzo de la acometida y el desarrollo de un convertidor, para un mejor aprovechamiento de la energía de frenado de los trenes, desde los 25.000 voltios en corriente alterna de catenaria a los 400 voltios en corriente alterna de los puntos de recarga.





▶Ferrolinera.

de la Miel (La Comba), Adif instaló un prototipo de sistema recuperador de energía. Un proyecto desarrollado en 2012, pionero en Europa en sistemas ferroviarios de 3.000 voltios en corriente continua. Los estudios y simulaciones previas concluyeron que la incorporación de un equipo recuperador en la subestación de La Comba permitía rescatar un alto porcentaje de la energía generada a lo largo del tramo Málaga-Fuengirola, sin necesidad de instalar equipos similares en el resto de subestaciones del tramo. Se demostraba así su alto grado de eficacia.

La recuperación de la energía generada mediante el sistema de frenado regenerativo y su aprovechamiento, están en un lugar destacado en las estrategias de innovación ferroviarias del Ministerio de Fomento

"Cazador" de energía

El sistema consiste en un doble convertidor conectado a la catenaria, tanto al lado de corriente continua como al de alterna, que permanece a la espera midiendo las tensiones a la entrada y la salida del equipo (es decir, en catenaria y red), y cuando detecta energía recuperable la convierte en corriente alterna de alta calidad que se vuelca a la red trifásica general. A partir de los parámetros fijados en la catenaria, el equipo detecta si hay trenes que están en frenado regenerativo, emite una orden de puesta en marcha del equipo y comienza el proceso de transferencia de energía hacia la red.

El sistema es capaz de detectar las situaciones de frenado regenerativo de los trenes y diferenciarlas de otras posibles subidas de tensión en catenaria. Por tanto, sólo se produce el funcionamiento del convertidor en el caso de frenado regenerativo de trenes. Una vez detectada esa incidencia, el convertidor inyecta la energía desde la catenaria a la red de distribución, controlando la corriente alterna que circula por el mismo y que va a parar directamente a los secundarios de baja tensión del transformador de tracción de la subestación.

Este sistema –un auténtico "cazador" de energía– cuenta con dos ventajas: es autónomo, de manera que puede aislarse en caso de avería sin interrumpir la operativa del sistema; o al revés, en el caso de que se produjera algún cortocircuito en ésta, el equipo no se vería afectado; y, por otra parte, puede utilizarse en los momentos de mayor demanda de consumo retornando energía a la catenaria.

Gracias a este sistema, sólo en 2017, la energía recuperada y vertida a la red alcanzó los 973.886 kWh, en tanto que el ahorro en la factura energética del sistema ferroviario se situó en 71.764,26 euros. De este modo, se redujeron las emisiones de CO_2 en 225 toneladas.

Este sistema se está imponiendo en el conjunto de la red convencional de Adif. Los resultados tan positivos obtenidos en la subestación de La Comba, han llevado a nuevos proyectos en las estaciones de Getafe y Alcorcón (Madrid), Olabeaga (Vizcaya), Guarnizo (Cantabria), Martorell y Arenys del Mar (Barcelona), ya en ejecución, y en noviembre de 2018 se licitó el contrato para la implantación de este sistema, con un presupuesto total de 7.034.587 euros, en seis estaciones más: Tres Cantos, Alcalá de Henares, Pinto y Leganés (Madrid) y Granollers y Castellbisbal (Barcelona). El conjunto de estos proyectos permitirán la recuperación de 18,87 GWh/año, con una reducción de emisiones de 4.364 toneladas de CO_2 anuales y un ahorro económico anual de 1,3 millones de euros.

La energía del AVE

En lo referente a la energía que mueve los trenes AVE, también existen actuaciones para su optimización. Dado que las líneas de alta velocidad, al emplear corriente alterna devuelven la energía a la red eléctrica de suministro de forma natural, Adif cuenta con la autorización del Ministerio para la Transición Ecológica y así compensar, o lo que es lo mismo, para descontar en su factura de energía consumida, la energía devuelta en 20 subestaciones de las líneas de Alta Velocidad de Madrid-Levante y de Madrid-Barcelona-frontera francesa. Durante 2017, la energía devuelta por estas subestaciones fue de 44,3 GWh, un 7,9% de la energía entrante en las mismas, lo que supuso evitar la emisión de 11.430 t de CO_2 y y un ahorro eco-



Farola Solar.

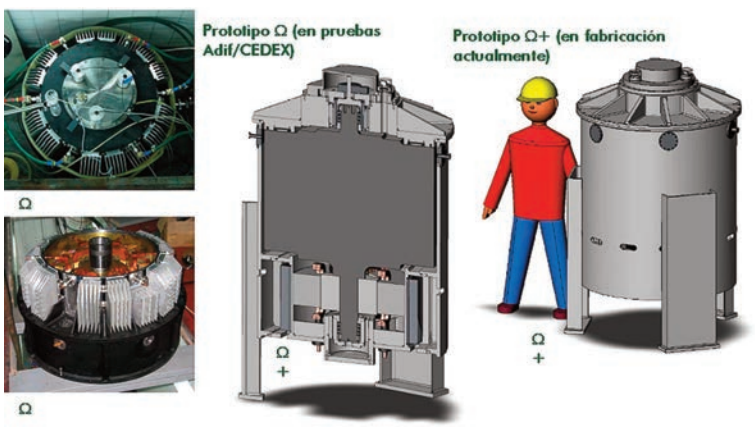
nómico de 2.726.864 euros. Además, se ha recibido autorización previa del citado Ministerio, para que se pueda compensar la energía vertida al sistema en otras seis subestaciones de la red de Alta Velocidad. Se estima que esta energía devuelta y compensada será de 5,4 GWh.

El objetivo de Adif es compensar la energía devuelta por todas las subestaciones de tracción de Alta Velocidad, que alcanza los 80 GWh/año. Esta energía vertida reduciría las emisiones en 20.640 t de CO_2, y supondría un ahorro económico de 4.924.360 euros anuales. Actualmente, se compensa el 55,27% de la energía vertida por las 20 subestaciones AVE mencionadas. Con las seis nuevas subestaciones que se incorporarán próximamente, este porcentaje pasará a ser del 62,02% durante los primeros meses de 2019.

Rail Smart Grid

Cuando la tecnología más puntera se pone al servicio de la eficiencia energética en las redes ferroviarias, estamos ante el proyecto Rail Smart Grid,

Proyecto energía cinética



Índice



▶Paneles solares en vía

que supone la puesta en marcha de la primera red energética inteligente en el sistema ferroviario de alta velocidad. El objetivo de esta red es implantar un sistema que, integrando los desarrollos en ingeniería eléctrica, almacenamiento energético y las tecnologías de la información y comunicación (TICs), proporcionen información relevante para el ahorro y aprovechamiento de energías.

El nuevo sistema se basa en el diseño, parametrización y programación de consignas para la conducción eficiente en las líneas de alta velocidad, con el que se pretende generar un ahorro energético de al menos el 10% respecto a la situación de partida de cada línea.

La clave de este sistema está en unificar y aglutinar datos de consumo, de uso, de estado de funcionamiento de las líneas y sus infraestructuras en cada momento, de forma que todos esos datos del tráfico de energía se integren en un solo sistema de gestión, con el objetivo de realizar un uso eficiente y racional de la energía.

El sistema Rail Smart Grid permitirá evaluar la calidad de la energía vertida a la red procedente del frenado regenerativo; medir el consumo real de todos los consumidores que estén conectados a la red de energía en la línea, alimentada a través de las subestaciones de tracción (edificios, casetas, túneles, calefactores de agujas, puestos de telefonía GSM-R y de operadores de telecomunicaciones, señales laterales, balizas, etc.); y, además, ayudar al mantenimiento de las instalaciones mediante el análisis de las incidencias en todos los puntos de consumo eléctrico de la red.

El ahorro energético previsto con la implantación de este sistema en las líneas de alta velocidad, supondrá una reducción de las emisiones de CO_2 del conjunto del sistema ferroviario de unas 23.500 t al año. Además, Rail Smart Grid contribuye al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 13 de Naciones Unidas, relacionado con la lucha contra el cambio climático.

Los trabajos para implantar esta red inteligente, que comenzarán próximamente con un plazo de ejecución de 20 meses, se han distribuido en siete lotes correspondientes a los corredores de alta velocidad de: Sur (Madrid-Córdoba-Sevilla y Málaga), Noreste 1 (Madrid-Zaragoza-Huesca), Noreste 2 (Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa), Este 1 (Madrid-Valencia), Este 2 (Albacete-Alicante), Norte (Madrid-León-Zamora) y Noroeste (Olmedo-Zamora).

Julia Sola Landero / Fotos: Adif

Monográfico



Adquiérelo en nuestra Librería

Librería del Ministerio de Fomento
Centro de Publicaciones
Plaza de San Juan de la Cruz, 10,
28003 Madrid
Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00
https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web

Índice

Mapa Oficial de Carreteras©

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*



También en el DVD:

1123 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
118 Vías Verdes

Índice

Revista del Ministerio de

Fomento

Noviembre 2018
Nº 688



- Agenda urbana española
- CONAMA Congreso Nacional de Medio Ambiente
- Autovía A-2 en Girona
- Entrevista al Ministro José Luis Abalos

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Sumario staff

2 **Ciudades sostenibles**
Agenda urbana española



12 **Hacia una movilidad sostenible**
CONAMA. Congreso Nacional de Medio Ambiente



24 **Gran capacidad en la Selva**
En servicio un nuevo tramo de la autovía A-2 en Girona



34 **Entrevista al ministro**
José Luis Abalos



40 **Conexión entre dársenas**
En ejecución el acceso ferroviario al puerto exterior de Ferrol



50 **Avión a Murcia**
Nuevo aeropuerto internacional de Murcia



58 **Un ingeniero científico**
Miguel Losada. Premio Nacional de Ingeniería 2018.



Diseño y Maquetación: Chelo Cruz

Elaboración página web:
www.fomento.gob.es/publicaciones.
Concepción Tejedor.

Colaboran en este número:
Jaime Arruz,
Pepa Martín y
Javier R. Ventosa.

Comité de redacción:
Presidencia:
Jesús M. Gómez García.
(Subsecretario de Fomento).

Vicepresidencia:
Angélica Martínez Ortega
(Secretaria General Técnica).

Vocales:
Alfredo Rodríguez Flores
(Director de Comunicación),
Francisco Ferrer Moreno
(Director del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda),
Belén Villar Sánchez
(Jefa del Gabinete de la Subsecretariía),
Mónica Marín Díaz
(Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),
Roberto Angulo Revilla
(Jefe del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),

Dirección:
Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67.
28071 Madrid.
Teléf.: 915 970 000. Fax: 915 978 470.

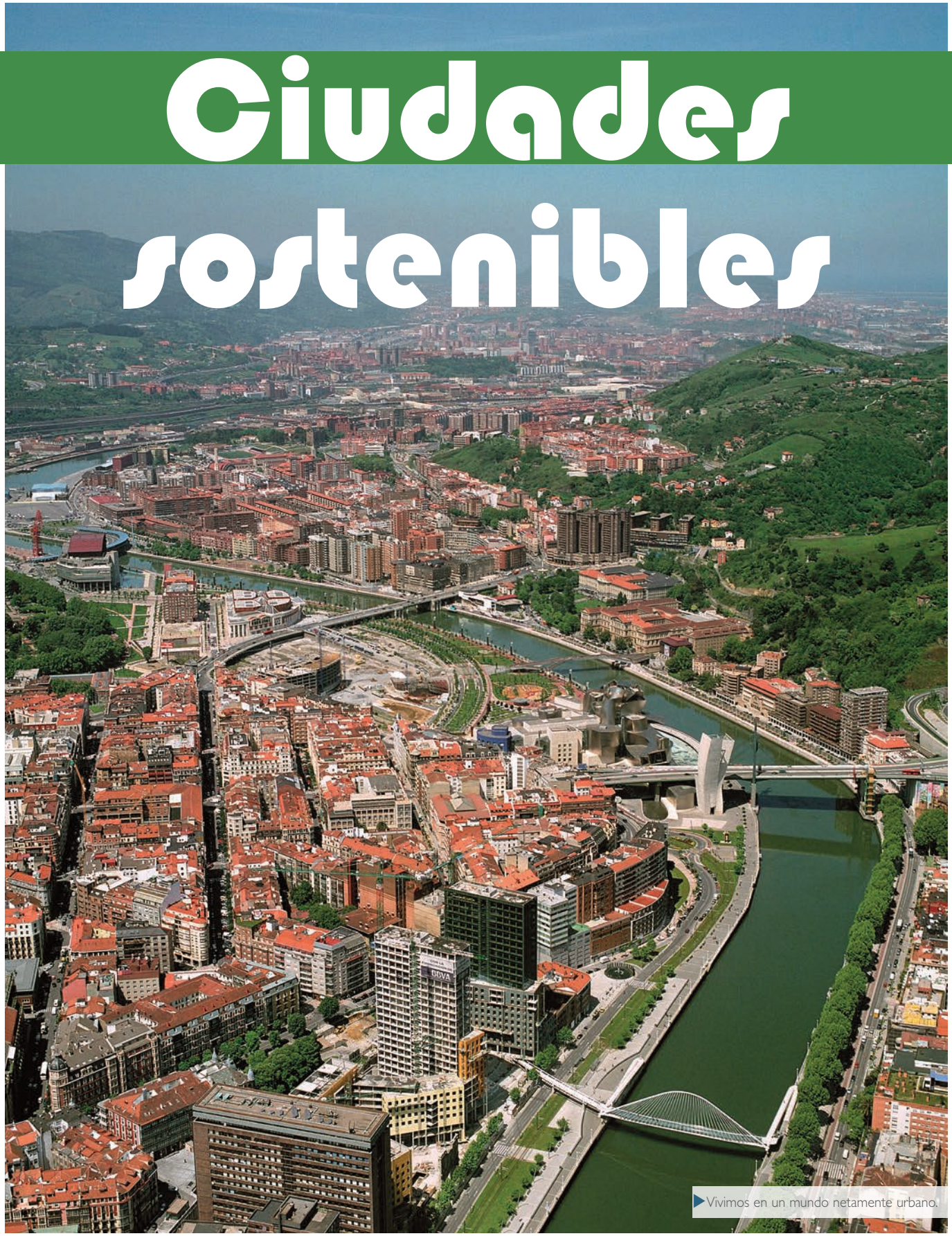
Suscripciones:
91 597 72 61
Esmeralda Rojo.
E-mail: cpublic@fomento.es

Dep. Legal: M-666-1958.
ISSN: 1577-4589.
NIPO: 161-15-005-0
NIPO e: 161-15-006-6

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

Ciudades sostenibles



▶Vivimos en un mundo netamente urbano.

Índice

Promover un desarrollo sostenible de las ciudades es el objetivo de la Agenda Urbana para España, una iniciativa materializada en un documento estratégico.

La histórica Cumbre del Desarrollo Sostenible que reunió, en septiembre de 2015, a más de 150 jefes de Estado y de Gobierno, dio lugar a la Agenda 2030, un compromiso con 17 objetivos de aplicación universal que, desde 2016, rige los esfuerzos de los países que conforman el sistema de las Naciones Unidas.

Como heredera de los Objetivos del Milenio, esta iniciativa busca ampliar los éxitos conseguidos con ellos, así como la implicación de todos los países con independencia de su nivel de desarrollo. Para ello se persigue que adopten políticas con las que se adquieran compromisos sociales, ambientales y económicos que pongan fin a la pobreza, protejan el planeta y garanticen la paz y la prosperidad.

Estas políticas en el ámbito de las competencias de Fomento pasan por "construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación", que es uno de los objetivos de la Agenda 2030 y, de forma más específica y en el ámbito del desarrollo urbano, otro de los objetivos busca "lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles".

Con la Agenda Urbana Española, instrumento de planificación estratégica y no normativo, España se suma al trabajo internacional ya iniciado por la Agenda Urbana de Naciones Unidas, aprobada mediante la Declaración de Quito, en octubre de 2016, y por la Agenda Urbana de la Unión Europea firmada por los ministros de desarrollo urbano, en mayo del mismo año.

Con ambos compromisos internacionales, los Estados miembros deben trabajar en la búsqueda de soluciones para los retos que plantea el aumento imparable de la urbanización y de la creciente concentración de la población en las áreas urbanas, un problema que se aborda desde la triple visión de la sostenibilidad: social, económica y medioambiental, y que está presente en el Decálogo de Objetivos Estratégicos que propone esta Agenda.

Situación actual

La Agenda Urbana Española contiene un diagnóstico amplio de la situación territorial, urbanística, medioambiental, social y económica en España. Aporta también un análisis de las debilidades y fortalezas tanto del medio urbano como rural.

Vivimos en un mundo netamente urbano en el que las ciudades tienen una importancia histórica como lugares de desarrollo, crecimiento económico, poder político o centro cultural, una circunstancia que nos permite afirmar que son el ecosistema para los seres humanos.

Desde 2008 hay más personas en el mundo viviendo en ciudades que en el medio rural: el 55% de la población vive en áreas urbanas, un porcentaje que Naciones Unidas calcula ascenderá al 68% en 2050 –siendo Europa uno de los continentes más urbanizado– y que en 2020 podrá tener el 80% de su población concentrada en ciudades.

España se encuentra ya por encima de la media europea y, actualmente, de los más de 46 millones de habitantes que tiene nuestro país, el 80% se concentra en áreas urbanas ocupando en conjunto tan sólo el 20% del territorio. De ellos, el 25% vive en aglomeraciones urbanas superiores al millón de habitantes y el 17% en las ciudades más grandes. Esto supone que un 68,7% del total de la población vive tan solo en el 9,3% de los municipios y que, en términos de superficie, el conjunto de las áreas urbanas ocupa solo el 9,6% del territorio nacional.



Entre 2001 y 2016, las pequeñas áreas urbanas crecieron a buen ritmo.

Tanto las grandes áreas urbanas como las pequeñas han experimentado buenos ritmos de crecimiento entre los años 2001 y 2016, que han sido del 16,2% en el caso de las grandes y del 18,8% en el caso de las pequeñas. Sin embargo, aproximadamente la mitad de los municipios españoles está en riesgo de extinción por despoblación, teniendo en cuenta que de los 8.125 existentes, 4.955 tienen menos de mil habitantes, una realidad que plantea importantes desequilibrios territoriales.

Pese a ello, España parte, en principio, de una buena posición en relación con los objetivos globales de la Agenda Urbana de las Naciones Unidas, ya que dispone de ciudades bien planificadas –el 82,03% de los municipios tiene plan urbanístico de carácter general-- equipadas, compactas, multifuncionales y razonablemente densas para poder abordar aquellas cuestiones sociales, económicas y medioambientales que, debidamente integradas, conforman su propia Agenda con la mirada puesta en 2030, y siempre a la vista de su situación de partida y de los objetivos que expresamente se proponga conseguir.

> La ciudad sostenible afronta retos demográficos, sociales, ambientales y urbanísticos

Esto no significa que no nos enfrentemos a importantes retos de cara a la sostenibilidad: demográficos, como el envejecimiento de la población y la despoblación de muchos territorios del interior; sociales, como el incremento de las desigualdades y de la inequidad; ambientales, como la necesaria adaptación al cambio climático o la ineficiencia energética; y retos netamente urbanísticos, como el desequilibrio entre la creación de nueva ciudad y la regeneración de la ciudad ya existente, o la tenencia de vivienda en propiedad y alquiler, con la dificultad añadida de garantizar el acceso a la vivienda de la población más vulnerable.



El medioambiente forma parte de la estrategia de la Agenda Urbana

Estrategia

La Agenda Urbana Española busca afrontar todos esos retos y aprovechar las oportunidades que representan, y para ello se configura como un marco estratégico que detalla los principios, objetivos, criterios y pautas de actuación que permitirán lograr un desarrollo urbano sostenible e integrado de los pueblos y ciudades de España.



Ese marco estratégico queda reflejado en un decálogo de objetivos de primer nivel, entre los que destaca ordenar el territorio y hacer un uso racional del suelo, conservarlo y protegerlo. Evitar la dispersión urbana y revitalizar la ciudad existente; prevenir y reducir los efectos del cambio climático y mejorar la resiliencia; una gestión sostenible de los recursos y favorecer la economía circular; fa-



vorecer la proximidad y la movilidad sostenible; fomentar la cohesión social y buscar la equidad; impulsar y favorecer la economía urbana; garantizar el acceso a la vivienda; liderar y fomentar la innovación digital; y mejorar los instrumentos de intervención y la gobernanza son el resto de objetivos que conforma el decálogo.

Cada uno de ellos se despliega a su vez en un total de 30 objetivos específicos, que tratan aspectos más concretos y contribuyen a la consecución de esos diez objetivos principales a largo plazo, con independencia de que puedan ir desarrollándose acciones concretas en el corto y medio plazo.

Así, se definen unas líneas de actuación que aportan posibles alternativas para incidir en cada uno de los objetivos propuestos que pueden ser seleccionadas y elegidas por todos los sectores implicados en el objetivo final de lograr ese desarrollo urbano más sostenible: desde las administraciones públicas al sector privado, pasando por las Universidades y el mundo académico en general, involucrando al tercer sector y a la sociedad civil.

Instrumentos

La Agenda Urbana Española, al igual que las dos agendas urbanas internacionales, pone de manifiesto la necesidad de abordar los desafíos por medio de instrumentos adecuados, de ahí que propongan actuar en los ámbitos de la normativa y la planificación, la financiación, la gobernanza, el conocimiento, la transparencia y la participación a través de la elaboración de sus propios planes de acción.

En el ámbito de la normativa, España cuenta con dieciocho legisladores que confluyen, con distintos marcos jurídicos competenciales, los temas territoriales (sectoriales u horizontales) y urbanos. En total existen casi noventa normas urbanísticas y de ordenación territorial vigentes, entre leyes y reglamentos y más de 5.330 ordenanzas municipales de edificación o construcción. En definitiva, un complejo marco normativo que complejiza excesivamente el sistema y no aporta, en realidad, novedades o diferencias relevantes entre las distintas normas.

Algo parecido sucede en relación con la planificación ya que, aunque el 82,03% de los municipios dispone de un plan urbanístico de carácter general, su excesiva rigidez a la hora de ser modificado o revisado no se corresponde con una realidad cambiante y muy rápida que, aunque



▶El 80% de la población española vive en áreas urbanas

Índice



Índice

cuenta con instrumentos tecnológicos de última generación para adaptarse a las nuevas circunstancias, no puede responder a las mismas por su propia configuración y características.

En relación con la gobernanza, aunque todos los niveles de la administración gozan de una amplia autonomía para la gestión de sus respectivos intereses, en ocasiones distribuyen sus competencias en base a un complejo sistema en el que cobran especial importancia los espacios de información, comunicación e intercambio de conocimientos. En este sentido, la Agenda apuesta por una mayor cooperación político-administrativa a nivel horizontal y vertical, y por un trabajo en red que fomente el intercambio de experiencias y la participación ciudadana.

Amplio proceso participativo

La Agenda Urbana para España se ha elaborado mediante un amplio proceso de participación mediante el cual se ha organizado a los actores clave para el desarrollo urbano en distintos grupos de trabajo.

Por una parte, el de la Administración General del Estado, y por otra el grupo de trabajo con las comunidades autónomas y el de la administración local en el marco del convenio de colaboración firmado con la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP).

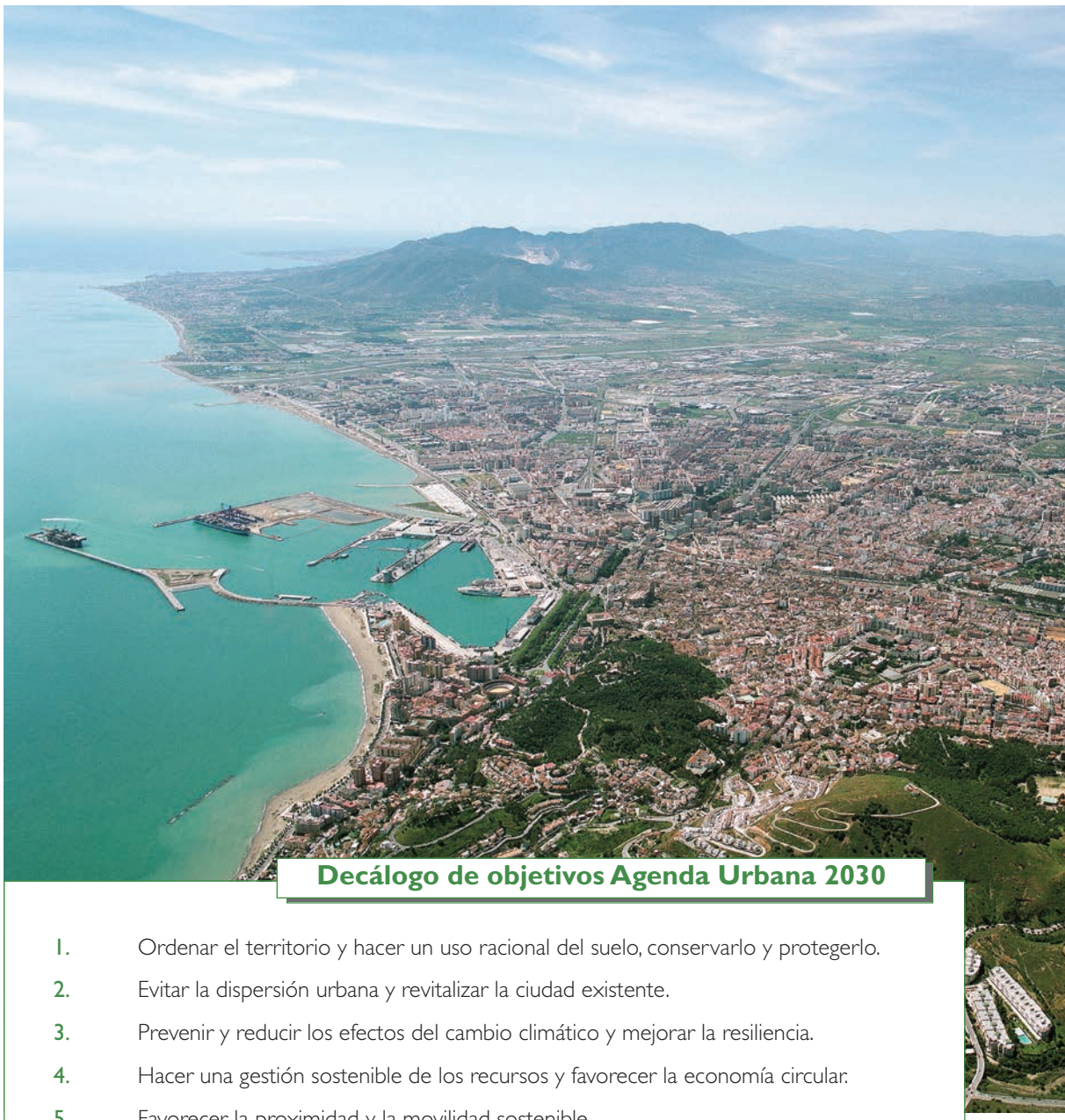
El sector privado y los colegios profesionales, el tercer sector, la academia y la sociedad civil también han tenido la ocasión de participar en el proceso mediante sus propios grupos de trabajo.

Todo ello ha permitido llegar a un texto final consensuado, en el que tanto las entidades públicas como privadas han dejado constancia de los esfuerzos que habrá que hacer para alcanzar un desarrollo urbano sostenible, justo, cohesionado e integrador.



▶Panorámica de Logroño.

La mejora de la financiación de las corporaciones locales, como administración más cercana al ciudadano y encargada de prestar los servicios que las sociedades modernas les reclaman, y la puesta en marcha de soluciones tecnológicas y digitales en la gestión urbana, son también objetivos que la Agenda Urbana propone para fomentar un desarrollo más sostenible y competitivo para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.



▶Vista del puerto y ciudad de Málaga.

Decálogo de objetivos Agenda Urbana 2030

1. Ordenar el territorio y hacer un uso racional del suelo, conservarlo y protegerlo.
2. Evitar la dispersión urbana y revitalizar la ciudad existente.
3. Prevenir y reducir los efectos del cambio climático y mejorar la resiliencia.
4. Hacer una gestión sostenible de los recursos y favorecer la economía circular.
5. Favorecer la proximidad y la movilidad sostenible.
6. Fomentar la cohesión social y buscar la equidad.
7. Impulsar y favorecer la economía urbana.
8. Garantizar el acceso a la vivienda.
9. Liderar y fomentar la innovación digital.
10. Mejorar los instrumentos de intervención y la gobernanza.



Vista aérea de Madrid Río



Oportunidad

La Agenda Urbana Española es una gran oportunidad para incorporar al desarrollo de nuestras ciudades un nuevo código cuyas líneas estratégicas estén adecuadas a la realidad del momento, y permitan abordar el reto colectivo de un modelo urbano que conjugue el desarrollo económico y social con una visión sostenible que compatibilice, entre otros factores, la prosperidad y el bienestar social, el mejor aprovechamiento de los recursos, la mejora del medio ambiente y la preservación de los valores culturales de manera integrada e integral.

El proceso de participación que ha inspirado la elaboración de este documento y su aprobación es uno de los pilares en los que trata de asegurar su éxito, sin olvidar la capacidad impulsora que podría tener la asignación de fondos específicos y la puesta en marcha de las líneas de actuación que propone. Su éxito dependerá de la voluntariedad de todos en el compromiso conjunto y sostenido en el tiempo y en el que cada uno de los sectores implicados resultará clave.

Pepa Martín Mora



Renfe Patier

Hacia una movilidad sostenible

Índice



▶El ferrocarril es el modo menos contaminante y el energéticamente más eficiente de la cadena de transporte terrestre. En la imagen, tren S 121 sobre el viaducto del río Ulla en el Eje Atlántico.

Proyectos del Grupo Fomento para combatir el cambio climático en el sector transporte

Índice

Renfe Patier



En el marco de la lucha contra el cambio climático, el Grupo Fomento desarrolla una serie de proyectos orientados a limitar las emisiones contaminantes del transporte, maximizar la eficiencia energética y fomentar el uso de energías renovables, que forman parte de la transición hacia la nueva movilidad sostenible. El 14º Congreso Nacional de Medio Ambiente (Conama), celebrado a finales de noviembre de 2018, fue el escenario de la presentación de estos proyectos, que forman parte del compromiso del Grupo en la lucha contra el calentamiento global.

Desde la cumbre de París (diciembre de 2015), Gobiernos y organismos supranacionales como la UE, inspirados por los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de la ONU, diseñan estrategias con metas ambiciosas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, principales causantes del cambio climático. El transporte, como sector más contaminante de la UE (origina el 27% de las emisiones, sobre todo dióxido de carbono o CO_2), es objetivo primordial de estas estrategias. En España, con una demanda de transporte creciente, la cuota intermodal de transporte está decantada hacia el modo más contaminante, la carretera, que en 2017 acaparó la mayoría de los viajes internos de personas (76% en coche privado) y mercancías (94%) frente a otros modos más sostenibles. Para invertir esta tendencia y avanzar hacia un transporte descarbonizado y más sostenible "es necesario y urgente implantar una nueva estrategia de movilidad", según apuntó María José Rallo, secretaria general de Transportes del Ministerio de Fomento, durante el Congreso Nacional del Medio Ambiente (Conama 2018), celebrado en Madrid.

La nueva estrategia, alineada con los objetivos de la ONU y la UE, debe compatibilizar la movilidad con el cumplimiento de los objetivos ambientales globales. Como elementos clave de la misma, según la alta directiva de Fomento, destacan la intermodalidad (combinación de distintos modos de transporte, fomentando los más sostenibles), la transformación energética (sustitución del petróleo por combustibles alternativos), la dotación a las infraestructuras de sistemas de energía renovable (para convertirlas en redes energéticamente sostenibles), la monitorización de las emisiones y cambios en las pautas de movilidad personal. Esta estrategia requiere soluciones basadas en la innovación. En Conama 2018, en el marco del encuentro *Hacia una movilidad inevitablemente sostenible*, empresas y entidades del Grupo Fomento presentaron los proyectos que están desarrollando para combatir el cambio climático y tender hacia la nueva movilidad, que se

▶Renfe quiere aprovechar la ventaja estratégica de la sostenibilidad para situarse como actor central de la futura movilidad sostenible.

Índice



basan en la reducción de las emisiones, la mejora de la eficiencia energética y la promoción de las energías renovables. Seguidamente se desarrollan por empresas.

Renfe

El ferrocarril es el eslabón más sostenible de la cadena de transporte terrestre al ser el modo que menos emisiones de CO_2 genera, el más eficiente en consumo energético y, en suma, el que menos costes externos genera a la sociedad, entre tres y cinco veces menos que los vehículos por carretera o la aviación. La sostenibilidad es la gran ventaja estratégica del ferrocarril frente a los modos movidos por petróleo, y desde Renfe se apuesta por potenciarla para convertir el tren en la columna vertebral del futuro sistema de movilidad sostenible, según Santos Núñez, responsable de Sostenibilidad y Medio Ambiente de la operadora. En ese proceso que conducirá a la movilidad entendida como servicio, el objetivo de Renfe es crear una oferta integrada de movilidad sostenible, para viajeros y mercancías, en Cercanías, Media Distancia y Alta Velocidad.

La apuesta por la sostenibilidad es una línea estratégica de Renfe Operadora desde su creación en 2005 y el Plan de Sostenibilidad Energética 2011-2020, y sus modificaciones, constituye la hoja de ruta de las actuaciones realizadas hasta ahora en este ámbito, incluida la lucha contra el cambio climático. El Plan, con objetivos económicos, energéticos y ambientales, plantea un conjunto de medidas, entonces pioneras y hoy generalizadas en el sistema de transporte, destinadas a reducir emisiones, avanzar en la descarbonización del ferrocarril y captar nuevos usuarios. Entre ellas destacan la eficiencia energética (electrificación de vías, adquisición de trenes más eficientes, medidores de consumo, conducción económica…), la utilización preferente de energías renovables y la innovación tecnológica (freno regenerativo, trenes propulsados por combustibles alternativos).

Esta estrategia está produciendo resultados económicos, sociales y ambientales muy relevantes, como señala el estudio anual de costes externos, ahorro de huella de carbono y ahorro de consumo energético de la operadora, presentado días después de Conama 2018. Según este informe, en 2017 Renfe transportó 465,2 millones de pasajeros y 20,8 millones de toneladas de mercancías, que de no viajar en tren habrían requerido 352 millones de circulaciones de vehículos y camiones y 104.500 vuelos. Traducido en costes, la actuación de Renfe al

Renfe Patier



La conducción económica es una de las estrategias de Renfe para mejorar la eficiencia energética de sus trenes. En la imagen, cabina de un AVE S 104.

captar esos tráficos ahorró a la sociedad 1.751 M€ en sostenibilidad, evitando además la emisión de 1,8 millones de toneladas de CO_2 y el consumo de más de 1,1 millones de toneladas equivalentes de petróleo. La Alta Velocidad (sus 25 años de vida han generado un ahorro superior a 4.200 M€) y el servicio de Cercanías son los segmentos menos contaminantes. Además, la aportación de la compañía a la lucha contra el cambio climático se reforzará a partir del 1 de enero de 2019, cuando toda la energía eléctrica que mueve los trenes será renovable, lo que significa que la emisión de gases de efecto invernadero procedentes de la energía eléctrica consumida por Renfe será igual a cero, según se anunció en el Conama. Es un paso muy importante hacia la descarbonización del ferrocarril en España.

Adif

La estrategia de Adif y Adif Alta Velocidad en la lucha contra el cambio climático se basa en el Plan Transforma 2020, cuyo pilar de sostenibilidad configura un transporte respetuoso con el medio ambiente y responsable con el uso de recursos. Con ese fin, estas empresas ultiman, en colaboración con Renfe, el Plan Director de Lucha contra el Cambio Climático 2018-2030, cuya meta es la reducción de emisiones en el sistema ferroviario y que da respuesta al acuerdo firmado en marzo con la operadora para mejorar la eficiencia del ferrocarril, además de estar relacionado con los planes de innovación corporativos y de Fomento, según Jonathan Sánchez, jefe del Área de Sostenibilidad y Lucha contra el Cambio Climático de Adif. El Plan Director contempla tres líneas de actuación para combatir los efectos del cambio climático sobre el sistema ferroviario: mitigación, para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (mediante la mejora de la gestión energética, la mayor eficiencia para reducir el consumo y la descarbonización y el fomento de renovables), adaptación (disminuir la vulnerabilidad de las infraestructuras) y concienciación de empleados y proveedores.

En el marco del Plan Director, Adif desarrolla varios proyectos sobre mitigación basados en el binomio innovación-sostenibilidad. Uno de los que mejor ilustra esta relación es la próxima implantación de una red inteligente de energía (*Smart grid*) en la red de alta velocidad para medir los consumos de todos los elementos de la vía y extraer, con apoyo del *Big Data*, información que permitirá mejorar la eficiencia del consumo. Con esta red se pretende ahorrar un 10% del consumo energético en cada corredor AVE y reducir unas 23.500 toneladas de CO_2/año. Para la red convencional, Adif desarrolla otro proyecto de eficiencia energética que prevé la instalación de inversores en las subes-

Índice

Adif



▶ Adif implantará en los corredores de alta velocidad una red inteligente de energía para medir y mejorar la eficiencia del consumo.

taciones eléctricas para devolver a la red la electricidad generada por el freno regenerativo de los trenes y evitar su disipación. En una primera fase estos inversores se instalarán en 12 subestaciones (seis están en ejecución y el resto en licitación). El objetivo es reducir unas 4.300 toneladas de CO_2/año.

En descarbonización, Adif tiene varios proyectos en marcha. Desde la óptica del impacto en la reducción de emisiones, el más relevante es la compra de energía eléctrica con certificado de garantía de origen, lo que avala su procedencia de fuentes de energía renovables. Considerando que Adif es el segundo mayor comprador de energía eléctrica del país, con esa medida se ahorrará la emisión de más de 700 kilotoneladas de CO2/año. Como medida descarbonizadora también destaca la electrificación de líneas. En este ámbito, Adif tiene previsto electrificar ocho tramos de la red convencional en Galicia, Andalucía, Región de Murcia, Aragón y Comunidad Valenciana, con lo que espera obtener un ahorro anual de 75.000 toneladas de CO_2 al sustituir la tracción diésel por la eléctrica. Otro proyecto de interés es Área Cero CO_2, que prevé convertir el viaje del usuario entre su punto de origen y su destino final en un trayecto de bajas o nulas de emisiones de CO_2, combinando el uso del tren y otros modos de transporte sostenibles para la primera y última milla, así como zonas libres de emisiones en las estaciones.

Finalmente, en materia de adaptación, Adif desarrolla una metodología, a aplicar en las primeras fases del diseño, para evaluar la vulnerabilidad de las infraestructuras ferroviarias frente al cambio climático. Esta metodología analizará las variables climáticas, identificará su impacto potencial sobre las infraestructuras y permitirá adoptar las medidas necesarias para afrontar los efectos del cambio climático.

Ineco

Como diseñador de infraestructuras, la ingeniería y consultoría del transporte del Ministerio de Fomento tiene su cuota de responsabilidad en la futura movilidad sostenible una vez que el criterio medioambiental se ha consolidado como uno más a la hora de proyectar carreteras, trazados ferroviarios, puertos o aeropuertos. Por ello, los proyectos que realiza Ineco están dirigidos, desde las primeras fases, a producir la mínima afección sobre el territorio y el máximo impacto sobre la sociedad, debiendo proteger la biodiversidad y minimizar la contaminación acústica y atmosférica.



ENAIRE

▶ Rutas aéreas.

Cumbre del desarrollo sostenible

El Congreso Nacional del Medio Ambiente (Conama) es un encuentro bienal que, desde su primera edición en 1992, se ha convertido en el evento ambiental de referencia en España por el elevado nivel de los participantes, la calidad de los contenidos tratados y la variedad de perfiles profesionales y sectores representados. Es una cita ineludible para que administraciones, empresas privadas y la sociedad civil pongan en común sus conocimientos y experiencias a favor del desarrollo sostenible. El congreso corre a cargo de la Fundación Conama, organización española independiente y sin ánimo de lucro que, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, actúa como un *hub* de sostenibilidad en España.

Entre los pasados 26 y 29 de noviembre de 2018, se celebró en el Palacio Municipal de Congresos de Madrid la 14ª edición del congreso, bautizado como Conama 2018, que ha contado con la presencia de más de 8.000 participantes. El lema escogido para esta edición, *Rumbo 20.30*, encierra un mensaje dirigido a la sociedad española para acelerar la transición ecológica y hacia la sostenibilidad. El objetivo es servir de impulso para cumplir los retos medioambientales que comprometen a España en el marco de la Agenda 2030 de Naciones Unidas y de los objetivos de la Unión Europea para 2020, 2030 y 2050.

Junto a este condicionante que impregna su actividad principal, el compromiso de Ineco con el medio ambiente se materializa desde una doble perspectiva, según Irene Donaire, gerente técnico del Área de Medio Ambiente y Territorio. Por un lado, actuando como una empresa medioambientalmente responsable a través de la implementación de medidas de gestión ambiental, respeto por el medio ambiente y uso responsable de sus recursos, entre ellas el recién estrenado plan de movilidad

Aena



▶Las empresas del Grupo Fomento hacen un uso creciente de las energías renovables. En la imagen, termofusión solar para agua caliente sanitaria en instalaciones del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

del empleado. Y por otro, a través de la elaboración y participación en proyectos para la protección del medio ambiente, la mitigación y la adaptación al cambio climático, entre los que destacan Cityneco (plan de gestión de la movilidad del tráfico urbano), Un millón de Compromisos con el Clima (campaña de concienciación cívica contra el cambio climático) y Minox Street (empleo de materiales fotocatalíticos en edificios y asfalto para reducir las emisiones de NO_x en el ámbito urbano).

Puertos del Estado

Los 46 puertos de interés general son un nodo estratégico de la cadena de transporte, ya que gestionan la mayor parte del comercio con el exterior. En 2017 movieron cerca de 550 millones de toneladas de mercancías (el 85% de las importaciones y el 60% de las exportaciones), cifra que según proyecciones moderadas se incrementará un 30% en 2030, lo que urge la adopción de medidas para evitar un incremento equivalente de los impactos ambientales. Con ese fin, Puertos del Estado ha desarrollado una estrategia de sostenibilidad ambiental, común a las 28 Autoridades Portuarias que, en el capítulo de emisiones, plantea cinco líneas de actuación: promoción del transporte intermodal, mejora de los accesos viarios y ferroviarios, suministro de combustibles alternativos, incremento de la eficiencia energética de la actividad y mejora de la operativa para reducir las emisiones difusas, según detalló Obdulio Serrano, jefe del Departamento de Sostenibilidad de Puertos del Estado.

Como línea estratégica destaca el fomento de la intermodalidad a través de la creación de cadenas logísticas sostenibles que integren los puertos en las redes de transporte terrestre, con el objetivo de trasvasar mercancías desde la carretera hacia modos más sostenibles como forma de reducir las emisiones ligadas al transporte por carretera. Para ello se implementan dos actuaciones. Por un lado, el impulso al transporte ferroviario con origen o destino en puertos, promoviendo el empleo del ferrocarril como alternativa más eficiente al transporte por carretera (genera hasta cuatro veces menos emisiones por tonelada y kilómetro). Este impulso se materializa en la construcción de nuevos accesos ferroviarios a los puertos, bonificaciones y acciones comerciales. Y por otro, las autopistas del mar, iniciativa que pretende aliviar las congestiones de tráfico pesado en los pasos fronterizos con Francia (18.000 camiones diarios) promoviendo el uso del transporte ro-ro (*roll on roll off*), en el cual la mercancía se sigue moviendo en camión, pero no en la carretera, sino a bordo de un barco. Esta estrategia se implementa a través de nueva infraestructura (rampas y superficies), así como de estímulos económicos y comerciales.



Autoridad Portuaria de Almería

▶Las autopistas del mar reducen las emisiones del trasnporte terrestre al sacar un buen número de camiones de la carretera.

También se está actuando para mejorar la movilidad de los camiones en el entorno portuario, evitando su paso por núcleos urbanos y acortando sus tiempos de tránsito en los puertos, para reducir los atascos y las emisiones. Para ello se construyen accesos viarios que conecten los puertos a la red de gran capacidad y se están automatizando los procesos para agilizar los flujos de información y de mercancías en puerto.

Otra línea de desarrollo incipiente es el impulso a las energías alternativas en el transporte marítimo (principalmente gas natural licuado y electricidad), con objeto de limitar el predominio del gasoil como combustible generalizado en el sector, reducir las emisiones de CO_2, PM_{10}, SO_2 y NO_x procedentes de los buques y, en definitiva, contribuir a la descarbonización del transporte marítimo. Para ello, Puertos del Estado lidera dos proyectos comunitarios destinados a introducir los nuevos combustibles en el sector (Core LNGas Hive y OPS Masterplan for Spanish Ports), en virtud de los cuales se están adaptando infraestructuras y buques en parte de los puertos españoles para el suministro de estos combustibles en un futuro próximo. También existen estímulos económicos para la promoción del uso de estos combustibles.

Puertos del Estado



▶Varios puertos españoles acondicionan infraestructuras y buques para suministrar combustibles alternativos al gasoil. En la imagen, buque propulsado por Gas Natural Licuado (GNL).

La cuarta línea de actuación para reducir las emisiones ligadas al consumo de energía es la mejora de la eficiencia energética de operaciones y equipos, así como la instalación de sistemas de generación de energía renovable. En este campo se trabaja en varias direcciones: sistemas de control en tiempo real para medir consumos, renovación de redes de iluminación (Led), mejora de climatización de edificios (incluida la geotermia), proyectos de edificios de consumo casi nulo (Barcelona, Vigo y Almería) e instalación de placas fotovoltaicas y aerogeneradores eólicos para consumo propio (Tarragona y Barcelona). Finalmente, y sin relación con el cambio climático pero muy relevante para el entorno, se aplican medidas normativas y técnicas para reducir las emisiones de partículas asociadas a la manipulación y almacenamiento de graneles sólidos y líquidos mediante la mejora de la operativa y los equipos.

Enaire

En el sector aéreo la principal afección ambiental son las emisiones de CO_2 provocadas por los aviones, que suponen el 13% del total mundial del sector transporte. La estrategia del proveedor de servicios de navegación aérea para combatirlas deriva del Plan de Sostenibilidad Medioambiental 2020, incluido en el plan estratégico de Enaire 2017-2020, que a su vez se enmarca en los indicadores de la UE, la Agenda 2030 de la ONU y la normativa OACI (pretende reducir un 50% las emisiones de CO_2 en 2050) y en un contexto nacional marcado por las directrices de los ministerios de Fomento y Medio Ambiente. El Plan, además, tiene que compatibilizar los crecimientos del trafico aéreo (20% en el periodo 2016-2020) con el respeto a la sostenibilidad social, económica y medioambiental. Como último condicionante, "la sociedad nos pide que seamos sostenibles, seguros –nuestra máxima– y también eficientes", explica Gema Haro, jefa del Departamento de Medio Ambiente de Enaire. Sostenibilidad y eficiencia, por tanto, están íntimamente ligadas y son decisivas en la lucha contra las emisiones.

Enaire desarrolla varias líneas de actuación en materia de sostenibilidad, entre ellas la implantación de operaciones en descenso continuo de los aviones (disminuyen el consumo de combustible y las emisiones en el entorno aeroportuario), el diseño de procedimientos más precisos para minimizar el ruido, la implementación de medidas de eficiencia energética (la mayor parte de la energía que consume la compañía procede de fuentes renovables) o el análisis de los proyectos desde el punto de vista ambiental, entre otros. Desde la óptica de la lucha contra el cambio climático, la más relevante es la mejora de la eficiencia de la red de rutas del espacio aéreo español, con la que se facilita a las aerolíneas una reducción de las distancias voladas, se ahorra combustible y se limita la emisión de gases de efecto invernadero.

La eficiencia de los vuelos (vuelo eficiente es aquel que no tiene demoras, se realiza en el menor tiempo y consume el menor combustible posible) viene determinada por el indicador comunitario

ENAIRE



La gestión aplicada por los controladores sobre los planes de vuelo originales permiten ahorrar combustible y limitan las emisiones de los aviones. En la imagen, controlador aéreo en la torre del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

KEA (eficiencia horizontal en ruta de la trayectoria real), que mide el porcentaje de desviación de la trayectoria ideal o más directa, y que, por tanto, calcula la ineficiencia de las rutas de un país. Enaire ha identificado tres causas que hacen que un vuelo no sea lo más directo posible (planificación del vuelo –competencia de las aerolíneas–, diseño de la red de rutas y capacidad de los controladores de aplicar recortes en ruta), y sus servicios de control actúan sobre la tercera, lo que puede implicar menos distancia recorrida, menos combustible utilizado y menos emisiones generadas. En este ámbito, la Dirección de Calidad y Medio Ambiente de Enaire está desarrollando una aplicación innovadora que permitirá identificar los recortes a aplicar respecto a un plan de vuelo, además de establecer *rankings* de las mejores rutas directas, lo que abre la puerta a evaluar la idoneidad de la red de rutas del espacio aéreo.

Con la aplicación de recortes en ruta, la navegación aérea española cerró el año 2017 con una ineficiencia de la red de rutas (KEA) del 3,7% (eficiencia del 96,3%), y se espera alcanzar el 3,5% en 2020. Este porcentaje significará un beneficio social en términos de viajes más cortos, pero también un impacto muy favorable para las aerolíneas, cuyos aviones recorrerán 6,45 millones de millas náuticas menos respecto a la ruta más corta, y con ello dejarán de emplear 71.000 toneladas de combustible, no emitirán 223.500 toneladas de CO_2 y ahorrarán 28,7 M€ en combustible.

Aena

El gestor de infraestructuras aeroportuarias comparte con Enaire problemática ambiental y el compromiso de realizar una gestión sostenible para garantizar el futuro del transporte aéreo y evitar así limitaciones de capacidad en los aeropuertos por motivos medioambientales, en un sector de vertiginoso crecimiento (el tráfico aéreo ha aumentado el 45% en 10 años). "El reto –resume Ana Salazar, jefa de la División de Calidad y Medioambiente de Aena– es cómo hacer sostenible la operación de 16 millones de vuelos anuales que se prevén para el año 2040". Para afrontarlo, Aena basa su actuación en el cumplimiento de la normativa, la cooperación con otros agentes del sector y la innovación, además de aprovechar las oportunidades en sostenibilidad que ofrecen el acuerdo Corsia de la OACI (que limita el crecimiento de emisiones pese al auge del tráfico aéreo) o la futura Ley de Cambio Climático que ultima el Gobierno (abre grandes posibilidades para la introducción de biocombustibles en la aviación).

Aena



Aerogenerador eólico para consumo propio instalado en el aeropuerto de La Palma (Tenerife, Canarias).

Como las otras empresas del Grupo, Aena desarrolla su propia estrategia de lucha contra el cambio climático, aprobada el pasado enero, que comprende líneas de actuación clásicas (reducción de consumo eléctrico y de combustibles) y otras más específicas (compensación de emisiones de carbono y reducción de emisiones de terceros). El grado de cumplimiento de estas medidas se obtiene mediante la Airport Carbon Accreditation (ACA), programa que acredita la huella de carbono de un aeropuerto, incluyendo el inventariado de emisiones de CO_2 asociadas a su actividad y la evaluación de los esfuerzos para reducirlas. La gestión descarbonizadora del aeropuerto es calificada en una clasificación de cuatro niveles (inventario, reducción, optimización y neutralización), siendo la última la meta a alcanzar. Actualmente hay cuatro aeropuertos de la red de Aena (Madrid, Barcelona, Palma y Lanzarote) en el nivel 2 (reducción). El objetivo es obtener la neutralidad en carbono de los aeropuertos de Madrid y Barcelona para 2030 mediante la compensación de todas sus emisiones.

En las demás líneas de actuación, la estrategia de Aena persigue objetivos ambiciosos para 2020 y 2030. En electricidad, se pretende reducir un 25% el consumo energético ATU (algoritmo que combina operaciones de pasajeros y tráfico de carga) en 2025 mediante mejoras en la eficiencia de iluminación (renovación con Led) y climatización. También aspira a alcanzar el 10% de autoabastecimiento con energías renovables en instalaciones propias en 2030, para lo cual apuesta por instalar placas de energía solar en varios aeropuertos, así como aerogeneradores eólicos. Asimismo, se ha fijado la meta de elevar hasta el 60% en 2020 y el 80% en 2030 el porcentaje de compra de energía procedente de fuentes renovables. En reducción de combustibles, las metas de Aena son disponer en 2025 de una flota de vehículos totalmente ecológicos y limitar las emisiones procedentes de las calderas de los aeropuertos.

Finalmente, en reducción de emisiones de terceros, las medidas apuntan a varias direcciones: implantación de sistemas fijos de suministro eléctrico en sustitución de las contaminantes unidades auxiliares que aportan energía a los aviones en tierra, reducción de los tiempos de rodaje de las aeronaves en tierra mediante el intercambio de información entre agentes aeroportuarios, despliegue de 2.800 puntos de recarga para vehículos eléctricos en aeropuertos y reducción para 2020 del 20% de las emisiones de *handling*, una de las actividades más contaminantes de los aeropuertos.

Javier R. Ventosa



En servicio un nuevo tramo de la autovía A-2 en Girona

Gran capacidad en *La Selva*



▶Vista de los viaductos, cuya parte final incluye tres carriles por sentido.

Índice



▶El nuevo tramo mejora sustancialmente la capacidad de la carretera N-II.

El Ministerio de Fomento ha abierto al tráfico el tramo Maçanet de la Selva-Sils, obra que constituye un paso más en el proyecto de desdoblamiento de la carretera N-II y su conversión en la nueva autovía del Nordeste (A-2) a su paso por la provincia de Girona. El tramo refuerza la movilidad en la comarca de La Selva y consolida a la autovía A-2 como itinerario alternativo de gran capacidad a la autopista de peaje AP-7 al sur de la capital provincial.

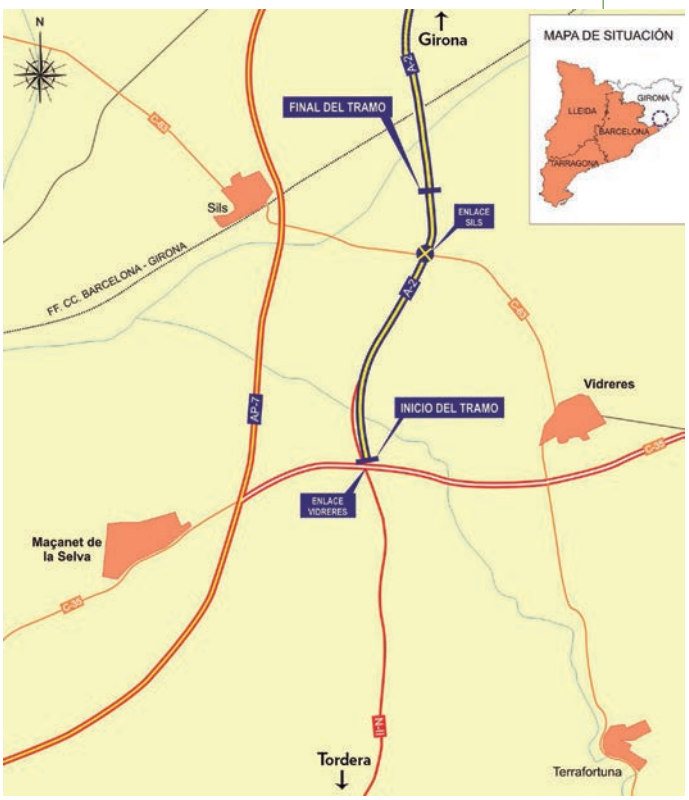


▶Vista del tramo desde el enlace de Vidredes.

El tramo Maçanet de la Selva-Sils fue abierto al tráfico de forma oficial el pasado 24 de noviembre por el ministro de Fomento, José Luis Ábalos, quien estuvo acompañado en el acto por los alcaldes de los municipios de la zona. Esta nueva actuación está enmarcada en el proyecto de construcción de la autovía del Nordeste A-2 Barcelona-Frontera Francesa, al que el titular del Departamento consideró como "una de las prioridades del ministerio" en materia de carreteras.

La apertura del tramo da un nuevo impulso a este proyecto, que bajo la denominación de Plan N-II diseñó y gestiona la Demarcación de Carreteras del Estado en Cataluña con el objetivo de aumentar la capacidad y mejorar la seguridad del corredor de la carretera N-II entre Tordera (Barcelona) y La Jonquera (Girona). La N-II es, tras la autopista AP-7 junto a la que discurre, la segunda gran arteria que cruza la provincia de Girona de sur a norte hasta Francia, y su tipología es la de una ca-

Vertebración territorial en Girona



La construcción de la nueva autovía A-2 en Girona es una actuación fundamental para la vertebración territorial y la mejora de la movilidad de las cuatro comarcas gerundenses por donde discurre la carretera N-II (La Selva, Gironés, Pla de l'Estany y Alt Empordà). Con el desdoblamiento de la N-II, los municipios aledaños a esta infraestructura de la Red de Carreteras del Estado dispondrán de una moderna autovía en sustitución de la veterana N-II, que sufre problemas de falta de capacidad y seguridad. Este es, precisamente, el objetivo del Plan N-II del Ministerio de Fomento.

Este desdoblamiento es ya una realidad en prácticamente todo el trazado de la N-II en la comarca de La Selva. Varios de sus municipios, como Fornells de la Selva, Riudellots y Caldas de Malavella, disfrutan de los beneficios de mayor seguridad, rapidez y comodidad que ofrece la autovía desde la apertura de los tres primeros tramos de la A-2 (Aeropuerto-Fornells de la Selva, Caldes de Malavella-Aeropuerto y Sils-Caldes de Malavella). Ahora se han sumado las localidades de Maçanet de la Selva, Vidreres y Sils (que agrupan a más 20.000 habitantes), cuyos alcaldes, que han seguido el desarrollo de las obras del tramo Maçanet de la Selva-Sils desde el inicio, estuvieron presentes en el acto de inauguración.

rretera convencional de dos carriles, sin control de accesos ni vías de servicio y con un tráfico intenso (un promedio de 22.646 vehículos/día para el tramo Maçanet de la Selva-Sils en 2014). El Plan N-II, en pleno desarrollo, contempla una inversión de cerca de 500 M€ para actuar sobre casi 70 de los 93 kilómetros del itinerario de la N-II en esta provincia catalana, con objeto de transformar esta veterana carretera convencional en la nueva autovía A-2 mediante la construcción de nuevos tramos y el desdoblamiento de otros, aprovechando además la circunvalación de la AP-7 en Girona.

En los últimos años, el ministerio ha actuado sobre los tres grandes tramos del itinerario de la N-II en Girona. En el tramo sur, ha invertido más de 140 M€ en la construcción de la autovía A-2 entre Maçanet de la Selva y Fornells de la Selva (apertura de los tramos Aeropuerto-Fornells de la Selva, Caldes de Malavella-Aeropuerto, Sils-Caldes de Malavella y ahora Maçanet de la Selva-Sils al sur de la capital, que suman 19 kilómetros), así como en la mejora de dos nudos en Tordera; próximamente se licitará el acondicionamiento entre Tordera y Maçanet (8 kilómetros, 27,7 M€ de presupuesto), último tramo de la parte sur. En el tramo central, coincidente con la circunvalación de la AP-7 en Girona, el ministerio de Fomento acordó con la concesionaria en 2014 el uso de la autopista libre de peaje para movimientos internos como circunvalación de Girona de la A 2 entre Fornells de la Selva y Vilademuls (26 kilómetros), acuerdo que supuso la construcción por la concesionaria de un cuarto carril y tres enlaces. Y al norte de Girona, el ministro reiteró la voluntad de realizar la duplicación de la N-II entre Vilademuls y La

Enlace clave en Castellbisbal



Estado actual del enlace entre la A-2 y la AP-7 en Castellbisbal.

La construcción del corredor de la A-2 en Cataluña no solo progresa en Girona, sino también en Barcelona. En esta provincia se acaba de aprobar el reinicio de las obras del enlace entre la A-2 y la autopista AP-7 en Castellbisbal, que tuvieron que interrumpirse a pesar de que la construcción de la estructura principal estaba bastante avanzada. Se trata de una conexión clave para mejorar la movilidad en la zona al establecer una conexión directa entre las comarcas del Baix Llobregat y el Vallés Occidental, evitando un rodeo de 12 kilómetros por carreteras comarcales y dando servicio a unos 40.000 vehículos diarios. Las obras, con una inversión global de 74 M€, se reanudarán a principios de 2019 y se prolongarán durante unos 15 meses.

El proyecto consiste en la construcción de una conexión con sección de autovía de 2,4 kilómetros, incluido un viaducto mixto de planta circular de 850 metros de longitud que enlazará la A-2 y la AP-7 al sureste de Sant Andreu de la Barca. El viaducto arranca en la A-2 con sendos ramales independientes y salva el cauce del río Llobregat. Ambos ramales convergen luego en un solo eje viario que sobrevuela tres líneas de ferrocarril (alta velocidad Madrid-Barcelona, convencional y mercancías) y la riera de Rubí. En su parte final, el tronco discurre bajo la AP-7, antes de enlazar con esta autopista.

Jonquera (41,6 kilómetros) mediante el desdoblamiento de calzadas, nuevas variantes y la remodelación de enlaces, con una inversión de 315 M€. Esta parte norte de la N-II la integran siete tramos, en seis de los cuales se redacta el proyecto constructivo. El titular del Departamento avanzó que el séptimo, Medinyá (Vildemuls)-Orriols, actualmente en obras, se abrirá en primavera. En este esquema, Fomento abona a la concesionaria una cantidad anual en concepto de bonificación por los vehículos pesados obligados a circular por la AP-7 entre Maçanet y La Jonquera, al prohibir la Generalitat su paso por la N-II en 2013.

En este contexto, el tramo Maçanet de la Selva-Sils es un pequeño aunque relevante paso en el proceso de construcción de la A-2 en Girona. Como principales beneficios, mejora la fluidez del tráfico en la comarca y aporta mayor seguridad, rapidez y comodidad a los usuarios, paliando así las deficiencias de la anterior vía. Además, al prolongar la A-2 hacia el sur de la capital, completa



▶Enlace de Sils, con tipología de glorieta elevada sobre la autovía.

Índice

Plan N-II del Ministerio de Fomento

Tramo	Longitud (km)	Presupuesto (M€)	Situación actual
Pont de Molins-La Jonquera	8,4	45,8	Proyecto en redacción
Variante de Pont de Molins	4,5	65,3	Proyecto en redacción
Variante de Figueres-Pont de Molins	10,7	67,1	Proyecto en redacción
Báscara-Variante de Figueres (Sur)	7,0	58,0	Proyecto en redacción
Variante de Báscara	3,4	37,5	Proyecto en redacción
Orriols-Báscara	4,0	29,0	Proyecto n redacción
Medinyá (Vilademuls)-Orriols	3,6	11,9	En ejecución
Aeropuerto-Fornells de la Selva	4,0	25,5	En servicio
Caldes de Malavella-Aeropuerto	4,0	25,0	En servicio
Sils-Caldes de Malavella	7,0	36,6	En servicio
Maçanet de la Selva-Sils	4,0	23,3	En servicio
Enlace de Vidreres	--	13,7	En ejecución
Acondic. N-II Tordera-Maçanet	8,0	27,4	Proyecto aprobado
Mejora intersección y enlace N-II Tordera	--	6,1	En servicio





Vista general del tramo, cuya apertura ha mejorado la movilidd en la zona.

Índice



▶Vista del enlace de Vidredes, final del tramo inaugurado.

el primer tramo continuado de autovía en este corredor previsto en el Plan N-II y lo consolida como itinerario alternativo de gran capacidad a la autopista AP-7 entre las salidas de Maçanet de la Selva y Girona (en su itinerario se sitúan los enlaces con el aeropuerto de Girona-Costa Brava y con las autovías autonómicas C-25 y C-35). El tramo de la A-2 entre Girona y Sils ya era el de mayor tráfico de las autovías de titularidad estatal en Cataluña (una media de 47.000 vehículos/día), previéndose que aumente con su extensión hacia el sur. Por último, para los tráficos de largo recorrido sur-norte, el nuevo itinerario entre Maçanet de la Selva y Sils da continuidad por vías de alta capacidad a un tramo de casi 50 kilómetros entre Maçanet (sur de Girona) y Viladasens (norte de Girona), incluyendo el paso por la circunvalación de Girona.

Presupuesto y características

La construcción del tramo Maçanet de la Selva-Sils ha sido financiada por el Ministerio de Fomento con la aportación de fondos del Banco Europeo de Inversiones (BEI). El presupuesto de obra ha sido de

Índice

23,3 M€ y la inversión total, una vez sumados los contratos de redacción del proyecto, de control y vigilancia de la obra y el importe de las expropiaciones, se ha elevado a 24,4 M€. En estas cantidades se incluye el importe de un modificado de obra aprobado en 2017 para, entre otros fines, mejorar el sistema de drenaje y evitar inundaciones de la autovía. El desarrollo de las obras se ha compatibilizado con el tráfico en la N-II, tratando de minimizar la afección a los usuarios, lo que ha supuesto un importante condicionante, tanto en los trabajos como en los plazos de ejecución.

La obra del nuevo tramo se ha proyectado sobre el trazado de la carretera N-II de Madrid a Francia por Barcelona, al este del mismo, y ha consistido en la construcción de un nuevo trazado con características de autovía que se desarrolla entre los enlaces de Vidreres (conexión con la autovía autonómica C-35 o de la Costa Brava Central) y de Sils (con la carretera autonómica C-63 o eje Selva-Garrotxa). Este nuevo trazado, que al igual que la antigua N-II discurre sensiblemente en paralelo y al este de la autopista del Mediterráneo (AP-7) a la que sirve de alternativa, se desarrolla a lo largo de 2,75 kilómetros por los términos municipales de Maçanet de la Selva, Vidreres y Sils, atravesando zonas de cultivo y bosques de ribera, en los que se intercalan algunos cauces fluviales. Además del tronco de autovía se han construido otros 3,57 kilómetros de vías de servicio y 1,38 kilómetros para reponer caminos afectados por la traza.

Sobre la nueva plataforma se han construido dos calzadas con tres carriles por sentido entre ambos enlaces y dos carriles por sentido entre el enlace de Sils y el final del tramo en la conexión con la A-2 (tramo Sils-Caldes de Malavella, en servicio desde 2014). Con la nueva configuración de seis y cuatro carriles que ofrece ahora el nuevo tramo de la A-2 se ha multiplicado por tres y por dos respectivamente la capacidad del mismo tramo de la N-II, que era de dos carriles, uno por sentido. La sección tipo adoptada para el tronco es de dos calzadas, una para cada sentido de la circulación, con dos o tres carriles de 3,50 metros de ancho cada una, arcenes exteriores de 2,50 metros e interiores de 1,50 metros, bermas exteriores de 1,30 metros, banqueta de 0,75 metros en desmonte y cuneta de 1,50 metros (0,90 metros en el lado arcén y 0,60 metros en el lado desmonte). La mediana tiene una anchura de 2 metros. En relación con el firme, para el tronco se ha dispuesto una sección para categoría de tráfico 00 y un paquete de firmes formado por 25 centímetros de mezclas bituminosas en caliente.

Enlaces y estructuras

El nuevo tramo discurre entre dos enlaces ya existentes en la N-II y que han sido adaptados para dar servicio a la nueva infraestructura. En el enlace de Sils, consistente en una glorieta elevada sobre el tronco de la antigua carretera, se ha respetado su tipología, aunque adecuando los ramales a la nueva sección de autovía. En el enlace de Vidreres, con tipología de trébol, también se ha mantenido la configuración existente, adaptando los viales a la nueva traza. Este enlace es actualmente objeto de una remodelación integral en el marco de otro contrato del Plan N-II que, adjudicado en agosto de 2016 por 13,7 M€, prevé mejorar las prestaciones de esa conexión mediante la sustitución de un ramal en forma de lazo (para el movimiento desde Barcelona por la AP-7 hacia la A-2 en sentido Girona) por otro semidirecto con trazado más amplio que aumenta la capacidad y permite mayor velocidad. Este proyecto, además, contempla la construcción del nuevo enlace de Can Cartellá, al sur del de Vidreres, un nuevo trazado para la N-II entre ambos enlaces que mejorará las características del actual y que relegará a la N-II a una vía de servicio, una nueva vía de servicio y una nueva glorieta en la C-35 junto al peaje de AP-7.

En el capítulo de estructuras, a lo largo del nuevo tramo se han construido tres puentes para salvar el cruce de la traza con las rieras de Pins, Reg Clar y Reg Sorrer, tanto para el tronco de autovía como para una vía de servicio. Los tres puentes tienen un único vano con luces de 25, 25 y 20 metros respectivamente, y se han resuelto mediante tableros de vigas prefabricadas doble T y losa de hormigón armado *in situ*. También se ha construido un paso inferior de 72,9 metros que cruza el tronco de la autovía en el pk 4+898, consistente en un marco de hormigón armado de 9,00 x 2,20 metros de sección de paso. Por último, se han construido dos muros de hormigón armado de alturas variables, destinados a aproximar las vías de servicio a la autovía A-2 en puntos críticos por escasez de terreno disponible.

A lo largo del trazado, además, se han repuesto distintos servicios (líneas eléctricas, telefónicas y saneamientos) que habían resultado afectados por la nueva infraestructura. También se ha realizado la restitución ambiental y la integración paisajística de todo el ámbito del proyecto.

Javier R.Ventosa / Fotos: DCE Cataluña

“Vamos a sentar las bases para que el derecho a la vivienda sea una cuestión de Estado”

El ministro de Fomento, José Luis Ábalos (Torrent, Valencia, 1959), ha pasado por prácticamente todos los peldaños de la Administración desde que inició su carrera como político. Su primera responsabilidad pública fue como director de gabinete del delegado del Gobierno en la Comunidad Valenciana, en el primer Gobierno democrático. Años más tarde, fue jefe de gabinete en la Conselleria de Trabajo y director general de cooperación internacional de la Generalitat Valenciana.

Se curtió en la política municipal como asesor del grupo socialista en el Ayuntamiento de Valencia antes de ser concejal y diputado provincial. En 2009 entró de diputado en el Congreso, cargo que ha desempeñado hasta su designación como ministro de Fomento en junio pasado. También es el secretario de organización del PSOE desde 2017. En esta entrevista para la revista ‘Fomento’ hace un balance de su gestión.

¿Cómo ha afrontado su responsabilidad como ministro de Fomento y cuáles han sido sus principales retos?

La he afrontado con ilusión y compromiso. Cuando tomé posesión me comprometí a no parar nada y así ha sido. No sólo no hemos parado nada, sino que hemos acelerado la ejecución de muchas de las obras previstas y hemos impulsado estudios y licitaciones pendientes. El reto es cumplir los compromisos adquiridos sin generar falsas expectativas y priorizar la seguridad y la conservación de las infraestructuras, pues no entiendo la movilidad como algo separado de la seguridad. Siempre digo que Fomento es una cartera de derechos clave para vertebrar y cohesionar el territorio y para garantizar la igualdad de oportunidades. También quiero que el derecho a la vivienda esté garantizado en España y no sea un problema para los jóvenes y las clases medias.

¿Qué valoración hace de estos primeros meses de Gobierno socialista?

Hemos llevado al primer punto de la agenda europea el debate sobre la inmigración, un fenómeno global que sólo se puede abordar globalmente. Por lo que se refiere a la economía, España lidera el crecimiento en la zona euro: ahora hay que consolidar ese crecimiento apostando por la industria y la innovación tecnológica y aplicando políticas que garanticen una redistribución más justa de la riqueza. Nuestro acuerdo presupuestario con Podemos ha ido en esa dirección. En cuanto al problema territorial, Cataluña está hoy mejor que hace un año, lo que prueba que acertamos al apostar por soluciones políticas, por recuperar el diálogo y por distender la tensión.

¿Y qué balance realiza de esta primera etapa en Fomento?

Han sido meses muy intensos, de mucho trabajo, y ateniéndome a lo ya conseguido, el balance sólo puede ser positivo. Hemos acelerado los plazos de ejecución de proyectos en marcha y hemos planteado soluciones a problemas que parecían enquistados o que se habían cerrado en falso: me refiero, por ejemplo, a la situación de las concesionarias de las autopistas radiales, al conflicto laboral abierto con los controladores o las huelgas de tripulantes de cabina.

Nada más llegar al Gobierno, elevamos del 50% al 75% la bonificación del transporte de residentes de Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla, que era una demanda social relegada en los acuerdos presupuestarios alcanzados por el Gobierno del PP. Además, hemos priorizado la seguridad y la conservación de las infraestructuras, que cayó casi un 30% en los últimos años, porque no entiendo la movilidad como algo separado de la seguridad. Por eso, hemos bonificado y vamos a seguir bonificando determinados tramos de las autopistas de peaje para reducir la siniestralidad en algunos puntos negros de la Red Nacional de Carreteras.

También he tratado de dar una impronta más próxima a la ciudadanía y en cierto modo más sensible al Ministerio. Por eso he recibido en el Ministerio a la PAH y me entrevistado con las asociaciones de víctimas del Alvia, a las que pedí perdón en nombre del Gobierno.

Por lo que se refiere al modo ferroviario, hemos dado un impulso a la movilidad por ferrocarril en conexiones muy demandadas. Me refiero, por ejemplo, a la conexión entre Murcia y Madrid en tres horas mientras se ejecutan las obras del AVE; o a la conexión entre Granada y Madrid por Linares-Baeza.

Índice



Además, hemos conseguido el apoyo de la Eurocámara a la inclusión del corredor Cantábrico-Mediterráneo en la red transeuropea de transporte, lo que supone un primer paso para situar en la agenda de las inversiones comunitarias una infraestructura crucial para los intereses del país.

Por otro lado, estamos haciendo frente al incremento desorbitado de los alquileres e implementando una respuesta de Estado al problema de la vivienda, que es un problema transversal de las clases medias y trabajadoras.

Los datos son elocuentes: en los primeros 100 días de Gobierno aprobamos en Consejo de Ministros 66 asuntos que afectaban a Fomento con un presupuesto de más de 2.800 millones de euros. Y entre junio y octubre hemos incrementado las licitaciones de inversión en un 193% y la inversión en más de un 15% respecto a los primeros 5 meses del año, lo que cualitativamente coincide con lo que ofrecen los indicadores de las asociaciones del sector de la construcción.

¿Cuáles son las principales líneas de actuación en las que trabaja su Ministerio?

En materia de transportes, nuestra política está orientada hacia la movilidad y, por tanto, a satisfacer las necesidades de la gente. También, a favorecer una mayor productividad de las empresas. Soy muy consciente de que el Grupo Fomento es un motor muy importante para la economía del país: de hecho, somos el principal organismo inversor del Estado.

En materia de vivienda, vamos a poner las bases para que el derecho a la vivienda sea una cuestión de Estado. El Gobierno de España se ha desentendido demasiado tiempo de salvaguardar un derecho constitucional básico, como es el de la vivienda. Creo que la promoción de vivienda pública y la rehabilitación pueden ser dos motores para el desarrollo económico y la creación de empleo.

Además, hay que priorizar la transparencia, la digitalización, la eficiencia, el realismo y la seguridad. Siempre digo que concibo Fomento como una cartera de derechos, y que los ciudadanos tienen derecho a la movilidad y a la seguridad. La seguridad debe estar entre las prioridades, de tal forma que la conservación de las infraestructuras

debe estar en el centro de la toma de decisiones del Ministerio.

¿Cuáles son los avances más significativos en materia de vivienda?

El Gobierno impulsó, mediante la aprobación de un Real Decreto-ley, un paquete de medidas urgentes para tratar de afrontar la problemática más acuciante del mercado de la vivienda. Lamentablemente, no contó con el respaldo suficiente, por lo que volvimos a la casilla inicial. Esto, sin embargo, no nos detiene de seguir trabajando en una ley estatal de vivienda con la que pretendemos recuperar las políticas sociales que hagan efectivo el derecho a la vivienda para todos.

Los PGE preveían un aumento de 650 millones de euros para vivienda, lo que suponía un aumento de más del 43%. Los PGE no han salido adelante, pero la voluntad del Gobierno ha quedado manifiesta y actuaremos de forma coherente la próxima legislatura

¿Cuál es el objetivo a medio plazo?

Es necesario ampliar el parque público de vivienda en alquiler, que en España apenas llega al 2%, y dignificar los parques existentes, su mantenimiento y conservación. Estoy convencido de que trabajando juntos sector público y privado, más cooperativas y tercer sector, obtendremos resultados a medio plazo. Las políticas de vivienda no dan resultados a corto plazo. Por eso, el presidente Sánchez y yo mismo hemos manifestado la necesidad de alcanzar un pacto de Estado en materia vivienda.

Ya hubo una crisis del ladrillo; ¿puede haberla del alquiler?

En términos globales, el precio de la oferta de alquiler está todavía un 16% por debajo de los precios de 2007, cuando estalló la crisis, pero es verdad que en determinadas áreas de las grandes ciudades ha experimentado incrementos desorbitados, muy por encima de las posibilidades de las clases medias que tradicionalmente habían habitado esos barrios. Hay que corregir esta deriva para evitar que estalle una crisis del alquiler.

Pero para hacer políticas efectivas de vivienda que hagan frente a esta escalada de precios, necesitamos introducir una mayor transparencia en el mercado con estadísticas propias y que no sean los portales inmobiliarios los que fijen las expectativas de negocio. Y hay que tratar de corregir la escalada de precios por la vía de la oferta.

> La mejora de la red de cercanías, de la línea convencional Madrid-Extremadura y del transporte ferroviario de mercancías con acceso a los puertos son líneas prioritarias de actuación

¿En ese sentido va el 'Plan 20.000 viviendas' en alquiler asequible?

Sí, se trata de marcar una dirección, además de una pauta, y creo que lo vamos a lograr. El 'Plan 20.000' tiene una ejecución prevista de cuatro años, pero ya lo tenemos bastante avanzado. De hecho, hemos transferido 21,5 millones de euros a la Entidad Pública Empresarial de Suelo (Sepes) para promover la construcción de más de 5.000 viviendas destinadas a alquiler social, no superior a los 400 euros, en Madrid, Valencia, Sevilla, Ibiza y Málaga, que se sumarán a las 1.540 ya incluidas en el Plan Estatal de Vivienda. Es decir, esto supone que un tercio del 'Plan 20.000 viviendas en alquiler asequible' ya se va a materializar.

Sobre el fin de las concesiones de peaje, ¿tiene decidido el Gobierno qué fórmula va a aplicar para financiar las infraestructuras viarias de alta capacidad?

El notable incremento de la red en los últimos años, y los nuevos tramos que se pondrán en servicio en los próximos, hacen necesario abordar un debate sobre la conservación de la Red de Carreteras del Estado.

Permítame que les ofrezca un dato concreto: en 2009 y 2010, años previos a la crisis, se destinaron a la conservación de la Red de Carreteras del Estado más de 1.250 M€. Por otro lado, y a pesar que esta ha crecido en 8 años 800 kilómetros, en los últimos ejercicios la dotación presupuestaria ha rondado los 850 millones de euros, una partida muy insuficiente para conservar el conjunto de la red.

Esta situación ha hecho que se haya producido un deterioro de la conservación que ahora obliga a afrontar inversiones cuantiosas en reposición de firmes, lo que habría sido menos necesario con la existencia de una financiación estable para la conservación ordinaria de nuestras carreteras.

Por ello, entiendo que debemos tomar conciencia de la importancia de consensuar un modelo territorialmente equilibrado que garantice la suficiencia de recursos para la conservación de la red de carreteras pues, como he reiterado en otras ocasiones, su mantenimiento no es gratis.

Para abordar este tema, desde el Partido Socialista hemos propuesto recientemente la creación, en el seno de la Comisión de Fomento del Congreso de los Diputados, de una Subcomisión de Estudio de la Sostenibilidad de la Red de Carreteras del Estado, con el objetivo de contribuir al debate público sobre la materia. Debemos analizar bien la situación y establecer alternativas consensuadas para la sostenibilidad financiera de la conservación y explotación de la Red de Carreteras del Estado.

¿Por qué ha decidido el desvío de vehículos pesados hacia las autopistas?

Para el Gobierno es prioritaria la seguridad. Todas nuestras actuaciones en materia de transporte las queremos abordar con esta prioridad fundamental, conciliando la mejora en este ámbito con los efectos de la aplicación de las medidas necesarias para ello sobre los usuarios.

En este sentido, dentro de la Red de Carreteras del Estado existen carreteras convencionales que soportan un elevado tráfico de vehículos, lo que provoca en ocasiones graves problemas de congestión y seguridad a su paso por distintas comarcas y localidades.

Dicha problemática consideramos que puede ser mejorada si el tráfico de vehículos pesados se desplaza a las autopistas, cuyas características en cuanto a trazado y capacidad son superiores a las de las carreteras convencionales.

El balance que se desprende del desarrollo de este tipo de medidas, en aquellos puntos donde se han aplicado, se ha revelado muy eficaz con un impacto positivo, inmediato y significativo sobre la explotación de las carreteras afectadas. Cabe indicar, como ejemplo, que desde el inicio del desvío de pesados por la AP-68 y su prohibición de circular por la N-232 y la N-124, en los tramos de dichas carreteras a los que afecta la medida, no se ha producido ningún accidente mortal desde el pasado mes de diciembre de 2017 en que entró en vigor.

Por ello, el Ministerio de Fomento tiene previsto proseguir y extender su aplicación en la medida que se alcancen los correspondientes acuerdos para su desarrollo con las administraciones autonómicas.

Se está hablando ya de un nuevo Plan Extraordinario de Inversión en Carreteras (PIC), en el que sea posible la colaboración público-privada. ¿En qué va a consistir?

El Gobierno tiene preparado un nuevo Programa de Inversión en Carreteras (PIC) que complemente la inversión prevista vía presupuestos. Ya contamos con una previsión de licitación en 2019 de alrededor de 1.000 millones de euros, que va a suponer una importante inversión adicional en construcción y conservación.

Ya hay dos actuaciones en marcha que se van a llevar cabo por este nuevo PIC (en los tramos de la Autovía A-7 Crevillente – Murcia y Alhama – Murcia) y se está trabajando en otras que estarán listas próximamente.

Frente al planteado por el Gobierno anterior, este nuevo modelo concesional de obra es eficiente y equilibrado, pues supone un menor coste de financiación y se va a materializar a través de la licitación con proyectos constructivos, despejando incertidumbre sobre los costes finales. El plazo para las concesiones se limita a 10 años, lo que implica una menor incertidumbre financiera y las expropiaciones van a ser abonadas por el Ministerio.

¿Considera que se ha alcanzado ya el ritmo de inversión deseado?

Lo vamos alcanzando. Creo que en los últimos meses se ha realizado un importante esfuerzo por minorar los efectos de tantos años de recortes en la inversión. Prueba de ello es que, en el segundo semestre de 2018, se han licitado casi 6.400 millones de euros, lo que supone un 50% más que en el mismo periodo del año anterior.

Nuestro objetivo era que se aprobaran los Presupuestos Generales del Estado para 2019 y pudiéramos contar con las herramientas adecuadas para mantener este esfuerzo. Esto hubiera hecho posible desarrollar las metas de inversión marcadas.

El Proyecto de Presupuesto del Ministerio para este año contemplaba un incremento del 26,6% de inversión respecto a 2018. Ello nos hubiera permitido disponer de 9.973 millones de euros para inversión pública, 2.097 millones más que el año anterior, lo que representa un esfuerzo inversor del 0,79% del PIB.

Este crecimiento sería seis veces superior al crecimiento nominal de la economía y supondría que la inversión pública recuperaría gran parte del terreno perdido en los últimos años.

Además, con esos presupuestos, se hubiera podido reorientar la política en infraestructuras aumentando la inversión pública para alargar el ciclo económico, lo que supondría 285.000 puestos de trabajo, entre directos e indirectos.

En materia ferroviaria parece que está clara su apuesta por las Cercanías.

Estamos planteando una reorientación de la inversión ferroviaria que se dirija, prioritariamente, hacia las Cercanías y la Red Convencional. Por eso, el Proyecto de Presupuestos multiplicaba casi por 3 la inversión en ellos respecto a 2018. Esto tiene mucho que ver con la idea del Gobierno de revertir el abandono al que ambas habían sido sometidas en los últimos años y para tratar de garantizar la conexión y la movilidad interregional.

Se trata de un servicio muy utilizado y valorado por los viajeros y es una pieza fundamental del engranaje de la movilidad de las ciudades.

Una actuación clave al respecto es la adquisición por parte de Renfe de nuevos trenes de Cercanías y Regionales.

Otras de las líneas de actuación que vamos a abordar en materia ferroviaria serán la mejora de los sistemas de Cercanías (núcleos radiales de Barcelona, Girona y Tarragona, Madrid, Cantabria, Asturias, Comunidad Valenciana y País Vasco entre otros), las mejoras necesarias en el tren convencional de la línea Madrid-Extremadura y el impulso del transporte de mercancías con actuaciones de mejora como son los accesos a puertos y terminales.

Por otro lado, seguimos avanzando para cumplir los compromisos existentes en materia de alta velocidad, de cara a la pronta llegada del AVE a Granada, ya en pruebas, la culminación de la línea de alta velocidad a Galicia y los avances en la de Burgos-País Vasco-Frontera Francesa, la de Extremadura o en el Corredor Mediterráneo.

De ahí que, en el proyecto de presupuestos, Adif dispusiera de 1.090 millones de euros, casi un 190% más que en 2018) y Renfe de 263 millones, un 72% más.

Corredor Atlántico y Corredor Mediterráneo… ¿son compatibles?

No sólo son compatibles, sino que el Gobierno los interpreta como una prioridad única. El Corredor Atlántico y el Mediterráneo forman parte de las infraestructuras de integración con Europa. Por eso queremos conectarlos.

En materia de infraestructuras, nosotros tenemos una idea de país que va más allá de la suma de las visiones territoriales. Somos sensibles a la visión que se tiene en el territorio y comprendemos su valor. Pero tengo claro que el Ministerio tiene que aportar algo más: una visión del papel de las infraestructuras



en el equilibrio y la cohesión territoriales, en el derecho a la movilidad de las personas, en la capitalización del país en su competitividad y proyección internacional….

¿Y qué me dice de las perspectivas de Renfe?

Renfe tiene previsto lanzar un Plan Estratégico 2019-2023 que contemple su actividad, su posicionamiento en el mercado y sus retos y oportunidades para hacer frente al proceso de liberalización, en vigor en el transporte de viajeros a partir de 2020.

Sin lugar a dudas, ese plan hará una apuesta decidida por la incorporación de profesionales de distintos perfiles, así como una redefinición de las alianzas, con especial atención a su desarrollo internacional.

Tenemos que pensar que la liberalización de este mercado, aparte de un reto de negocios e ingresos, supone un importante cambio cultural y necesita que Renfe adapte su situación actual a un entorno diferente.

La navegación por satélite también ha llegado al transporte ferroviario y marítimo, este último pionero en adoptarla cuando el GPS se encontraba dando los primeros pasos en los 80. ¿Qué transformaciones prevé su Ministerio en el transporte ferroviario y navegación marítima con la llegada de Galileo?

En ambos modos va a suponer una auténtica revolución también, con mejoras de la seguridad y de la eficiencia.

En ferrocarriles, donde CEDEX, ADIF y Renfe están trabajando intensamente, podemos poner como ejemplo georreferenciar todos los miles de elementos de vía, lo que facilitará el mantenimiento o el tema de las eurobalizas, más relacionado con la seguridad. Otras aplicaciones se basan en proporcionar información en tiempo real para el usuario, o el intercambio de información entre los distintos modos de transporte, en un entorno donde el componente intermodal es cada vez mayor.

Respecto al sector marítimo, las aplicaciones son, de nuevo, múltiples. Puertos del Estado lo emplea para calcular subsidencias en diques, variaciones del nivel del mar, etc., y hay proyectos piloto para mejorar la localización de buques, por poner dos ejemplos.

Pero en el sector marítimo hay que destacar el servicio SaR de búsqueda y rescate, pues supondrá una gran ayuda para SASEMAR. Con Galileo, el tiempo de recepción del mensaje de socorro una vez se activa la radiobaliza será de apenas diez minutos frente una hora en la actualidad. La precisión será mucho mayor, del orden de metros frente a los 5 km. Y, por último, existe un canal de retorno que es doblemente útil: por un lado, se ha demostrado que la tasa de supervivencia aumenta muy notablemente cuando se tiene la certeza de que tu mensaje de socorro se ha recibido y la ayuda está en camino, por otro se evitará el problema de las falsas alertas que, aunque involuntarias, suponen casi un 90% del total.

Pero ya no me limito a estos dos sectores, va a haber igualmente una revolución en transporte de mercancías peligrosas, en mercancías perecederas, en geodesia, en tecnología de peajes, en el vehículo autónomo, etc.

¿Con qué se queda de este periodo?

Servir a tu país y comprobar que el trabajo que realizas sirve para solucionar los problemas de los ciudadanos compensa cualquier sacrificio. Además, estamos demostrando que somos capaces de llegar a acuerdos, a pactar, a concertar con el resto de fuerzas políticas y, por tanto, que somos el partido mejor preparado para gobernar en un nuevo tiempo marcado por el multipartidismo.

Ministerio de Fomento

Monográfico



Adquiérelo en nuestra Librería

Librería del Ministerio de Fomento
Centro de Publicaciones
Plaza de San Juan de la Cruz, 10,
28003 Madrid
Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00
https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web

Índice



Índice

Conexión entre dársenas

En ejecución el acceso ferroviario al puerto exterior de Ferrol, clave para mejorar su competitividad



Hincado de bulones expansivos durante la fase de sostenimiento del frente de excavación del túnel.

La Autoridad Portuaria de Ferrol-San Cibrao desarrolla desde hace 14 meses la obra del nuevo acceso ferroviario al puerto exterior de Ferrol, actuación estratégica para el crecimiento de esta dársena gallega. El proyecto, uno de los de mayor envergadura del Plan de Accesibilidad Portuaria, comprende la ejecución de un trazado ferroviario de 6,4 kilómetros de longitud que conectará el puerto interior con el puerto exterior y que discurre en su mayor parte en túnel y viaducto. Los trabajos se centran actualmente en la construcción del túnel de Brión (5,5 kilómetros), el de mayor longitud que se ejecuta actualmente en España.



El Ministerio de Fomento y Puertos del Estado desarrollan desde hace dos años el Plan de Accesibilidad Portuaria, iniciativa destinada a superar el déficit de conectividad terrestre de los puertos de titularidad estatal mediante la construcción de nuevos accesos por carretera y ferrocarril que fomenten el crecimiento del tráfico de mercancías y la intermodalidad de las instalaciones. El objetivo final es mejorar la competitividad del sistema portuario español, sector estratégico que en 2017 movió el 85% de las importaciones y el 60% de las exportaciones del país. La financiación de estos accesos corre a cargo del Fondo Financiero de Accesibilidad Terrestre Portuaria, instrumento dotado con más de 1.500 M€ procedentes de aportaciones del propio sistema portuario, de otras empresas del Grupo Fomento y de fondos europeos, y que hasta ahora ha aprobado la financiación de 47 proyectos.

Uno de los proyectos más relevantes aprobados por el Fondo es el acceso ferroviario al puerto exterior de Ferrol, actuación básica para mejorar la competitividad de esta dársena situada en la boca de la ría de Ferrol y a 6,5 kilómetros del puerto interior. El puerto exterior ya tiene conexión a la red de carreteras, pero para aumentar su capacidad de salida de grandes volúmenes de mercancía más allá de su *hinterland* más próximo necesita un acceso a la red ferroviaria. Con este nuevo acceso podrá desarrollar su máxima potencialidad como infraestructura portuaria, competir con otros puertos de la fachada atlántica europea por atraer tráficos de mercancías y posicionarse como puerto especializado en el tráfico de contenedores. Según la Autoridad Portuaria de Ferrol-San Cibrao, promotora del proyecto, el acceso ferroviario tendrá un importante impacto económico, traducido en el incremento en los tráficos de 10,4 millones de toneladas para el año 2035, la generación de 200 M€ de Valor Añadido Bruto (VAB) y la creación de más de 3.500 empleos, además de producir beneficios medioambientales por el empleo del ferrocarril cifrados en 700 M€ para el periodo 2020-2050.

Después de años de estudios, y una vez redactado el proyecto constructivo a cargo de la ingeniería Prointec, las obras del acceso ferroviario al puerto exterior se licitaron en 2016 y se adjudicaron en febrero de 2017 a la unión temporal de empresas AFPE Ferrol (Copasa, Ogmios Proyecto y Geotunel) por un importe de 72,5 M€ (IVA no incluido) y un plazo de ejecución de 46 meses. A este presupuesto se suman otros costes asociados, como asistencias técnicas, expropiaciones y ramales interiores, que elevan la inversión final a cerca de 90



▶Boca en la explanada de la puerta exterior, desde donde arrancó el ataque al túnel de Brión.

M€, financiados en su integridad por el Fondo Financiero de Accesibilidad Terrestre Portuaria. Tanto por el volumen de inversión como por su complejidad técnica, se trata de la actuación ferroviaria de mayor envergadura llevada a cabo hasta ahora por una Autoridad Portuaria. Como dato anecdótico, para la construcción de este acceso la Autoridad Portuaria de Ferrol-San Cibrao se convirtió en la primera de la red de Puertos del Estado en obtener un crédito del mencionado fondo.

Por presupuesto y complejidad, el acceso ferroviario al puerto exterior de Ferrol es por ahora la obra de mayor envergadura del Plan de Accesibilidad Portuaria

El proyecto

El proyecto constructivo del nuevo acceso ferroviario contempla las obras de infraestructura, plataforma, superestructura e instalaciones ferroviarias y no ferroviarias de un tramo de 6.374 metros de longitud que conectará las dos dársenas del puerto de Ferrol, la interior y la exterior, desarrollándose íntegramente en el término municipal de Ferrol. Sobre este trazado se implantará una plataforma de vía única, con exclusividad para tráfico de mercancías y adecuada para la circulación de trenes en ancho mixto (ibérico y métrico), que conectará con la red existente en el puerto interior. La elección del ancho métrico obedece a la importancia que este ancho de vía tiene en el transporte de mercancías en la cornisa cantábrica. Como medida compensatoria, la estructura llevará adosada en su primer tramo una pasarela peatonal de 3 metros de ancho que mejorará la conexión a pie de A Graña y A Cabana con la ciudad de Ferrol.

El trazado se divide en cinco tramos y discurre en el 97% por sus dos elementos principales, el túnel de Brión y el viaducto sobre la ensenada de A Malata. Su inicio se sitúa en el borde del cerramiento norte del muelle Fernández Ladreda, en la conexión con la red ferroviaria del puerto interior. Los accesos al puente, por tanto, están formados por dos estructuras de tipología distinta: losa de hormigón armado apoyada sobre el terreno, con voladizo lateral, y cajón de hormigón armado con voladizos, integrados precisamente por uno de los voladizos que arranca de la losa. Al elevarse la rasante ferroviaria se produce un cambio estructural para minimizar el peso de la estructura sobre el muelle y dar continuidad y homogeneidad de aspecto al binomio losa-pasarela, proponiéndose para ello un cajón de hormigón armado hueco, con hastiales y losa inferior de 75 cm de canto y losa superior de 85 cm de canto medio, manteniendo la misma geometría del paso peatonal. Esta solución se prolonga hasta la conexión con el viaducto.

El viaducto sobre la ensenada de A Malata, primer gran elemento del proyecto, es una estructura de 580 metros de longitud y 7,90 metros de anchura (sin incluir la pasarela peatonal) formada por dos tipologías distintas. En el tramo sobre el muelle Fernández Ladreda, de 280 metros de longitud, el tablero es una losa continua de canto variable (1,20 m en los laterales y variable en el centro), de hormigón pretensado, con 14 vanos de 20 metros. En el segundo tramo, que salva la ría, es una estructura de 299 metros de longitud, con cinco vanos de 60 metros de ancho, formada por tablero inferior mixto y coronada por una estructura metálica en celosía a base de arcos triangulados. El ancho del



▶Hasta ahora se ha excavado casi la cuarta parte del trazado subterráneo. En la imagen, tramo del túnel ya perforado.

tablero de este tramo es de 11,30 metros y a uno de sus costados se asocia la pasarela peatonal de 3 metros de ancho. En ambos tramos la cimentación es profunda: pilotes de 1,20 m de diámetro en el estribo 1 y las pilas 1 a 13 en el primer tramo y pilotes de 1,50 m de diámetro en las pilas 14 a 18 y el estribo 2 en el segundo tramo. Cuatro de las cinco pilas de este tramo están apoyadas en el lecho marino, sobre pilotes hincados a 26 metros de profundidad. La pendiente del tramo en viaducto es de 18 milésimas, a efectos de conseguir un gálibo de navegación en la ensenada de 9 metros durante la pleamar, suficiente para los barcos que navegan por esta zona.

Una vez cruzada la ría se inicia el túnel de Brión, principal elemento del acceso, que comunicará el puerto interior con la explanada del puerto exterior en Caneliñas mediante un trazado subterráneo de 5.575 metros. Por su longitud, se trata del túnel más largo actualmente en ejecución en España. El trazado se desarrolla a través de un macizo granodiorítico con presencia de zonas fracturadas y pasa cerca de varios puntos singulares. Desde el punto de vista de la rasante, el túnel, cuya montera máxima es de 224 metros, se desarrolla entre las cotas 20 m en la boca de A Graña y 8,90 m en la de Caneliñas. La sección de excavación media, de 72 m^2, que acoge los elementos de sostenimiento, revestimiento y hormigones de relleno, se compartimentará generando dos volúmenes independientes: uno ferroviario, destinado a la circulación de trenes en vía única de ancho mixto, así como a la ejecución de las aceras que construirán los pasillos de evacuación, de 0,80 m de ancho y 2,25 m de altura libre, de acuerdo con las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad de Seguridad en Túneles Ferroviarios; y otro, contemplado como zona segura, con un ancho mínimo de 1,50 m. La separación entre ambos se materializará mediante un tabique y las conexiones mediante puertas situadas cada 500 m como máximo.



Secuencia del proceso de sostenimiento.

En el capítulo de superestructura ferroviaria, el proyecto plantea la instalación de carril de 54 kg/m (UIC 54), suministrado en barras de 18 metros, traviesas metálicas de acero laminado en la vía hormigonada, sujeciones flexibles y, para la base de la plataforma, una placa de hormigón (HA-35) de 35 cm de espesor mínimo que irá dispuesta tanto sobre la sección tipo en el viaducto como en el túnel.

Ejecución del túnel

La obra del nuevo acceso ferroviario, dirigida por la Autoridad Portuaria, comenzó en septiembre de 2017 y se centra por ahora en la construcción del túnel de Brión, actuación iniciada desde el emboquille del puerto exterior y en la que actualmente trabajan 75 personas, con una producción continuada de 24 horas. Actualmente se han superado los 1.200 metros de excavación –casi la cuarta parte de sus 5.575 metros de longitud total–, rebasándose sin incidencias el primer hito geológico del trazado, la falla de Cariño. Hasta ahora se han alcanzado avances máximos de 180 m/mes –70 m/mes en la falla–, aunque el ritmo de excavación "ha estado condicionado por la calidad del macizo y la no disponibilidad de polvorín en obra, así como por las restricciones impuestas por el paso cerca del núcleo de Cariño", señala Jesús Busto, responsable de Infraestructuras de la Autoridad Portuaria. "Una vez superada la falla, y con el polvorín disponible, esperamos aumentar el ritmo hasta superar los 200 m/mes", apunta. El objetivo es concluir la excavación dentro del plazo de 30 meses previsto, lo que significa que terminaría en el verano de 2020. La conclusión de la obra civil del acceso ferroviario está prevista para 2021.

La ejecución de la obra está rodeada de condicionantes de tipo geológico, geotécnico, ambiental, de trazado y también administrativos. Como toda actuación subterránea, el factor principal es la caracterización geológica y geotécnica del terreno. El túnel discurre íntegramente dentro del complejo de Granodioritas de Ferrol, salvo los primeros metros de la boca de A Graña, donde entra en contacto con la serie de Esquistos de Órdenes. Se trata de un material formado mayoritariamente por granitos sanos, con resistencias medias elevadas, "pero está atravesado por rocas filonianas (dibasas, aplitas, pegmatitas, cuarzo, basaltos…) que se están constituyendo como vías de debilidad y de entradas principales de agua", señala el responsable de la Autoridad Portuaria. Además, el trazado debe atravesar siete fallas de primer o segundo orden con



Perforación de paraguas de micropilotes durante la fase de sostenimiento.

un elevado caudal potencial de infiltración de agua al túnel; la más relevante es la de Cariño, ya rebasada en fase de avance, donde los ensayos apuntaban caudales de infiltración muy elevados, con el consiguiente riesgo para la ejecución, además de ser la que se atraviesa con una menor montera, lo que eleva el riesgo de incidencias en superficie. El empleo planificado de inyecciones de resina se ha mostrado eficaz para minimizar estos caudales. También es delicada la excavación en puntos singulares junto al trazado, como el paso sobre el túnel de acceso a la estación naval de A Graña, que se realiza a menos de 10 metros, y el paso bajo los núcleos de Cariño –ya realizado– y A Graña.

Un último factor condicionante ha sido la no disponibilidad, durante la fase de redacción del proyecto, de la parcela de A Graña donde está prevista la ejecución de la boca este del túnel y el estribo 2 del viaducto. Por esta circunstancia, hasta el inicio de las obras, y en concreto hasta ejecutar el desbroce y tala de esa finca, no se ha dispuesto de la información topográfica y geotécnica de detalle de la parcela. Ello ha llevado a replantear, con respecto al proyecto original, tanto el modo de afrontar el inicio de la excavación del túnel desde esta boca como el emplazamiento de las instalaciones asociadas a la excavación, e incluso la solución estructural del estribo del viaducto. Actualmente se llevan a cabo los trabajos previos a la ejecución de la boca este del túnel en la referida parcela, que es de pequeñas dimensiones, orografía complicada y malos accesos, lo que exige un importante esfuerzo logístico añadido. Según las previsiones, el ataque al túnel desde la boca de A Graña comenzará a mediados de 2019.

El procedimiento seleccionado para la construcción del túnel es el Nuevo Método Austriaco de Túneles (NATM), en secuencia de avance y destroza, ejecutado con medios ordinarios. La perforación se realiza mediante técnicas de voladura controlada cuando se atraviesan terrenos competentes y abrasivos, y con medios mecánicos (retroexcavadoras, martillos hidráulicos) cuando se trata de materiales menos competentes, como suelos o rocas muy fracturadas. Para el control de filtraciones se ejecutan sondeos y taladros de reconocimiento hidrogeológico en las zonas sensibles, realizando inyecciones perimetrales de impermeabilización para evitar posibles afecciones. El procedimiento constructivo plantea dos etapas consecutivas para ejecutar el túnel: el sostenimiento y la impermeabilización y revestimiento. En la primera se dispone un sostenimiento provisional (hormigón proyectado reforzado con fibras metálicas, bulones de expansión y cuadros

Crecimiento constante

Situado en la boca de la ría, al abrigo del cabo Prioriño Chico y la ensenada de Caneliñas, el puerto exterior de Ferrol es el primero de su tipo construido en Galicia. Esta dársena, complementaria al puerto interior y a una distancia de 6,5 km del mismo, fue concebida para atender a grandes buques y el objetivo es consolidarlo como nuevo puerto *hub* (puerto con grandes volúmenes de trasbordo de mercancía entre buques) y puerto *gateway* (puerto hub que, además, dispone de un *hinterland* potente generador de grandes volúmenes de carga) en la fachada atlántica española. Para ello dispone de características propicias –900.000 m^2 de superficie, 1.500 m de muelle y calado de 20 m– y un emplazamiento geográfico cercano a las grandes rutas marítimas potenciadas con la ampliación del Canal de Panamá.



El puerto exterior fue construido en dos fases. En la primera (2001-2005) se construyó un dique en talud de 1.067 m y un muelle de 858 m, generando una superficie terrestre de 89 hectáreas. En la segunda (2008-2010) se amplió la línea de atraque hasta 1.515 m y se generó un nuevo muelle auxiliar de 145 m. La inversión público-privada global fue de 400 M€. En el capítulo de conectividad terrestre, clave para la competitividad del puerto exterior, el acceso viario se resolvió en 2009 con la inauguración de una carretera convencional (N-655) de 15 kilómetros que enlaza con la red estatal y autonómica al norte del puerto, quedando pendiente para completarlo el acceso ferroviario que ahora se está construyendo.

La historia del puerto exterior en sus 11 años de vida operativa es la del crecimiento progresivo de instalaciones, terminales y tráficos, solo atenuado por la crisis económica. En 2017, cuando recibió 282 buques, registró un tráfico de mercancías de 5,5 millones de toneladas (4,3 millones en 2016), lo que representa el 68% del total del puerto de Ferrol. Ese mismo año arrancó el negocio del tráfico de contenedores –apuesta de la Autoridad Portuaria para esta dársena, que requiere para ello del acceso ferroviario–, con la entrada en servicio de una terminal concesionada, seguida en mayo de 2018 de la apertura de la primera línea regular de contenedores entre Ferrol, el norte de Europa, Marruecos y Canarias. En los primeros seis meses, esta línea ha multiplicado por 10 el volumen de TEU (unidad de medida de los contenedores) movido el año previo en esta terminal. Según previsiones oficiales, con el nuevo acceso ferroviario al puerto exterior se podría llegar a los 820.000 TEUs en 2035.



Protección de un entorno sensible

Las obras del nuevo acceso ferroviario se desarrollan en una zona considerada medioambientalmente sensible por la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), por lo que se ha proyectado una serie de medidas preventivas y correctoras para minimizar el impacto de su construcción. Estas son las más relevantes:

- **Protección de la dinámica litoral,** la calidad de las aguas marinas y los aprovechamientos marisqueros de la ría de Ferrol. Las medidas afectan al viaducto sobre la ensenada de A Malata, en lo relativo al diseño (la DIA limitó a 5 las pilas en el lecho marino), a la solución constructiva de cimentaciones y pilas (mediante recintos estancos) y a las fechas de ejecución (con limitaciones temporales para alterar lo menos posible el banco marisquero de A Graña). También está prevista la instalación de barreras anticontaminación, depósitos confinados de fango, trampas de sedimentos y parcelas de seguimiento de cultivo larvario, entre otras. Los estudios de la Universidad de Santiago de Compostela, además, han confirmado que el viaducto tendrá un impacto nulo sobre las corrientes de la ensenada.

- **Protección del territorio**. La elección de un trazado que discurre en un 80% de forma subterránea es el método más sostenible para minimizar el impacto de la infraestructura sobre la superficie terrestre.

- **Protección de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas**, mediante dispositivos de retención de sedimentos, balsas y arquetas de decantación, impermeabilización de superficies de zonas de instalaciones, plan de gestión de residuos.

- **Protección del patrimonio cultural**. Ejecución de proyecto para la puesta en valor del muelle y dique de mareas de A Cabana, singular construcción para la fabricación de barcos basada en el principio de llenado y vaciado a través del flujo marino, fechada en 1810 y que es de las más antiguas de su tipo en Galicia.

- **Seguimiento de niveles de ruido y vibraciones** durante las obras del túnel e instalación de medidas anti-vibratorias en la plataforma en el entorno de la boca este del túnel.

- **Mejoras complementarias en el entorno**. Construcción de una pasarela asociada a la plataforma ferroviaria que cerrará la circunvalación pedestre de la ensenada de A Malata, mejorando la movilidad en la zona. Regeneración del banco marisquero de A Malata-A Graña.

- **Restauración, revegetación e integración ecológica y paisajística**.



Infografía del viaducto sobre la ensenada de A Malata y el muelle Fernández Ladreda, que tendrá 580 metros de longitud.

metálicos), de tipo ligero y flexible, "que permite la deformación controlada del terreno para liberar tensiones y, en suma, para alcanzar un equilibrio tensión-deformación con el menor sostenimiento posible", explica Busto. En la segunda, "tras alcanzar el equilibrio de movimientos, y una vez finalizada la excavación del túnel en toda su longitud", agrega, se procederá a ejecutar el revestimiento definitivo, a base de hormigón en masa con fibras de polipropileno, encofrado, en tipologías ligera y pesada en función del terreno.

Aunque la ejecución del túnel no ofrece innovaciones constructivas especiales, sí se están empleando algunos procedimientos singulares, como las ya mencionadas inyecciones de resinas organominerales para el sellado y consolidación del terreno en zonas con alta presencia de agua, y próximamente se implementarán cámaras de refugio mineras como medida adicional de seguridad en caso de emergencia. También se está estudiando la posibilidad de implementar tecnologías de auscultación más novedosas para los trabajos de los primeros metros del túnel desde la boca de A Graña, como los escaneados de alta resolución y la monitorización con estaciones totalmente automatizadas.

Javier R. Ventosa / Fotos: Autoridad Portuaria



Vista aérea del puerto exterior de Ferrol.

Índice

El nuevo aeropuerto internacional Región de Murcia



Índice

Avión A MurciA



Índice

El nuevo Aeropuerto Internacional Región de Murcia (AIRM), uno de los principales dinamizadores de la economía regional y un elemento clave para mejorar su conectividad, comienza sus actividades con una clara vocación internacional. Inicialmente son tres los países con conexión con el aeródromo murciano: Reino Unido, Bélgica e Irlanda.



▶La plataforma de estacionamiento para aeronaves tiene una superficie de 74.000 m².

El Aeropuerto de Murcia-San Javier, instalación perteneciente al Ministerio de Defensa cuya gestión comercial asumió Aena como base militar abierta al tráfico civil, da el relevo a un moderno y completo nuevo aeropuerto que, ubicado en la localidad de Corvera y a sólo 20 minutos de la capital murciana, podrá dar servicio a los millones de turistas que visitan la Región de Murcia cada año.

Desde Murcia, Ryanair opera las rutas a Londres-Stansted, Londres-Luton, Manchester, East Midlands, Birmingham, Leeds-Bradford y Dublín, mientras que easyjet opera a Londres-Gatwick, Londres-Southend y Bristol y TUIfly conecta con Bruselas-Charleroi y Amberes.

Próximamente se unirán otros destinos como Praga (República Checa), Varsovia (Polonia) o las ciudades noruegas de Oslo, Bergen, Stavanger y Trondheim. Además, Murcia volverá a tener conexión aérea con un destino nacional, tras el último, con Madrid, en enero de 2017, cuando la aerolínea Volotea opere una ruta al Aeropuerto de Asturias, a partir de mayo de 2019.

El Aeropuerto Internacional Región de Murcia, en el que se prevén hasta cuatro millones de pasajeros al año y tiene una capacidad para 140 operaciones diarias, ofrece unas modernas instalaciones, garantía de que las operaciones de tráfico aéreo se lleven a cabo en condiciones de máxima seguridad, además de permitir disfrutar a pasajeros y usuarios de todos los servicios que precisen.

La terminal del nuevo aeródromo de Murcia destaca por su luminosidad. Ofrece más de 37.000 m2 de superficie y consta de dos grandes vestíbulos:



▶Ocho controladores forman parte de la plantilla de personal responsable de la torre de control.

Índice





uno para llegadas y otro para las operaciones de salida, con 24 mostradores de facturación convencionales y uno para equipajes especiales.

La planta superior de las instalaciones acoge los filtros de seguridad y la zona de embarque que cuenta con tres puertas sin controles fronterizos, destinadas a pasajeros de países pertenecientes al Espacio Schengen, y otras seis puertas con control para pasajeros del resto de países. El nuevo Aeropuerto Internacional Región de Murcia cuenta con una sala de recogida de equipajes con cuatro cintas, tres convencionales y una para equipajes especiales.

La pista del nuevo aeropuerto para la Costa Cálida y Murcia mide 3.000 x 45 metros, con una calle de rodadura paralela completa, una salida rápida en el aterrizaje por la cabecera 23, dos apartaderos de espera en ambas cabeceras y dos calles de acceso a plataforma.

La plataforma de estacionamiento de aeronaves tiene una superficie de 74.000 m2 con diversas posiciones para aviones tipo B738/A321, B753/B763, B738/A321, B747 y de aviación general y corporativa / jets de negocio, así como dos puestos para helicópteros.

El servicio de control de tráfico aéreo en el nuevo Aeropuerto Internacional Región de Murcia lo gestiona Ferronats, empresa participada por Ferrovial y NATS —National Air Traffic Services—, primer operador comercial de tráfico aéreo en España y principal proveedor de servicios de navegación aérea en el Reino Unido. Actualmente, Ferronats presta servicio en torres de control de otros 9 aeropuertos españoles. Este servicio abarca la fase final de descenso y la inicial de despegue de las aeronaves, así como el movimiento de éstas en tierra.

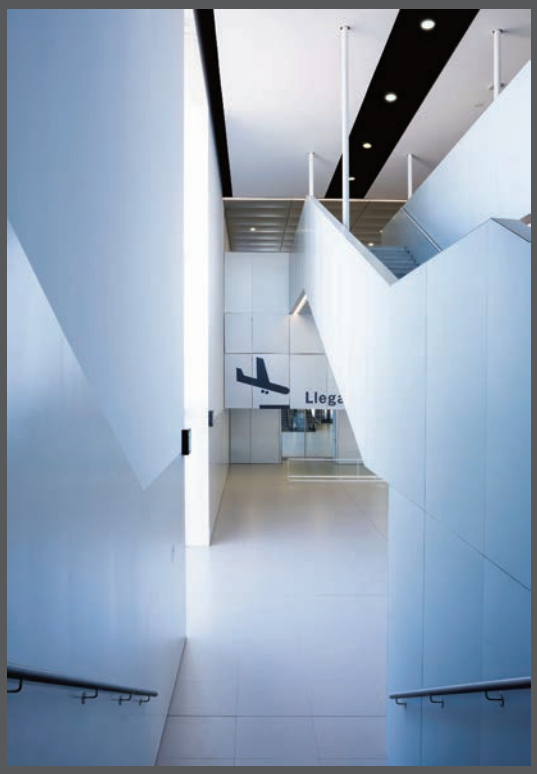
El personal responsable de la torre de control del aeropuerto murciano lo forma una plantilla de ocho controladores habilitados, uno de los cuales es el jefe de torre. Tanto la propia torre como su edificio anexo cuentan con la última tecnología en equipamiento de comunicaciones y meteorológico.

Gran oferta de servicios

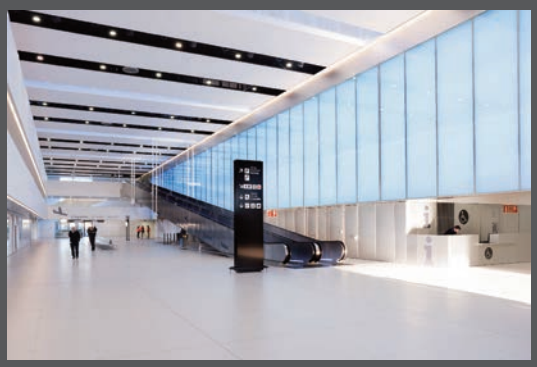
El Aeropuerto Internacional Región de Murcia, con su oferta comercial y de restauración, es fiel reflejo de la apuesta de Aena por la calidad y por ofrecer la mejor experiencia al pasajero,

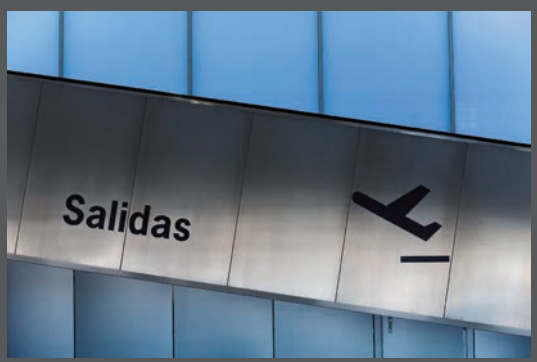
Índice





▶En esta serie de imágenes: La terminal, de gran luminosidad, cuenta con más de 37.000 m^2 de superficie y está formada por dos grandes vestíbulos: uno para llegadas y otro para salidas, con 25 mostradores, incluido uno para equipajes especiales.









adaptándola a los diferentes perfiles. Cuatro puntos de restauración y 18 máquinas expendedoras de alimentos y bebidas garantizan la mejor oferta para los viajeros que salgan o lleguen a Murcia vía conexión aérea.

Los establecimientos llegarán a ocupar una superficie cercana a los 1.200 m2, estando distribuidos en el edificio terminal entre el vestíbulo de facturación y llegadas y la zona de embarque. Los cuatro locales de restauración se presentan en diferentes formatos —cafeterías, restaurantes y tiendas de conveniencia—.



▶El nuevo Aeropuerto Internacional Región de Murcia (AIRM) está situado a solo 20 minutos de Murcia y presta servicio a todas las localidades del Campo de Cartagena y la Costa Cálida.

Índice



▶Ferronats, empresa participada por Ferrovial y NATS, principal proveedor de servicios de navegación aérea en el Reino Unido, gestiona la torre de control del nuevo aeropuerto de la Región de Murcia.

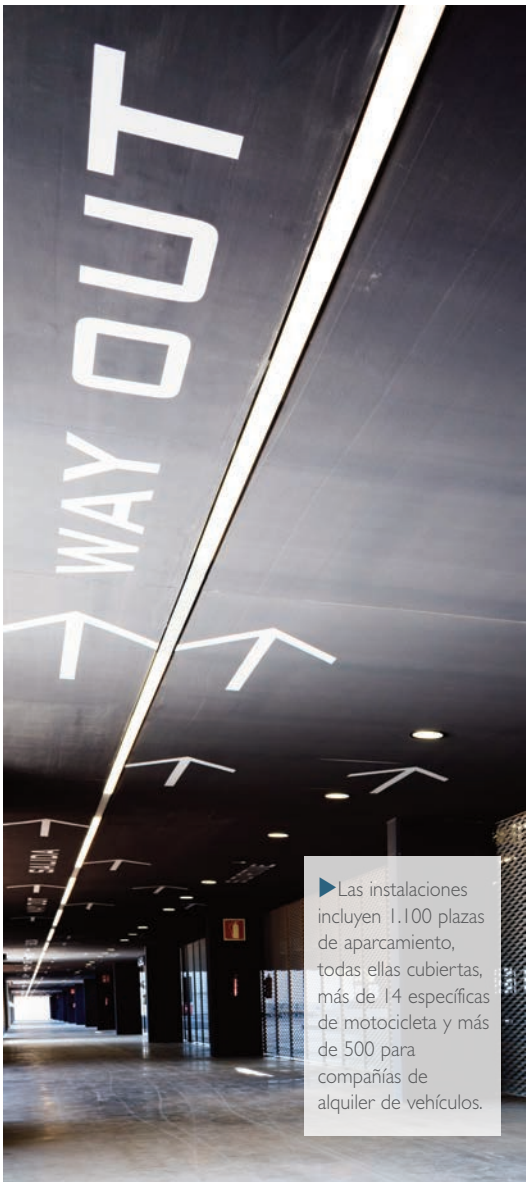
Índice



El Aeropuerto Internacional Región de Murcia también incluye en su oferta un espacio de venta de artículos libres de impuestos y productos delicatesen, tienda de regalos y dos establecimientos con oferta multitienda —prensa, libros, snacks…—, así como dos cajeros automáticos.

Las instalaciones del nuevo aeropuerto de Murcia incluyen un aparcamiento público con capacidad para más de 1.100 vehículos, con todas las plazas cubiertas. Ofrece además 14 plazas específicas de motocicleta. A ellas se suman las 528 plazas, también cubiertas, destinadas a las tres compañías iniciales de alquiler de coches que aumentarán a cinco próximamente.

Jaime Arruz



▶Las instalaciones incluyen 1.100 plazas de aparcamiento, todas ellas cubiertas, más de 14 específicas de motocicleta y más de 500 para compañías de alquiler de vehículos.



Índice

La larga y fructífera labor profesional de Miguel Ángel Losada Rodríguez le ha permitido reunir méritos suficientes para ser galardonado con el Premio Nacional de Ingeniería Civil 2018.

Miguel Ángel Losada

Un ingeniero científico



"Un indiscutible referente" de la ingeniería marítima y portuaria en su triple faceta como docente, investigador y proyectista. Así califica el jurado del Premio Nacional de Ingeniería Civil a Miguel Ángel Losada Rodríguez, a quien otorga este galardón en reconocimiento a su larga y fecunda labor profesional por lo que representa en el campo de la ingeniería civil, y concretamente, –dice el acta— para el prestigio internacional de la ingeniería marítima y portuaria española en su evolución tecnológica, aportando componentes innovadores a nivel mundial.

"Yo me defino como un ingeniero al que le gusta aplicar el conocimiento científico", asegura Losada Rodríguez, que quiere agradecer a nuestras instituciones el premio "porque es un claro ejemplo de que la Universidad, Puertos del Estado o el Ministerio de Fomento funcionan, ya que me han permitido realizar mi trabajo al máximo nivel con la máxima calidad, y se me ha reconocido con este galardón", que hay que decir que obtiene a propuesta de Enrique Castillo Ron, que forma parte del jurado en su calidad de miembro de la Academia de Ingeniería.

En su actividad docente el galardonado destaca como impulsor del conocimiento científico y técnico y por su contribución a la formación de profesionales e investigadores en el ámbito de la ingeniería civil. Prueba de ello es que fomentó, asegura el jurado, la construcción de laboratorios modernos y avanzados en Granada y Cantabria, donde ha desarrollado la mayor parte de su trayectoria, además de promover un proyecto de homogeneización de técnicas experimentales en España.

En lo que respecta a su faceta investigadora, ha sido pionero en la formación de grupos de trabajo para el desarrollo científico-técnico en áreas costeras y portuarias que son reconocidos hoy como referentes y embajadores de la tecnología española en el ámbito internacional. Ha situado entre sus prioridades la sostenibilidad del medio marino y de la franja costera, dentro de su dedicación a la ingeniería de puertos, estructuras costeras, morfodinámica costera y fluvial, ingeniería del viento y morfodinámica atmosférica, hidrología, fiabilidad y análisis de riesgos y gestión integrada.

También ha participado, en el campo de la normativa, en la redacción de las Recomendaciones de Obras Marítimas y Portuarias de Puertos del Estado que, en su día, supusieron un punto de inflexión en el diseño de este tipo de infraestructuras en nuestro país.

Es autor de más de 450 publicaciones científicas, ha dirigido alrededor de 40 tesis doctorales, ha participado en más de 300 trabajos presentados en congresos internacionales y nacionales, es responsable de 70 proyectos de investigación del Plan Na-

cional, Programas Europeos y Planes Regionales, y ha dirigido y participado en 250 proyectos, convenios y contratos de transferencia tecnológica para empresas y administraciones nacionales e internacionales, con el desarrollo de herramientas y metodologías que hoy en día son utilizadas en numerosos países.

Actualmente es miembro del Consejo Asesor del Ministerio de Fomento, que es el órgano que evalúa los programas de inversión en infraestructuras de este departamento. "Somos un conjunto de diferentes especialistas –nos explica—que funcionamos como un órgano colegiado al que le llegan las propuestas de planificación e inversión, las debatimos, redactamos las recomendaciones que consideramos oportunas acerca de su idoneidad y justificación desde los puntos de vista social, técnico, económico y ambiental".

Trayectoria

Losada, que a sus 72 años proyecta la vitalidad y el entusiasmo de los que empiezan –hasta el timbre de su voz corresponde al de una persona mucho más joven– tiene orígenes asturianos, aunque nació en Salamanca y se crió en Bilbao. Nos cuenta que su familia se trasladó a la capital vizcaína porque su padre obtuvo una cátedra en la Escuela de Peritos Industriales y, en este momento, es cuando recuerda que la vocación docente le viene de familia "lo llevo en los genes", asegura, y añade que siempre quiso enseñar, como su padre, que era catedrático de Análisis Matemático, o como su abuelo que era maestro, pero, en su caso, tenía muy claro que lo que le interesaba eran las infraestructuras marinas.

> "Yo me defino como un ingeniero al que le gusta aplicar el conocimiento científico".

Llegó a Madrid en los años sesenta para estudiar en la Escuela de Caminos, Canales y Puertos, estudios que finaliza en el año setenta y obtiene el doctorado en 1976 con el proyecto de tesis "Método de previsión de oleaje direccional". Tras un breve periodo como becario en formación de personal investigador, pasa a ocupar una plaza de profesor en la Escuela de Caminos de la Politécnica madrileña.

Se inicia así en el camino de la docencia, de forma paralela al de la investigación ya que entonces obtiene también su primer contrato en el Ministerio de Fomento a través del CEDEX, la Red de Medidas de Oleaje. Asegura que, actualmente, "es la más importante del mundo, formada por instrumentos de medida –boyas, mareógrafos y radares de alta frecuencia–, servicios de predicción –oleaje, nivel del mar, corrientes y temperatura del agua– y modelos climáticos, elementos todos ellos esenciales en el ámbito portuario y costero".

Tras un paréntesis entre los años 1973 a 1976, en los que regresó a Bilbao para trabajar en la empresa privada, volvió a retomar la docencia al obtener una plaza de catedrático interino en la Escuela de Caminos, Canales y Puertos de Santander, para enseñar esas materias que le apasionaban.

También ha impartido clase en la Escuela de Industriales en la Universidad del País Vasco, ha sido catedrático en la Universidad de Cantabria, profesor de Puertos en la Politécnica de Barcelona e, incluso, profesor visitante en Delaware y en la John Hopkins, ambas universidades de EEUU, para recalar finalmente en 1998 como catedrático en la Universidad de Granada (UGR) –de la que actualmente es profesor emérito– en el Área de Ingeniería Hidráulica, materia que también impartió en la Escuela de Caminos de Ciudad Real.

El traslado a Granada –ciudad en la que alterna su residencia con Santander– supuso todo un reto para él. "La Universidad tenía una experiencia muy sólida en carreras de ciencias y letras, pero no en las técnicas como Caminos, Canales y Puertos, por lo que participé en su desarrollo empezando en materia de infraestructuras marítimas desde cero. En poco más de treinta años ha conseguido estar muy asentada, y hay muchos grupos de investigación, tanto básica como aplicada, que la han llevado a alcanzar un gran prestigio en diferentes ámbitos de la ingeniería civil, entre ellos la de puertos y costas", según nos cuenta.

Su especialidad como docente han sido las asignaturas del área de Ingeniería Hidráulica, especialmente de las relacionadas con la Ingeniería Marítima, la Mecánica de Fluidos, Hidrodinámica, Morfología de Zonas Costeras, diseño de Puertos, Dinámica Atmosférica, y un largo etc., asociado a



▶Puerto de El Musel. Tramo de transición y cambio de alineación entre dique Tones en talud y dique Norte.

la evolución de los planes de estudios en España de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y del Grado en Ingeniería Civil, así como en másteres y programas de doctorado, lo que le ha llevado a tutelar más de trescientos trabajos entre proyectos de fin de carrera y de máster.

Ha sido impulsor y coordinador del Programa de Doctorado en Planificación, Fiabilidad y Riesgo en Ingeniería Civil, al que ha estado dedicado desde 1999 hasta 2002. Asimismo, del Programa de Doctorado Universitario UGR-UCO-UMA (Universidades de Granada, Córdoba y Málaga) coordinado por la UGR Dinámica de Flujos Biogeoquímicos y sus Aplicaciones, que obtuvo Mención de Calidad en todas las convocatorias del Ministerio de Educación y Ciencia, y finalmente Mención hacia la Excelencia en 2011. También puso en marcha en 2006 el Máster Interuniversitario UGR-UCO-UMA, que dirigió hasta 2015.

Investigador y divulgador

Esta amplia y fructífera trayectoria universitaria durante la cual ha formado a un número incontable de ingenieros, ha servido también para desarrollar su actividad investigadora y transmitir los conocimientos que adquiría con ella. “Desde la Universidad –explica– además de la labor docente desarrollamos líneas de investigación inspiradas por los ingenieros que están proyectando,

Índice



▶Puerto de El Musel. Dique Tones en construcción preparado para los temporales de invierno.

construyendo o gestionando las infraestructuras. Es un sistema de ida y vuelta en el que ellos nos plantean los problemas y las dificultades que encuentran al proyectar sus infraestructuras y nosotros profundizamos en el conocimiento para encontrar y desarrollar soluciones con base científica".

Su actividad en este ámbito ha combinado la investigación básica y la aplicada, lo que le ha llevado a ser pionero con algunas soluciones que han tenido un gran impacto científico y profesional, y que le ha supuesto, entre otros reconocimientos, el ingreso como Académico de Número en la Real Academia de Ingeniería en el año 2000.

Entre esas intervenciones, una de las más destacadas es la ampliación del puerto de Gijón, que situó a la localidad asturiana a la vanguardia por el dique de abrigo que se construyó en él, hasta el punto de que algunos llegaron a calificar a Miguel Ángel Losada como "el cerebro de El Musel", aunque él dice que fue "un asesor del equipo de ingenieros que lo construyó". Su trabajo fue especialmente valorado en el Principado, teniendo en cuenta que gran parte de los puertos asturianos fueron remodelados bajo su criterio: Luanco, Tazones, Luarca, Cudillero, o Llanes, entre otros.

También ha dejado su impronta en el puerto granadino de Motril, con la extensión del dique seco; en el puerto de la ciudad de Málaga, en las dársenas interior y vieja; en Almería, en el dique exterior; en Cantabria, con los estudios de la estabilidad del puntal de Somo y su interacción con el canal de navegación; en Castro Urdiales, con el refuerzo del dique exterior; además de en el Puerto de Cadiz, en el diseño de un muelle para el tráfico de pasajeros en la Bahía, de la nueva terminal de contenedores y en el dique de protección.

Por otra parte, es el fundador de cuatro grupos de investigación que actualmente son líderes, tanto a nivel nacional como internacional, en sus respectivas líneas de trabajo. El primero de ellos, el de Ingeniería Oceanográfica y de Costas –que dirigió desde su inicio en 1979 hasta finales de

Reconocimientos

2018 Premio Nacional de Ingeniería. Ministerio de Fomento.

2017 Reconocimiento a su contribución al Derecho Ambiental del Grupo SEJ-459 en las III Jornadas Internacionales sobre Riesgos Naturales, Sociedad y Derecho.

2017 Premio Fundación Nueva Cultura del Agua, Andalucía.

2014 Diplomate Enmerit of the Academy of Coastal, Ocean, Port&Navigation Engineers, American Society of Civil Engineers, USA.

2013 Miembro de Honor Colegio Ambientólogos de Andalucía.

2012 Premio Universidad de Granada a la Divulgación Científica a "Las Riberas del Mar Océano".

2011 International Coastal Engineering Award, American Society of Civil Engineers, USA.

2010 Premio Aguas de Mayo, Ecologistas en Acción.

2009 Premio a la Trayectoria Profesional. Comité X Jornadas Españolas de Costas y Puertos.

2008 Premio Andalucía de Investigación Antonio de Ulloa en el Área de Ingeniería y Arquitectura. Junta de Andalucía.

1990 Medalla de Honor del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

1990 Cultural Heritge Award Europa Nostra: Oyambre Espacio Natural.

1987 Premio Periodístico sobre temas de urbanismo 1987. Ministerio de Obras Públicas. Instituto del Territorio y Urbanismo.

1997– y que junto con el grupo de investigación de Emisarios Submarinos, constituido en 1990 en colaboración con el profesor Revilla y con la Confederación Hidrográfica del Norte de España, fueron el embrión de lo que hoy en día es el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria, IH Cantabria, uno de los centros de investigación de mayor prestigio en el mundo de la ingeniería marítima y de costas.

Paralelamente, en 1982, en colaboración con el profesor Castillo y con la empresa Nuclenor, fundó el grupo de investigación para el Análisis de Riesgos en Centrales Nucleares, y a su llegada a Granada, puso en marcha en Grupo de Dinámica de Flujos Ambientales, al que ha estado dedicado hasta 2017.

Entre sus responsabilidades institucionales, durante su etapa en la Escuela de Caminos de Santander, fue gerente de la Fundación Torres Quevedo y director de la Escuela. Entre los años 2009 y 2011, director del Centro Andaluz de Medio Ambiente, organismo que evolucionó hacia el Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra en Andalucía, (IISTA), que dirigió hasta 2017. Proyectó, construyó y puso en marcha los laboratorios de Ingeniería de Puertos y Costas e Ingeniería del Viento de la Universidad de Granada, el tanque direccional de oleaje, el canal de ola-corriente, el canal de ola-corriente-viento-lluvia, y el túnel de viento de capa límite, recursos imprescindibles para el desarrollo investigador.

Como divulgador científico su trabajo también ha sido muy fructífero y prueba de ello es su actividad como conferenciante, en la que cuenta con más de dos centenares las charlas nacionales e internacionales impartidas, e incluso una serie documental, de 13 episodios realizados entre 2008 y 2009, para TVE: Las Riberas del Mar Océano, con el respaldo del Ministerio de Medio Ambiente.

Ha sido promotor y miembro de la Fundación para el Fomento de la Ingeniería del Agua entre los años 1999 y 2007, y del Consejo de Dirección de la revista científica: Ingeniería del Agua, entre 1999 y 2007.

Es autor de la patente Dique en talud con tipología de máxima estabilidad en 2008, y de los productos de software con registro de propiedad intelectual WiMMed, para el modelado hidrológico de cuencas; Meteomap, para crear mapas meteoro-



▶Miguel Angel Losada.

lógicos interactivos; Hidrodem, para soluciones de hidrodemolición; Guadalfortran, para el modelado hidrológico e hidráulico en cuencas mediterráneas 2010; y CEMIS 2013, para la gestión de la construcción de emisarios submarinos.

Proyección internacional

Miguel Ángel Losada Rodríguez se convirtió en el primer español premiado por la American Society of Civil Engineers, que le otorgó en 2011 el International Coastal Engineering Award y en 2014 el Diplomate Emerit of the Academy of Coastal, Ocean, Port&Navegation Engineers, galardones que, sin duda alguna, ampliaron su proyección internacional. Curiosamente, años después, esta misma institución estadounidense premió a su hermano Iñigo, ingeniero y profesor universitario como él, con el Jonh G. Moffat - Frank E. Nichol Harbor and Coastal Engineering Award.

La valoración que hace de este importante premio es muy generosa, ya que cree que significó un reconocimiento global al sector de la ingeniería de costas española. Asegura que "sirvió, en primer lugar, para reconocer el liderazgo de nuestro país en ingeniería de costas, y potenció un camino de intercambio de conocimientos con otras universidades extranjeras a través de las estancias asociadas a los proyectos de investigación, tanto acudiendo como profesores invitados disponiendo de "periodos sabáticos" como recibiendo profesores extranjeros en nuestras universidades, además de nuestra participación en conferencias y cursos internacionales con gran prestigio".

De hecho, nos relata que él ha disfrutado de estos denominados "periodos sabáticos" en tres ocasiones en EEUU, dos de las estancias en la Universidad de Delawere, y una tercera en la Johns Hopkins University. "Es un periodo que sirve para recargar pilas, aprender de otros colegas y consolidar nuevos

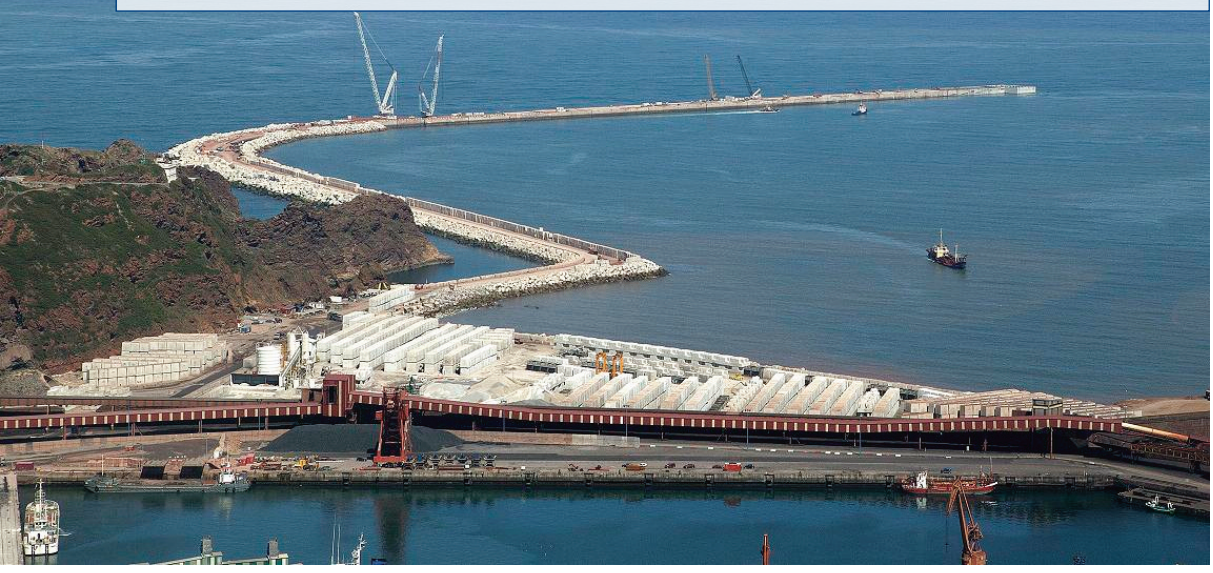
El "cerebro" de El Musel

La ampliación de El Musel, el puerto de Gijón, fue un auténtico reto tecnológico "allí donde la combinación de marea, viento y olas es excepcionalmente compleja", asegura, y que situó a la localidad asturiana como capital mundial de los diques de abrigo, tuvo detrás a Miguel Ángel Losada, al que muchos consideran el "cerebro" del proyecto, pero del que él se considera un asesor más del equipo de ingenieros que participó en su proyecto y construcción.

Losada, que se muestra satisfecho con su participación en esta obra, aunque su arranque fue muy complicado por las dificultades –entre otras– de acopio de materiales, vivió su desarrollo desde los estudios previos que proponían distintas soluciones hasta la ejecución de la definitiva, que se realizó con muy pocas modificaciones de tipología y diseño en planta. Uno de los aspectos más complejos fue resolver el entronque del dique de Torres, construido en talud, con el dique Norte, formado por cajones.

En un principio, según nos cuenta, se plantearon "ejecutar un dique de cerca de 4.000 metros, todo él en talud de escollera y bloques. Es sencillo comprobar que el acopio y el transporte de material necesario colapsaba el tráfico rodado en Asturias. Por eso, en el frente norte, donde la profundidad de agua supera los 25 metros y las olas más altas no llegan romper por el efecto del fondo, se optó por un dique vertical. Esa decisión resolvía un problema, pero nos abría uno nuevo –recuerda—que era proyectar el encuentro del dique en talud con el dique vertical en una zona con cambio de alineación y de convergencia de la energía del oleaje. Se resolvió con una tipología envolvente de bloques de hormigón de 200 toneladas que fue verificada mediante experimentación a escala en el tanque de oleaje".

Nos explica que este proyecto es un ejemplo claro de la colaboración entre la Universidad, los proyectistas y constructores. La transición dique talud – dique vertical se concibió en la "mesa de diseño" y se verificó en el laboratorio. "Ese conocimiento que adquirimos con la experimentación en el laboratorio –explica Losada—lo conceptualizamos y junto con los proyectistas, que se ocupaban del diseño, y los constructores, se tomó una decisión que finalmente fue la que se ejecutó". "Esto demuestra –concluye-- que la ingeniería marítima es un trabajo de equipos: planificadores, investigadores, proyectistas, constructores y gestores. Todo es poco para enfrentarse a la mar".



▶Puerto de El Musel. Parque de bloques, dique Tones y dique Norte.

conocimientos para con todo ello crear doctrina en tu cabeza". Es un periodo voluntario, pero Losada Rodríguez considera que debería ser obligatorio por los beneficios que aporta ya que "el oficio de investigar es esencialmente método, con algo de intuición y suerte. De cualquier modo, requiere maduración, orden, autocrítica, intercambio de conocimientos, todo aquello que forma parte consustancial de la vida del intelectual y del artista, y el periodo sabático puede ser una experiencia relevante para ese objetivo".

El terreno de la normativa también le ha servicio para crecer en esa proyección internacional, ya que ha participado en el Programa ROM de Puertos del Estado (Recomendaciones de Obras Marítimas y Portuarias de aplicación para aquellas obras que se realicen bajo su tutela en nuestro país, y que también rigen en muchos países de América Latina) cuya Comisión Permanente ha presidido entre los años 2002 y 2005.

Así, ha sido ponente redactor de las Recomendaciones de Obras Marítimas ROM 0.0, en el año 2000, en la que se establecieron las bases generales de los métodos para acotar la incertidumbre y el riesgo en las obras marítimas, ROM 1.0, del año 2008, que recoge como aplicar esos métodos para analizar y cuantificar las acciones en nuestro entorno marítimo, y la ROM 1.1, de julio de 2018, que vertebra con el manual de evaluación de inversiones portuarias, MEIPOR-2016, un sistema dual para la optimización de las infraestructuras marítimas cuantificando su sostenibilidad económica, financiera, técnica y ambiental y acotando el riesgo en la vida útil de la obra y de la inversión.

Sin duda alguna, con el Premio Nacional de Ingeniería Civil, Miguel Ángel Losada Rodríguez pone el colofón a una trayectoria profesional muy completa y diversificada, que a día de hoy transcurre entre Cantabria y Granada, conservando su vínculo con ambas Universidades y con el resto de la profesión para mantener viva su actividad intelectual con la que, afirma, que "aunque muchos no lo crean, se consigue rejuvenecer el cerebro".

Pepa Martín Mora



▶ Puerto de El Musel. Dique Norte de tipología vertical y fondeo de cajón



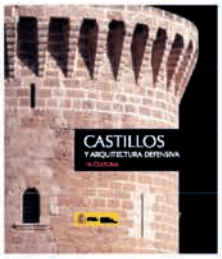
























CENTRO DE PUBLICACIONES
Ministerio de Fomento

Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid
tlfn: 915 97 53 96

https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web

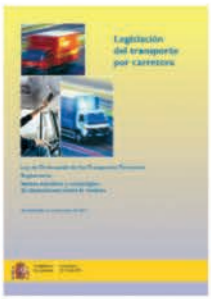
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO



























Índice

Mapa Oficial de Carreteras©

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*



También en el DVD:

1123 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
118 Vías Verdes

Índice

Revista del Ministerio de

Fomento

Diciembre 2018
Nº 689



Actos conmemorativos del cuarenta aniversario de la Constitución.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Diciembre 2018
Nº 689

Sumario

taff

2 **Cuarenta años vividos**
Renfe edita el libro «Los periodistas estábamos allí para contarlo»



10 **Cuatro décadas de movilidad , y +**
Exposición en la sala Arquería: «Tierra, agua y Aire, 40 años de infraestructuras, transporte y vivienda al servicio de la sociedad española»



22 **El legado de una época**
La revista del Ministerio de Fomento publica un monográfico especial dedicado al 40º aniversario de la Constitución



26 **Cómo hemos cambiado**
Jornada «40 años transformando España». celebrada en el salón de actos del CEDEX



38 **España en mapas. Una síntesis geográfica**
Primera publicación del Atlas Nacional del siglo XXI por el Instituto Geográfico Nacional.



50 **La Constitución Española en nuestra filatelia**
Nuevo sello conmemorativo de Correos.



Directora de la Revista:
Herminia Cano Linares.

Jefa de redacción:
Carmen Fontán Aldereguía.

Redactor:
Antonio Recuero.

Diseño y Maquetación: Chelo Cruz.

Elaboración página web:
www.fomento.gob.es/publicaciones.
Concepción Tejedor.

Comité de redacción:
Presidencia:
Jesús M. Gómez García.
(Subsecretario de Fomento).

Vicepresidencia:
Angélica Martínez Ortega
(Secretaria General Técnica).

Vocales:
Alfredo Rodríguez Flores
(Director de Comunicación),
Francisco Ferrer Moreno
(Director del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda),
Belén Villar Sánchez
(Jefa del Gabinete de la Subsecretariía),
Mónica Marín Díaz
(Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),
Roberto Angulo Revilla
(Jefe del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),
Regina Mañueco del Hoyo
(Directora del Centro de Publicaciones) y
Herminia Cano Linares
(Directora de la Revista).

Dirección:
Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67.
28071 Madrid.
Teléf.: 915 970 000. Fax: 915 978 470.

Suscripciones:
91 597 72 61
Esmeralda Rojo.
E-mail: cpublic@fomento.es

ISSNe: 1577-4969
NIPO: 161-15-006-6

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

Renfe edita el libro "Los periodistas estábamos allí para contarlo"

Cuarenta años vividos



Indice

Con patrocinio de Renfe, que dedicará los beneficios generados con su venta a la ONG Médicos sin Fronteras (MSF), el libro "Los periodistas estábamos allí para contarlo" reúne textos e imágenes de ciento cincuenta de los más destacados periodistas y fotoperiodistas de España.

Enmarcado en la serie de actos promovidos por el Ministerio de Fomento para conmemorar el 40º aniversario de la Constitución española, el libro es, ante todo, una recopilación de vivencias y testimonios, muchos de los cuales no llegaron a ver la luz en su día, de algunos de los más importantes periodistas y reporteros gráficos de nuestro país. A través de su relato o del visor de su cámara nos ofrecen sus puntos de vista más personales para componer un mosaico muy vivo de los acontecimientos más significativos de una época que es ya parte de nuestra historia.

El libro acerca al lector a los que fueron tanto los grandes protagonistas como a momentos cruciales de aquellos días. Personajes y sucesos transcendentales en los que cada uno de los periodistas se ha inspirado para rememorar en muchos casos sus propias experiencias vividas a lo largo de estas cuatro últimas décadas.

El libro no busca ser un recopilatorio de opiniones en torno a la Constitución, sino más bien de recuerdos y evocaciones de diferentes episodios vividos a lo largo de todos esos años, contados casi siempre desde la cercanía de la primera persona. Todo un álbum de recuerdos personales que únicamente pretende aportar nuevos ángulos de visión a esas cuatro décadas intensas de nuestra historia más reciente.

Editado por Teófilo Edicións, el libro ha contado también con la coordinación de Ana Pastor, presidenta del Congreso de los Diputados, como han confesado algunos de los responsables de recopilar los textos e imágenes, entre ellos los periodistas Fernando Jáuregui, Rafael Fraguas, Federico Quevedo, Bernardo Pérez, Alicia Hernández Santamaría y Rosa María Rodríguez Loranca.

Isaías Táboas, presidente de Renfe, contribuye también al libro y firma el texto titulado "Paisajes de la democracia", en el que invita a celebrar el 40º aniversario de la Constitución "que nos ha traído el periodo más próspero, con más desarrollo económico, con más libertad, con más profundización democrática, de nuestra historia contemporánea. Todo mejorable, sí, como el ferrocarril, pero todo avanzando. Cargados de ilusión y proyectos, disfrutamos desde el tren de una democracia imperfecta, como lo son todas. Bendita imperfección", termina diciendo.

La introducción al libro se completa con un texto de Fernando Jáuregui y Rafael Fraguas, en realidad una pequeña epístola que pretende condensar el espíritu de gratitud y entusiasmo que les ha animado en su tarea, y en la que también aprovechan la oportunidad para agradecer la generosidad de todos cuantos han colaborado con ellos para hacer realidad el libro. Cerrado el capítulo de las presentaciones, es ya el turno de los testimonios de los periodistas, que se han agrupado en tres partes diferenciadas: "El camino de la Constitución", "Los trabajos de una Constitución destinada a perdurar" y "Zancadillas a la democracia". Continúa el libro con dos nuevos capítulos: "Hacer país", "El humor es libertad", y concluye con "La España que cambió", con la escogida relación de fotógrafos cuyas imágenes mejor condensaron el espíritu y los cambios en la sociedad de la época.



▶"Nuevas tribus" de Luis de Las Alas.

▶"Integrista" de Fernando Herráez.

Indice

Los periodistas estábamos allí para contarlo Los periodistas estábamos allí para contarlo Lo periodistas estábamos allí para contarlo Los periodistas estábamos allí para contarlo Los pe riodistas estábamos allí para contarlo Los periodistas estábamos allí para contarlo Los peri distas estábamos allí para contarlo Los periodistas estábamos allí para contarlo Los periodi periodistas estábamos allí para contarlo Los periodistas estábamos allí para contarlo Los pe

Primera parte: El camino de la Constitución

Rodrigo Vázquez de Prada: *Una historia que ya era hora de contar: la lucha del movimiento democrático de periodistas por la libertad de expresión.*

Joaquín Bardavío: *Un abogado en la legalización del partido comunista de España.*

Julián Barriga: *Al "otro lado de la mesa".*

Alberto Delgado: *Una hermosa etapa, con unos buenos políticos.*

Iñaki Gabilondo: *Una "hipótesis" de la que, menos mal, nunca más se supo.*

José García Abad: *Gloria a Suárez por una transición que se hizo a mano.*

Juan M. Hernández Puértolas: *Un "niñato" en la Casa Blanca.*

José María Izquierdo: *Montejurra, 1976.*

Fernando Jáuregui: *Aquel día en el que, de pronto, desaparecieron las nubes negras.*

Ricardo Martín: *Constitución y periodismo, pareja de hecho.*

José Antonio Martínez Soler: *Abril y Guerra, parteros de la Constitución del 78.*

Julia Navarro: *13 de julio de 1977.*

Juan Ojeda: *Adolfo Suárez en 1975.*

Fernando Ónega: *Un aldeano en la Moncloa.*

José Oneto: *El día que el Rey me explicó por qué hizo el cambio.*

Luís Peiro: *El espíritu de la noche de los tiempos.*

Antonio Pelayo: *La Iglesia española y la transición.*

Pedro Piqueras: *La Constitución y aquellos prolegómenos.*

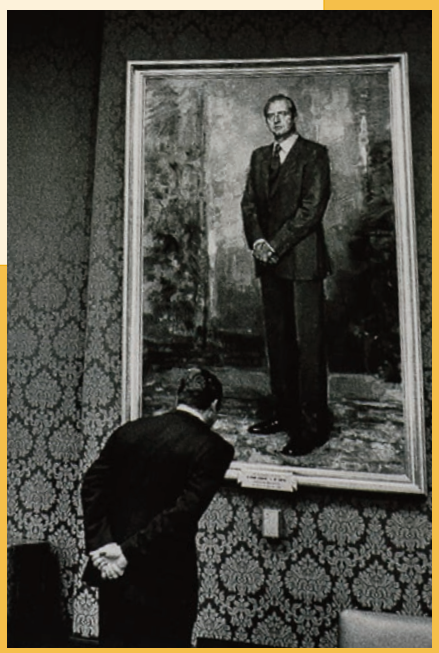
Justino Sinova: *El Rey escribe en el periódico.*

Alfonso Sobrado Palomares: *Con Franco muerto, el futuro se convirtió en presente.*

Enric Sopena: *Advertí a "Le Monde" que en Cataluña las fuerzas democráticas iban ganando terreno.*

Eduardo Sotillos Palet: *Televisión española, clave en la transición.*





▶Dos imágenes especialmente simbólicas de la etapa. Encima de estas líneas primeras noticias de la muerte de Franco.(Fotografía de Jordi Socias). A la derecha el Rey Juan Carlos I examina su retrato (fotografía de Miguel González).

Indice

s periodistas estábamos allí para contarlo Los periodistas estábamos allí para contarlo Los
riodistas estábamos allí para contarlo Los periodistas estábamos allí para contarlo Los pe-
odistas estábamos allí para contarlo Los periodistas estábamos allí para contarlo Los perio-
stas estábamos allí para contarlo Los periodistas estábamos allí para contarlo Los
riodistas estábamos allí

Segunda parte: Los trabajos de una Constitución destinada a perdurar

Manuel Campo Vidal: *Una emoción mañana en el Congreso.*

María Teresa Campos: *Qué hay que reformar en la Constitución.*

Diego Carcedo: *La Constitución en la distancia.*

José María Carrascal: *Constitución alemana sin alemanes.*

Bonifacio de la Cuadra: *Testigos de la llegada de la democracia.*

Luis Ángel de la Viuda: *Entre dos constituciones.*

Luis del Olmo: *La vivencia de la libertad.*

Carmelo Encinas: *La Constitución de mi vida.*

Julio Fernández: *Qué tiempo tan feliz.*

Soledad Gallego-Díaz: *"Bienvenida al Congreso, Señora Ibárruri", dijo Suárez.*

Carlos Herrera: *La noche fascinante que pasé viendo un recuento de votos…*

Víctor Márquez Reviriego: *Dos entradas y una salida.*

José Luis Martínez "Flavio": *De feliz memoria.*

Victoria Prego: *La Constitución de todos.*

Pedro J. Ramirez: *El mismo deseo, cuarenta años después.*

Eduardo San Martín: *Pipiolos.*

Manuel Soriano Navarro: *El pacto de la Corona en el Siglo XXI.*

Pilar Urbano: *La noche más larga de la Constitución.*

"Curri" Valenzuela: *Cuando en el hemiciclo se fumaban porros.*

Bernardo Pérez: *La España que cambió (reportaje fotográfico varios autores).*





▶Dos imágenes fimadas por Antonio Suárez. Collage preelectoral y Orgullo Gay.

Indice

Tercera parte: Zancadillas a la Democracia

Andrés Aberasturi: *Historia de un día.*

Miguel Ángel Aguilar: *Los últimos del Congreso.*

José María Calleja: *Del asesinato de Blanco al fracaso del Plan Ibarretxe.*

Raimundo Castro: *"… y me dijo que el golpe había fracasado".*

Juan Luis Cebrían: *El secreto y los Jueces.*

Juan Cruz: *La ciudad solitaria.*

José de Cora: *1908, 1978, 2008, 2018.*

Manuel Cerdán: *Gal: una cheka en la democracia.*

Antonio Franco: *Sonrisas y lágrimas de la prensa de la transición.*

Miguel Ángel Gozalo: *Cuando la Ikurriña pasó a ser legal.*

Raúl Heras: *Mi noche del 23 F: entre Tejero y Armada.*

Gorka Landaburu: *Masacre en Zarautz.*

Miguel Ángel Liso: *El día en el que "los militares" dejaron de ser un problema.*

Francisco Muro de Iscar: *El día en que todo pudo cambiar.*

Raúl Pérez López-Portillo: *Cuarenta años de corresponsal de prensa en España.*

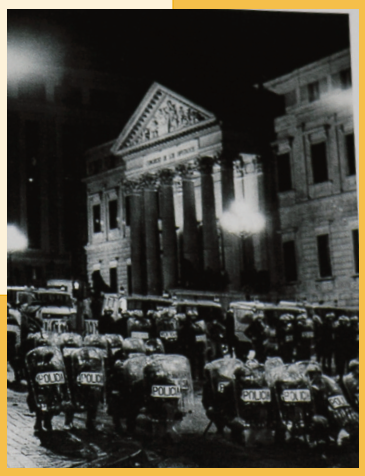
Jesús Picatoste: *Periodista emérito.*

Nativel Preciado: *Crónica desde la fila cero.*

Fernando Reinlein: *Transición: cuando mandaban los periodistas.*

Rosa Villacastín: *23 F: Real como la vida misma.*







▶Fotografías del 23 F.
Autores: Manuel Barriopedro (arriba), Luis Magán (abajo) y Manuel Hernández de León (izquierda).

Indice

Cuarta parte: Hacer país

▶Mundial de fútbol de 1982. Gol de Rossi. Imagen de Bernardo Pérez.



Consuelo Álvarez de Toledo: *A la búsqueda de la soberanía perdida.*

Jesús Álvarez: *Cuando fuimos campeones.*

Luis María Anson: *La filigrana rota.*

Luis Ayllón: *Aznar: ídolo de Hugo Chávez.*

Javier Ayuso Canals: *De los pactos de la Moncloa a la abdicación del rey Juan Carlos.*

Juan Antonio Blay: *La cámara baja, un plató de televisión.*

Fermín Bocos: *El día que terminó la transición.*

Jesús Cacho: *Treinta años que cambiaron el mapa bancario.*

Lois Caeiro: *Enhorabuena y por muchos años.*

Pedro Calvo Hernando: *El legado de Adolfo.*

Antonio Casado: *Esta herencia es una ruina.*

Manuel Ángel Castañeda: *Episodios personales.*

Ignacio Cembrero: *El ejemplo de un gran ministro de Exteriores.*

Pilar Cernuda: *Aquel balcón del Palace…*

Victor de la Serna: *Cheque sin fondos: otra transición.*

Ernesto Ekaizer: *Con la lengua fuera.*

Carmen Enríquez: *La reconciliación de la Corona con los exiliados republicanos.*

Joaquín Estefanía: *Las ansias reformistas: Azaña y González.*

Miguel González: *Navidades bosnias.*

Pedro González: *… y los españoles redescubrieron el mundo.*

Álex Grijelmo: *Santiago Carrillo, una vida por delante.*

Mariano Guindal: *Dos momentos que cambiaron España, y mi vida.*

José Hervás Garcés: *Los años vividos, entre el pasado y el futuro.*

Mercedes Jansa: *Pensiones 85: el debate continúa.*

Enric Jualiana: *Abierta y cerrada.*

Karmentxu Marían: *"Ellos" (y ellas) se retrataban en mis entrevistas.*

Jorge M. Reverte: *Pasaba por allí.*

Román Orozco: *Los hombres también lloran (o deberían).*

Fernando Pajares: *El cumpleaños de la constitución que nunca llegó.*

Antonio Papell: *El eterno problema del audiovisual público.*

Antonio Pérez Henares: *Cuatro días después del golpe.*

Ramón Pi: *La deslealtad nacionalista.*

Alfredo Relaño: *El trabajoso nacimiento del sindicato de futbolistas.*

Luis rodríguez Aizpeolea: *Homenaje a Juan Mari Bandrés.*

Margarita Sáenz-Díez Trias: *Cuando en las azores se pactó la invasión de Irak, volvimos a perder la inocencia.*

Amalia Sánchez Sampedro: *Camino del Rocío.*

Carlos Santos: *Terroristas, preguntas, Dios y el mazo.*

Jesús Serrano Martínez: *Veinte años de puertas abiertas en el Congreso.*

David Solar: *Aquella cumbre de historiadores…*

Alfonso Ussía: *Dos almuerzos con gente importante.*

Asunción Valdés: *En el corazón de Europa.*

Pedro Vega: *Memorias de una temporada en minoría (catalana): del cava a la ratafía.*

Carlos Yárnoz: *Europa sigue siendo la solución.*

José Antonio Zarzalejos: *La emergencia de la derecha democrática.*

Indice

El humor es libertad

Rafael Fraguas *Los dibujantes inician la ruptura hacia la democracia.*

En el libro aparecen dibujos de:

Jaume Perich Escala *El perich*, Francisco Martín Morales *Martín Morales*, José María Pérez González *Peridis*, Francesc Vila *Cesc*, Manuel Álvarez Junco *Junco*, Andrés Rábago García *El Roto*, José María González Castrillo *Chumy Chúmez*, Antonio Fraguas de Pablo *Forges*, Núria Vilaplana Buixons *Núria Pompeia*, Miguel Gila Cuesta *Gila*, Antonio Mingote Barrachina, Ricardo Cámara Lastras *Sir Cámara*, Máximo San Juan Arranz *Máximo* y Gallego y Rey.



▶Francisco Martín Morales.



▶Antoniio Mingote.



▶Núria Vilaplana, *Nuria Pompeia*

Indice

tenido Contenido Contenido Contenido Contenido Contenido Contenido Contenido Contenido Con-
nido Contenido Contenido Contenido Contenido Contenido Contenido
do Contenido Contenido Contenido Contenido Contenido Contenido



Fotoperiodistas

En el libro aparecen fotogracías realizadas por:

Enrique Cano, Antonio Suárez, Miguel Gómez, Miguel González, Juan Santiso, Germán Gallego, Ramón Massats, César Lucas, Jordi Socias, Raúl Cancio, Manuel Hernández de León, Félix Lorrio, Fernando Herráez, Bernardo Pérez, Juana Llenas, Ramón Zabalza, Luis de las Alas, Pablo Juliá, Cristóbal Hara, Guillermo Armengoi, Pablo Neustad, Ricardo Martín, Alfredo García Francés, Alberto García-Alix, Cristina García Rodero, Gustavo Catalán, Benito Román, Luis Rubio, Manuel Barriopedro, Xurxo Lobato, Miguel Trillo, Carlos Pérez Siquier, Marisa Flórez, Ángel Ruíz de Azúa, Luis Alberto García, Luis Magán, Manuel Zambrana, Ricardo Gutiérrez, Julián Rojas, José Antonio Rojo, Chema Conesa, Agustí Carbonell, José Manuel Navia, Gorka Lejarcegi, Ouka Leele, Víctor Steinberg y Carlos de Andrés.



▶Los padres de la Constitución fotografiados por Jordi Socias.

Redacción Fomento

Indice

Cuatro décadas de movilidad, y +



Cartel de la exposición

Indice

Con motivo del 40 cumpleaños de nuestra Carta Magna, el Ministerio de Fomento ha promovido la exposición "Tierra, Agua, Aire: Infraestructuras, transporte y vivienda al servicio de la sociedad española". Exposición propuesta como un recorrido por las distintas áreas de actividad del Departamento y las actuaciones más relevantes emprendidas a lo largo de estas últimas cuatro décadas que, en palabras de sus organizadores, pretende ser "una excelente oportunidad para poner en valor la contribución de las infraestructuras terrestres (viarias y ferroviarias), portuarias y aeronáuticas, al progreso y a la modernización de nuestro país".

Condensar, en los poco más de 740 m^2 del espacio expositivo disponible en las salas de La Arquería de Nuevos Ministerios, las actuaciones orientadas a mejorar el transporte y la movilidad, o el acceso a la vivienda y la calidad en las condiciones de vida urbana promovidas durante estos últimos 40 años por el Ministerio de Fomento, ha sido el enorme reto al que se han enfrentado los organizadores de la exposición "Tierra, Agua, Aire: Infraestructuras, transporte y vivienda al servicio de la sociedad española", enmarcada dentro de la serie de actos conmemorativos del 40 aniversario de nuestra Constitución y producida por la Fundación Enaire, adscrita a la sociedad estatal Aena.

La exposición, que ha permanecido abierta hasta el pasado 14 de diciembre, ha reunido en total unas 170 piezas representativas tanto de las actuaciones más significativas acometidas por el Ministerio de Fomento en estos últimos 40 años como por las diferentes empresas y entes a él adscritos, entre otros: Renfe, Adif, Puertos del Estado, Salvamento Marítimo, Aena, Enaire, Aesa (Agencia Estatal de Seguridad Aérea), Aesf (Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria), Sepes (Entidad Pública Empresarial de Suelo), Seitt (Sociedad Estatal de Infraestructuras del Transporte Terrestre), Senasa, Ineco, Cedex o el Instituto Geográfico Nacional.

Conforme subrayan los organizadores de la exposición, el subtítulo de la misma obedece a una declaración deliberada de intenciones: "Infraestructuras, Transporte y Vivienda al servicio de la sociedad española". Y el recurso a tres de los cuatro elementos de la naturaleza (Tierra, Agua, Aire) tal y como los concibieron los filósofos presocráticos, ha sido "solo un pretexto para agrupar las diferentes infraestructuras y modos de transporte en tres grandes espacios: tierra, para las carreteras, los ferrocarriles y la vivienda; agua, para Puertos del Estado y Salvamento Marítimo, y aire, para las infraestructuras aeronáuticas: Aena y Enaire". Desde ese planteamiento, el objetivo esencial de la exposición, como indicó el ministro de Fomento en el acto de su inauguración, que tuvo lugar el pasado 11 de noviembre, ha sido el intentar poner en valor "la contribución de las infraestructuras viarias, ferroviarias, portuarias y aeronáuticas al progreso y la modernización de España, en términos de vertebración, cohesión, movilidad, conectividad, solidaridad, crecimiento inclusivo y desarrollo sostenible".

Tierra

La primera parte de la exposición, las políticas englobadas bajo el elemento Tierra, tuvo como protagonista de excepción a las infraestructuras terrestres, el área de actividad que habitualmente concentra el grueso de las inversiones del Ministerio. Los elementos escogidos para este espacio buscaban sobre todo poner de relieve su carácter vertebrador y de piedra angular de la movilidad. Así, en el panel introductorio se recordaba que, en nuestro país, aproximadamente el 90% del tráfico interior de personas y mercancías se mueve por carretera. Y en el caso del ferrocarril, 455 millones de personas viajan al año en los trenes de Cercanías, AVE y servicios de media distancia de Renfe.

Y mirando en retrospectiva, a la realidad de 40 años más atrás, en 1978, 207 millones de viajeros se subieron a los trenes de la antigua Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles (Renfe). Cifra de un apabullante contraste con la realidad presente del transporte ferroviario: en la actualidad, el número de usuarios del tren se ha incrementado un 120%, hasta alcanzar los casi 500 millones de usuarios al año.

Pero el crecimiento del transporte ferroviario no se ha sustanciado solo en cifras, en kilómetros de vías o en el número de trenes necesarios para afrontar los crecimientos demográficos y las nuevas demandas de una sociedad en permanente evolución. En 1992, coincidiendo con dos acontecimientos extraordinarios –Olimpiadas de Barcelona, Exposición Universal de Sevilla– que sirvieron para impulsar una nueva imagen de país de cara al exterior, se puso también la primera piedra definitiva en la modernización de nuestro sistema ferroviario. En ese año entraron ya en servicio los primeros 471 kilómetros de vías de alta velocidad: Madrid y la Sevilla de la Expo quedaron unidas por apenas dos horas y media de viaje en tren, un tiempo ya competitivo con el medio de transporte más rápido, el avión, y que significaba el inicio de una nueva era para el ferrocarril español. Justamente 25 años después, fruto de una apuesta continuada, España cuenta con la red de alta velocidad más extensa de Europa y la segunda a nivel mundial, sólo por detrás de China. En la exposición, una maqueta de la nueva estación AVE en Sevilla, Santa Justa, inaugurada en 1992, recuerda ese hito fundacional.

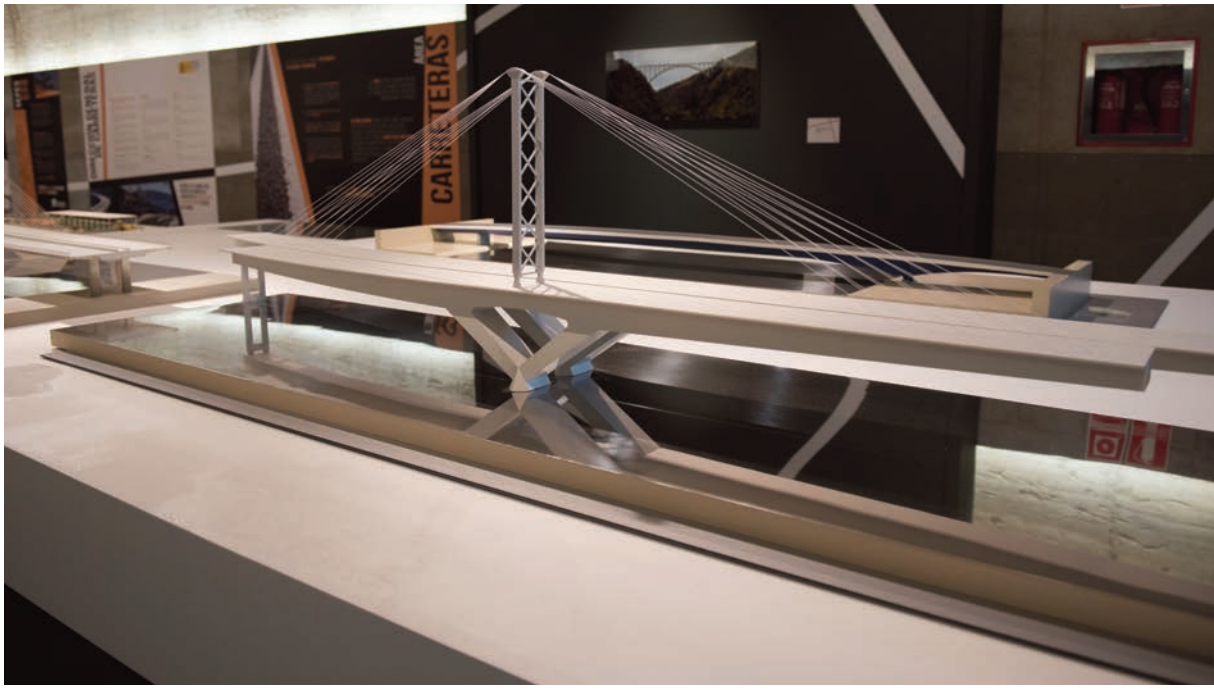
Por lo que respecta al otro gran protagonista de la movilidad en tierra, las carreteras, la exposición quiere mostrar al visitante los pasos de gigante dados en la Red, de modo que, si en 1978 España disponía de una red viaria manifiestamente mejorable, en términos de longitud, capilaridad, capacidad (un carril por sentido), conservación y seguridad, el viaje en el tiempo ha dejado un bagaje no menos espectacular. Así, en la actualidad, cuarenta años de inversiones continuadas han permitido

TIERRA



▶Vista general de la exposicón en la Arquería.

Indice



▶Maqueta del puente sobre la ría de Pontevedra en la AP9 (colección Cehopu).

AGUA

transformarla de tal modo que sus más de 12.000 km de vías de gran capacidad hacen de ella la primera red a nivel europeo y la tercera del mundo. Dos maquetas, la de la pista de ensayo de firmes para carretera del Centro de Estudios del Transporte del Cedex, junto a la del puente de la AP-9 sobre la ría de Pontevedra sintetizan el esfuerzo comprometido durante cuatro décadas en materia de vialidad.

Pero desde 1978 el Ministerio de Fomento no ha sido únicamente inversiones en movilidad. Ha sido y es también derechos sociales, algunos tan fundamentales como el derecho a una vivienda digna consagrado en el artículo 47 de la Constitución.

La exposición pone en escena los que son los tres pilares sobre los que se apoya la política de vivienda del Ministerio de Fomento: suelo y políticas urbanas; política de vivienda y planes estatales, y arquitectura, edificación y patrimonio, unos pilares que definen también en esencia las tres competencias principales de la secretaría General de Vivienda, adscrita a la Secretaría de Estado de Infraestructuras del Ministerio.

Suelo y políticas urbanas

En esta parte de la exposición distintos paneles permiten al visitante efectuar un rápido recorrido por las actuaciones más importantes acometidas en la materia desde 1978: la Constitución, en su artículo 148, contempla la asunción, por parte de las Comunidades Autónomas, de las competencias exclusivas en materia de ordenación del territorio, urbanismo y vivienda. Siguen distintas síntesis desde la primera a la última ley del suelo del Estado (1990 a 2015). Una rápida sinopsis recuerda que tras la aprobación de la Ley 8/1990 se exige por primera vez y de manera explícita a los propietarios cumplir una función social con su propiedad, así como colaborar activamente con la Administración en la transformación y urbanización del suelo. En 2015 se aprueba el vigente Texto Refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana, que demanda el principio de desarrollo territorial y urbano sostenible, y que equipara la rehabilitación y la regeneración urbanas con la construcción de nueva ciudad.

En cuanto a los compromisos internacionales asumidos por España, siguiente parada en el itinerario expositivo, se destaca cómo nuestro país colabora y se suma a los convenios y tratados más importantes en materia de urbanismo y vivienda, desde 1996 y hasta el momento presente. Así, en la Conferencia Hábitat II de Naciones Unidas, nuestro país se unió a los compromisos mundiales por una "Vivienda adecuada para todos" y un "Desarrollo sostenible en un mundo en proceso de urbanización". Y en el seno de la UE, España se sumó a la Carta de Leipzig sobre Ciudades Europeas Sostenibles e impulsó la Declaración de Toledo de junio de 2010 a

Indice



Cartel informativo andenes estación de Cercanías.

favor de la regeneración urbana integrada y del trabajo conjunto de todos los Estados miembros por conseguir una Agenda urbana para Europa. También, en los años 2007 y 2010 se aprueba la normativa básica estatal que garantiza la accesibilidad universal a los edificios y a los espacios públicos urbanizados, en condiciones de igualdad en todo el territorio nacional.

La incidencia de los cambios demográficos y el fenómeno urbano son puestos de relieve en el siguiente panel, en el que se describe el despegue de las ciudades españolas: hoy un 80% de la población española vive en áreas urbanas. Y aunque hoy a grandes rasgos nuestras ciudades son seguras, están bien ordenadas y equipadas, y suponen una fuente de prosperidad y oportunidades, este modelo tradicional se puso en riesgo durante más de una década (1996 a 2007) con modelos de urbanización dispersa y sobredimensionada, que provocaron desequilibrios que deben ser corregidos.

El recorrido por las políticas urbanas continúa recordando los premios a la excelencia en prácticas urbanas, bien los que promueve el Departamento, como los premios nacionales de urbanismo, que datan de 1978 y que vienen poniendo en valor proyectos, planes y prácticas urbanísticas excelentes en muy diversos ámbitos, bien algunos de los más prestigiosos a nivel internacional, otorgados a España, entre ellos los premios internacionales de Dubái a las Buenas Prácticas Urbanas, que han hecho de España uno de los países más premiados en sus once convocatorias, de modo que de los 10 premios a nivel mundial que se otorgan cada 2 años, nuestro país siempre ha obtenido, al menos, uno de ellos.

Por último, el capítulo "Una nueva política para el suelo y la vivienda" cierra esta parte de la exposición recordando las actuaciones más recientemente emprendidas, entre otras la aprobación de un nuevo paquete normativo en materia de vivienda y suelo que supone un giro importante en las políticas urbanas; la necesidad de abordar un marco normativo para equilibrar la nueva construcción de vivienda con la rehabilitación de la vivienda existente, y la búsqueda del reequilibrio del mercado de compra de vivienda con el del alquiler. Y en cuanto a nuevos compromisos de carácter internacional, se destaca de forma singular la adhesión a las agendas urbanas internacionales. En el año 2015, Naciones Unidas aprueba la Agenda 2030, concebida como un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad, que también tiene la intención de fortalecer la paz universal y el acceso a la justicia. Y solo un años después, en 2016, nuestro país suscribió las dos agendas urbanas internacionales: la de Naciones Unidas y la de la UE. Hoy, conforme a esos nuevos compromisos, el Ministerio de Fomento está elaborando la Agenda Urbana Española (AUE), un documento de carácter estratégico y no normativo que intenta armonizar las políticas urbanas sostenibles con objetivos sociales, ambientales y económicos. En este sentido, la AUE pretende ser un instrumento al servicio de todas las Administraciones Públicas, en el ámbito de sus respectivas competencias y, principalmente, de los ayuntamientos, para propiciar mejoras en los ámbitos de la normativa y la planificación, la financiación, la gobernanza, el conocimiento, la transparencia y la participación.

Arquitectura, edificación y patrimonio.

Varias son las líneas de actuación promovidas por el Departamento en materia de arquitectura, algunas muy poco conocidas por el ciudadano. La exposición quiso recordar algunas de las más importantes, como las referidas a la promoción de la calidad, la seguridad, la habitabilidad, la accesibilidad y la sostenibilidad en la edificación, mediante la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE), y el Código Técnico de la Edificación (CTE), que desarrolla una serie de exigencias reglamentarias que son sometidas a revisión periódica por los expertos a fin de mantenerlas permanentemente actualizadas. También se puso énfasis en la importancia de Acuerdo de París de 2016 y en las nuevas directrices de Naciones Unidas en la lucha contra el cambio climático, que han

Indice

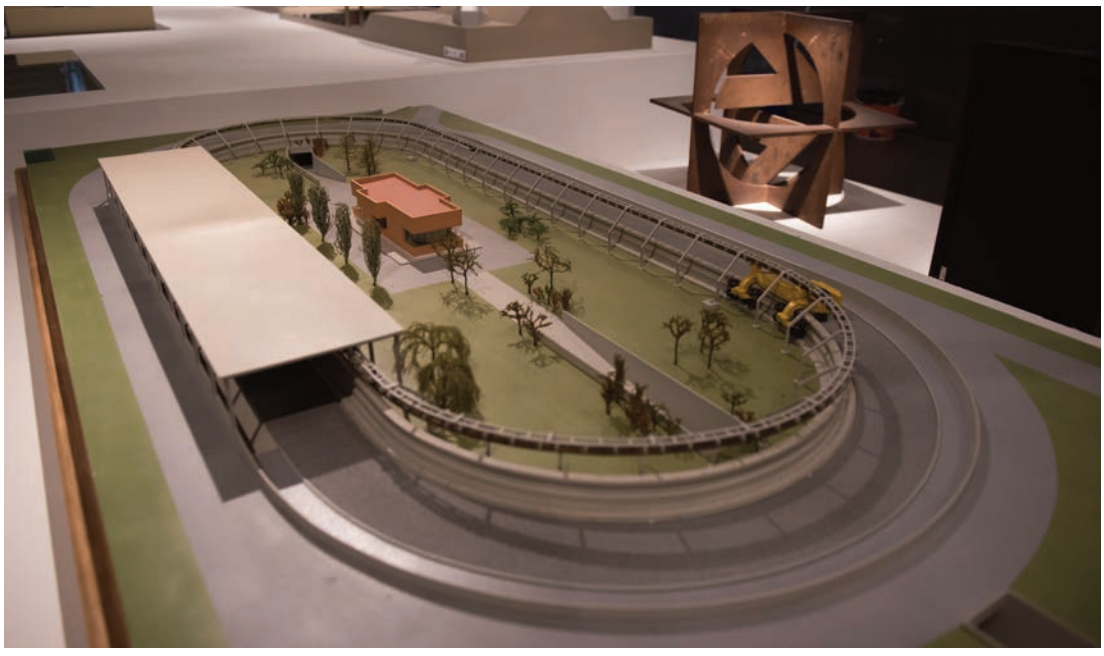
derivado en nuevos requerimientos de la Unión Europea en materia de energía y clima, que están siendo trasladados a la legislación española.

Dentro de esa labor de promoción de una arquitectura sostenible, se destaca también cómo nuestro país ha organizado ya en dos ocasiones el concurso Solar Decatlhlon, una competición promovida por el Departamento de Energía de Estados Unidos, en la que se dan cita universidades de todo el mundo para diseñar y construir un prototipo de vivienda autosuficiente desde el punto de vista energético, que utilice únicamente energía solar.

Otra de las intervenciones en materia arquitectónica, con un especial valor añadido, es la orientada a la conservación de patrimonio histórico, a través de las inversiones del programa conocido como 1,5 % cultural. La Ley 16/1985, de 25 de junio, de Patrimonio Histórico, establecía originalmente la obligación de reservar una partida de al menos el 1% (porcentaje que se ha elevado hasta el 1,5%) del presupuesto de toda obra pública a trabajos de conservación o enriquecimiento de nuestro patrimonio, o bien al fomento de la creatividad artística. Como resultado de este programa, desde la entrada en vigor de la Ley hasta la fecha, el Ministerio de Fomento ha financiado un total de 1.217 actuaciones, con una inversión de unos 733 millones de euros. Pero además de ese programa, el Ministerio también financia o cofinancia obras a través del programa de rehabilitación arquitectónica, que desarrolla actuaciones en inmuebles de titularidad pública, en las que Fomento interviene como órgano de contratación.

Por último, la Secretaría General de Vivienda, a través de la Subdirección General de Arquitectura y Edificación, participa en la promoción y difusión de la arquitectura española otorgando diferentes premios y organizando bienales y exposiciones. Más concretamente, algunas de esas intervenciones buscan dar una proyección internacional al buen hacer de los arquitectos y estudios nacionales, como es el caso del Premio Nacional de Arquitectura, la Bienal Española de Arquitectura y Urbanismo, la Bienal Iberoamericana de Arquitectura y Urbanismo, la Bienal Internacional de Arquitectura de Venecia, el Premio Eduardo Torroja de Ingeniería y Arquitectura, sin olvidar la organización periódica de exposiciones, conferencias, jornadas y seminarios orientados a divulgar tanto la arquitectura hecha en nuestro país como la realizada más allá de nuestras fronteras.

La exposición reservó también su pequeño espacio para el principal instrumento de que dispone el Ministerio para articular sus políticas en materia de suelo. Se trata de SEPES, la Entidad Pública Empresarial de Suelo, un organismo público adscrito al Ministerio de Fomento que tiene como fin primordial buscar el reequilibrio social y económico en las distintas zonas de nuestra geografía a través de la promoción, adquisición y preparación de suelo para asentamientos residenciales, industriales, terciarios y de servicios. Y con miras a ese objetivo, mediante proyectos concertados con otras administraciones como comunidades autónomas y ayuntamientos, asume la ejecución de las infraestructuras urbanísticas necesarias. Asimismo, y cuan-



▶Maqueta de la pista experimental de carreteras (CEDEX.)

AGUA

Indice



Vista general AGUA.

do se lo encomiendan las administraciones competentes, SEPES realiza actuaciones en materia de vivienda protegida, mediante la promoción de suelo residencial y, también, en ocasiones, en materia de construcción de vivienda.

Políticas de vivienda

El siguiente alto en el recorrido expositivo, dentro del espacio Tierra, estuvo dedicado a recordar las políticas llevadas a cabo por el Ministerio en una de sus áreas más sociales: la vivienda. El derecho a una vivienda digna, reconocido expresamente en nuestra Constitución de 1978, ha sido objeto de un amplio marco normativo desarrollado desde el Ministerio, junto a un ambicioso programa inversor destinado a hacer tangible ese derecho, especialmente orientados ambos hacia los sectores más desfavorecidos de la población.

Mediante los correspondientes paneles, el visitante interesado tenía la oportunidad de recordar, en riguroso orden cronológico, la evolución de las políticas de vivienda a lo largo de estos 40 años. Así, en el período 1975-80, en plena etapa de transición a la democracia comienza la financiación de viviendas de promoción pública con préstamos del Instituto Nacional de la Vivienda, y de promoción privada, con préstamos cualificados de las Cajas de Ahorros. También, en 1978 se aprueba el Real Decreto Ley 31-1978, por el que se determina la tipología de la VPO. Con posterioridad, entre 1981 y 1985, una etapa de fuerte crisis económica, se aprueba el Plan Trienal de la Vivienda 1981-1983, con nuevos programas de ayudas, y en 1983 se inicia el proceso de transferencias de las competencias en materia de vivienda a las Comunidades Autónomas, aprobándose también el Plan Cuatrienal de la Vivienda 1984-87, además de una nueva política de VPO y la introducción de una serie de beneficios fiscales en el IRPF a la compra de vivienda.

La expansión del mercado inmobiliario caracteriza el período 1989-91, en el que el Estado establece los primeros conciertos con las Comunidades Autónomas para la ejecución de los distintos programas de ayudas a la compra de vivienda protegida. En el siguiente trienio, en un escenario otra vez de recesión, se establecen nuevos convenios Estado/Comunidades Autónomas para la gestión de los Planes de Vivienda. También se crean las Áreas de Rehabilitación Integral, con el fin de promover la recuperación de vivienda en cascos urbanos muy antiguos o degradados. Por otro lado, en el trienio 2002-2005 se impulsan diversas medidas de liberalización en el mercado de vivienda, y el Plan 1998-2001 contempla por primera vez la concesión de ayudas a la compra directa.

La creación del Ministerio de la Vivienda en 2004 se marca como objetivo afrontar las dificultades de algunos sectores sociales, especialmente los jóvenes, en el acceso al mercado de la vivienda. Para ello promoverá medidas específicas, como el Plan de Choque

Indice


Maquetas de faros.


Lente de un faro.

de Ayudas al Alquiler y las incluidas en el Plan de Vivienda 2005-2008, aprobando asimismo a finales del año 2007 una Renta Básica de Emancipación que tiene por objeto el favorecer el acceso a la vivienda de los segmentos de población más joven.

La fuerte crisis económico-financiera de 2009 dejará también su impronta en los años siguientes. En este complejo marco, el Plan Estatal de Vivienda y Rehabilitación para el período 2009-2012 quiere poner de relieve que uno de los retos más sensibles de la sociedad actual es velar por la sostenibilidad y eficiencia de toda actividad económica y que, por lo tanto, debe optimizarse el uso de la producción ya existente de viviendas a la hora de atender las necesidades sociales de la población, poniendo el énfasis en la rehabilitación y renovación urbana, pero, simultáneamente, no quiere olvidar que el primer cometido de toda política de vivienda es asegurar una producción suficiente de viviendas para las necesidades de alojamiento de la población, y que por ello deben establecerse actuaciones tendentes a evitar estrangulamientos de oferta a medio y largo plazo en el sector.

No obstante, esta crisis económico-financiera, años caracterizados por los recortes presupuestarios y las restricciones económicas, se prolongará prácticamente hasta 2017 y hará que muchos ciudadanos se vean obligados a afrontar procesos de desahucio.

AGUA



Maquetas, equipos y medios de SASEMAR

Indice



▶Dron Pelícano de Indra.

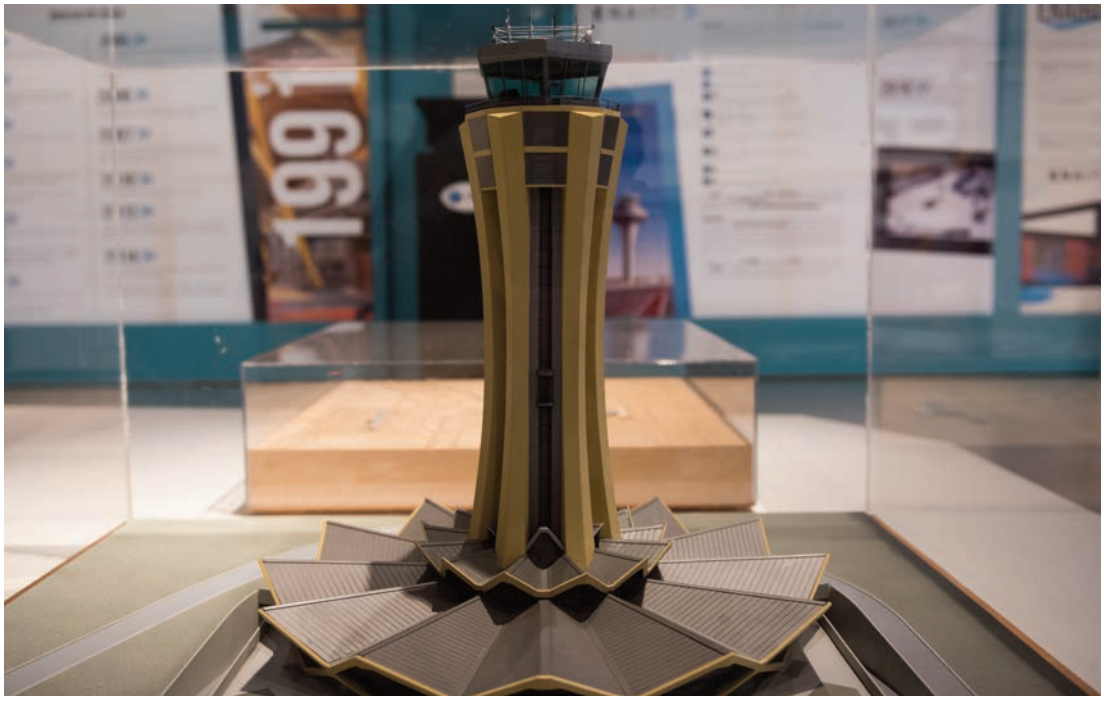
Finalmente, en 2018, con la economía en proceso de mejora, el Ministerio de Fomento promueve el Plan Estatal de Vivienda 2018-2021, con el que busca un cambio de modelo respecto a las políticas anteriores, apostando decididamente por el fomento del alquiler y la rehabilitación y priorizando el acceso a la vivienda a quienes más lo necesitan. Así, el Plan 2018-2021 se traza como principales objetivos: adaptar el sistema de ayudas a las necesidades sociales actuales, dando prioridad al fomento del alquiler y la rehabilitación, la regeneración y renovación urbana y rural, con especial atención a las personas en situación de desahucio y a las ayudas a la accesibilidad universal; contribuir a que los deudores hipotecarios, en caso de tratarse de vivienda protegida, puedan afrontar el correspondiente préstamo; reforzar la cooperación entre las distintas administraciones, en especial en materia de financiación y gestión; mejorar la calidad de la edificación, en especial su eficiencia energética, accesibilidad universal y sostenibilidad ambiental; fomentar el parque de vivienda en alquiler; prestar especial atención los jóvenes, personas mayores o en situación de discapacidad a fin de favorecer sus derechos de acceso a la vivienda; activar políticas orientadas a evitar la despoblación en pequeños municipios y, por último, el Ministerio ha impulsado el Plan 20.000 viviendas en régimen de alquiler social o asequible, siendo una de las primeras líneas de actuación el actuar en los suelos residenciales que SEPES disponía desde hace años, con el objetivo de incrementar el parque de vivienda en alquiler o en régimen de cesión de uso.

Instituto Geográfico Nacional

Como promotor de actuaciones necesariamente planificadas y llevadas a término sobre el territorio, la base de una información geográfica de calidad es un recurso necesario, imprescindible en prácticamente todos los ámbitos de intervención del Ministerio. Fundado en 1870, el Instituto Geográfico Nacional (IGN) es una Dirección General dependiente de la Subsecretaría del Departamento cuyo principal objetivo es la observación y el estudio del territorio a fin de obtener y suministrar esa información geográfica de calidad. Desempeña también otras tareas estrechamente relacionadas en campos afines como la astronomía, geodesia, sismología, vulcanología, teledetección, fotogrametría, topografía y cartografía, empleando la instrumentación y tecnologías más punteras.

El Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), organismo autónomo adscrito a Fomento a través del IGN, difunde y pone a disposición pública buena parte de la información y bases de datos geográficos producidos desde sus portales (www.ign.es y www.cnig.es) y en la red de oficinas y "Casas del Mapa" que existen en diferentes ciudades de España. El Instituto Geográfico Nacional gestiona también el Observatorio Astronómico Nacional y el complejo especializado del Observatorio de Yebes, donde además de investigación avanzada en radioastronomía se desarrollan productos y equipos punteros de observación.

Indice



▶Maqueta de la torre de control del aeropuerto de Málaga.

AGUA

Al IGN compete asimismo la gestión de la Red Sísmica Nacional, el Centro Nacional de Alerta de Tsunamis y de la Red de Vigilancia Volcánica.

Puertos y Salvamento Marítimo

El segundo de los grandes espacios de la exposición fue el dedicado a describir y resumir los 40 años de actividad del Ministerio en el ámbito marítimo. Bajo el epígrafe Agua, se reunieron algunos de los referentes obligados en materia de competencias: la ordenación general de la navegación marítima y de la flota civil española son también tareas de Fomento, a quien concierne velar por el funcionamiento óptimo del sistema, desempeñar el control del tráfico marítimo, regular el despacho, registro y abanderamiento de buques civiles, además de llevar a cabo las inspecciones y controles técnicos, estructurales y de equipamiento de los buques civiles conforme a la normativa establecida. Y se recordaron también algunos de los acontecimientos más relevantes que han marcado la trayectoria en ese período de las dos entidades especializadas adscritas al Departamento: El organismo público Puertos del Estado, que agrupa y coordina a los 46 puertos de interés general, gestionados por 28 Autoridades Portuarias, y la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (Salvamento Marítimo), la entidad pública del Ministerio de Fomento encargada de proteger la vida humana en la mar, luchar contra la contaminación y controlar el tráfico marítimo.

Con respecto a las actividades de Puertos del Estado, la exposición puso en luz algunos datos relevantes que reflejan su importancia como eslabón fundamental de la cadena logística y del comercio exterior: por sus instalaciones pasa el 60% de las exportaciones españolas y el 75% de las importaciones. Sólo en el último ejercicio, en nuestra red portuaria se movieron 545 millones de toneladas y se registró también un total de 24,7 millones de pasajeros (de los cuales más de 9 millones fueron cruceristas, que significaron una importante fuente de ingresos por turismo en las ciudades de escala). Otros datos a tener en consideración: la actividad del sistema portuario estatal representa más del 2% de nuestro PIB, lo que se traduce en empleo directo para unas 100.000 personas y casi otros 175.000 puestos de trabajo adicionales.

Por su parte, la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR) es la encargada de prestar los servicios públicos de salvamento de la vida humana en la mar, desempeñando asimismo labores de prevención y lucha contra la contaminación del medio marino. Además, lleva a cabo las tareas de seguimiento y ayuda al tráfico marítimo, de seguridad marítima y de la navegación y de remolque y asistencia a buques.

Para llevar a cabo todas las actividades propias de las competencias asignadas por Ley, Sasemar cuenta en la actualidad con una plantilla de 1.600 personas, con equipos que permanecen en alerta

Indice

24 horas los 365 días del año a fin de dar respuesta a cualquier posible emergencia en la mar. Ello significa la vigilancia, además de sobre los 8.000 kilómetros de costa con que cuenta España, sobre un área (asignada internacionalmente) de responsabilidad de salvamento de casi un millón y medio de km^2, equivalente a 3 veces el territorio nacional. Los efectivos de Salvamento Marítimo se distribuyen en los 20 centros de coordinación localizados en diferentes puntos de nuestro litoral. En cuanto a medios materiales, la flota de Salvamento está integrada hoy por un total de 73 embarcaciones de distintos calados y especialización, contando además con 14 unidades aéreas (aviones de vigilancia y helicópteros) y equipos especializados en intervenciones subacuáticas.

Con 25 años ya de trayectoria desde su creación en 1993, Salvamento Marítimo ha atendido a más de 350.00 personas en peligro en la mar. Sólo en el pasado año la cifra de personas auxiliadas alcanzó una media de 99 personas al día. Pero Salvamento Marítimo desempeña también otras labores no menos importantes, como la prevención y lucha contra la contaminación en la mar mediante programas de vigilancia aérea y satelital y el control del tráfico marítimo, ayudando y haciendo segura la navegación de los más de 300.000 buques que cada año se desplazan por nuestro espacio marítimo.

Aena y Enaire

Las competencias del Ministerio de Fomento en el ámbito aéreo comprenden tanto la definición de las políticas en materia de infraestructuras aeroportuarias y de navegación aérea como la supervisión de la seguridad aérea y los derechos de los pasajeros, a través de la Agencia de Seguridad Aérea y de la Dirección General de Aviación Civil.

Para situar al visitante en el contexto del transporte aéreo, la tercera de las grandes áreas competenciales del Ministerio de Fomento y un sector estratégico, sin duda, para nuestro país, tanto por nuestra doble condición de ser uno de los primeros destinos vacacionales del mundo y puente transcontinental entre Europa, América y África, como por su aportación esencial en términos de conectividad y vertebración entre la España peninsular e insular, el espacio Aire exponía en su cartel de introducción algunos de los datos de mayor relieve: España es el tercer país de Europa en volumen de tráfico aéreo, sólo por detrás de Reino Unido y Alemania; en 2017, cerca de 82 millones de turistas internacionales eligieron España como su primer destino de vacaciones, y ocho de cada diez entraron y salieron de nuestro país por alguno de los 46 aeropuertos



Vista de la exposición parte AIRE.

TIERRA

AIRE

Indice

y 2 helipuertos de la red de Aena, a través de las rutas aéreas gestionadas por EnairE, el proveedor español de servicios de navegación aérea.

Enaire es la entidad pública empresarial del Ministerio de Fomento que gestiona la navegación aérea en España y, al mismo tiempo, la empresa matriz tenedora del 51% de Aena, el primer gestor aeroportuario del mundo en número de pasajeros. Todas las aeronaves que transitan por nuestro espacio aéreo reciben servicios de comunicaciones, navegación y vigilancia a través de su moderna red de instalaciones: 5 centros de control; 2 centros de control de área terminal; 237 radio ayudas, que prestan apoyo guiado en ruta y aproximación a los aeropuertos; 54 sistemas de vigilancia para ruta, aproximación y superficie; 90 centros de comunicaciones, que agrupan centros emisores/receptores; 100 nodos REDAN para comunicaciones de voz y transmisión de datos; 126 posiciones en torres de control, y 153 posiciones en centros de control.

En 2017, Enaire gestionó 1,99 millones de vuelos con origen y destino en cuatro continentes (Europa, América, Asia y África), que transportaron a más de 284 millones de pasajeros.

En cuanto a Aena, constituida hoy como sociedad mercantil estatal, gestiona 46 aeropuertos y 2 helipuertos en España, por los que en 2017 pasaron más de 249 millones de pasajeros. Pero además, participa directa e indirectamente, a través de su filial Aena Internacional, en la gestión de otros 17 aeropuertos en América (12 en México, 2 en Colombia y 2 en Jamaica) y, en Europa, el londinense de Luton, del que posee el 51% del capital.

Los aeropuertos Adolfo Suárez Madrid-Barajas y Josep Tarradellas Barcelona-El Prat ocupan el 5º y 6º puesto respectivamente, por volumen de pasajeros en el *ranking* de la UE.

Un dron de fabricación española, un aerofaro de los años setenta conservado en el museo de Aeropuertos, Navegación y Transporte Aéreo del aeropuerto Málaga-Costa del Sol, junto a fotografías y diversos detalles de la Terminal 4 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, además de un cuadro especialmente significativo de la nueva etapa iniciada en los aeropuertos españoles a partir de 1982: *Grafismes blaus sobre vellut granat*, del maestro de la abstracción Antoni Tàpies, ponen el punto final al intenso recorrido por la historia más reciente, la que ha hecho también posible y conformado el transporte y la movilidad actuales en nuestro país.

Redacción Fomento



▶Visitantes en la exposición

AGUA

Indice





El legado de una época

La revista del Ministerio de Fomento publica un monográfico especial dedicado al 40º aniversario de la Constitución

Indice

La evolución de las obras públicas en España durante el periodo 1978-2018 es el tema central del monográfico especial con el que la revista editada por el Ministerio de Fomento se ha querido sumar a los distintos actos promovidos por el Departamento con motivo del 40 aniversario de la Constitución.

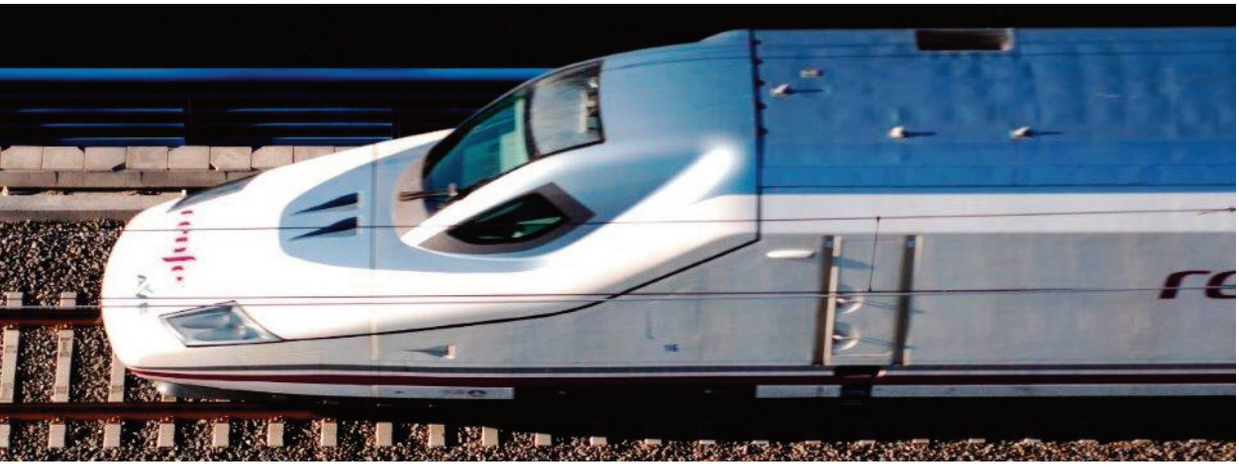
El número especial, bajo el título *40º aniversario de la Constitución. Evolución de las obras públicas en España*, condensa en sus 120 páginas el esfuerzo del país por dotarse a lo largo de estos últimos 40 años de infraestructuras modernas, capaces de impulsar el desarrollo y conectar los distintos territorios tanto en el interior como con el resto del mundo, por tierra, mar y aire. Se inicia con las palabras de presentación del ministro de Fomento, José Luis Ábalos, pronunciadas durante el acto inaugural de la exposición abierta al público en la sala de la Arquería el pasado 11 de noviembre, en las que entre otras cuestiones quiso resaltar que "las inversiones públicas tienen pleno sentido en la medida que son capaces de dar respuesta a las necesidades reales de los ciudadanos, que son la primera de nuestras prioridades, así como de nuestro tejido productivo y del interés general". Su discurso trazó también un balance positivo de estas cuatro últimas décadas: "Tenemos, en definitiva, motivos fundados para estar orgullosos de lo que hemos conseguido juntos; y razones sobradas para pensar que lo mejor está todavía por llegar. España es un gran proyecto colectivo en el que cabemos todos, porque todos somos partícipes de una realidad de futuro que estamos escribiendo hoy, en tiempo presente, desde la ilusión y la complicidad emocional, clave del éxito compartido".

Carretera y ferrocarril

La primera parte de sus contenidos se inicia con un artículo de Francisco Flores Montoya, consejero presidente de la Sección Técnica del Consejo de Obras Públicas del Ministerio de Fomento. Bajo el título "40 años progresando", en él se da cuenta de las transformaciones que han hecho posible tanto las construcciones de nuevas infraestructuras como los cambios normativos llevados a cabo para que los sistemas de transporte se adecuaran a las nuevas necesidades sociales y económicas del país, impulsando su competitividad.



Paso superior de reposición en la Cañada Real.



▶Ave línea Málaga-Madrid.

En el segundo de los textos, "La evolución de las carreteras", Flores Montoya pone el foco en los importantes cambios acaecidos en la Red Nacional de Carreteras, unos cambios que han permitido que hoy sea una red moderna de alta capacidad, que garantiza el derecho a la movilidad con elevados estándares de calidad y seguridad. El autor hace balance también de las aportaciones que para la Red supusieron los distintos planes acometidos en el periodo, así como los logros de otros programas orientados a su mejora, como el de acondicionamientos, el de reposición y conservación o el de accesos a núcleos urbanos. Los cambios normativos, de manera especial los derivados de las leyes de 1988, que inició el proceso de transferencias de la red secundaria y ayudó a definir la actual Red de Carreteras del Estado, y de 2015, que establece como principios esenciales la especialización funcional de las distintas redes y la mayor eficiencia en la gestión y uso de las vías, merecen también las correspondientes reseñas.

El ferrocarril y sus vertiginosos cambios protagonizan el tercero de los artículos, "La transformación del sistema ferroviario". "En 1978 la situación del ferrocarril no respondía a las expectativas creadas por los planes emprendidos… a ello contribuyeron la deficiente calidad del servicio, la falta de planificación e inversiones y la pérdida continuada de tráfico de pasajeros y mercancías", recuerda Flores Montoya. Un panorama que comenzará a cambiar radicalmente tras los primeros gobiernos democráticos y, sobre todo, a partir de los años noventa con la llegada de la alta velocidad. Una eficiente planificación, la afluencia de fondos comunitarios y un periodo de bonanza económica ayudaron a consolidar las mejoras ya iniciadas en años anteriores, de modo que "al finalizar la primera década de este siglo, el escenario ferroviario español se había renovado por completo". La descripción del sistema ferroviario actual y un esbozo de las tendencias futuras del ferrocarril centran las últimas aportaciones del artículo.

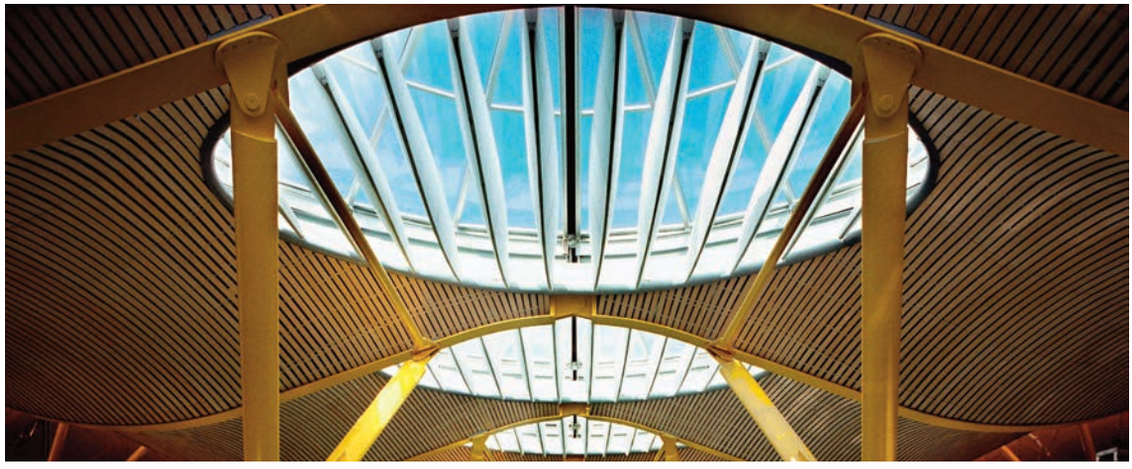
Puertos y aeropuertos

La evolución en el sistema portuario, de las leyes y planes que han conducido a otorgar un papel destacado a los puertos en los distintos procesos de transporte constituyen los temas principales abordados en el texto "40 años navegando". En él se trazan balances de los objetivos alcanzados, entre otros, por el Plan General de Actuación Portuaria de 1982, el Plan General de Puertos de 1985 o la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante de 1992. También se ponen de manifiesto los progresos logrados en materia de autosuficiencia financiera y optimización de la explotación, en



▶Vías del tren línea Málaga-Madrid.

Indice



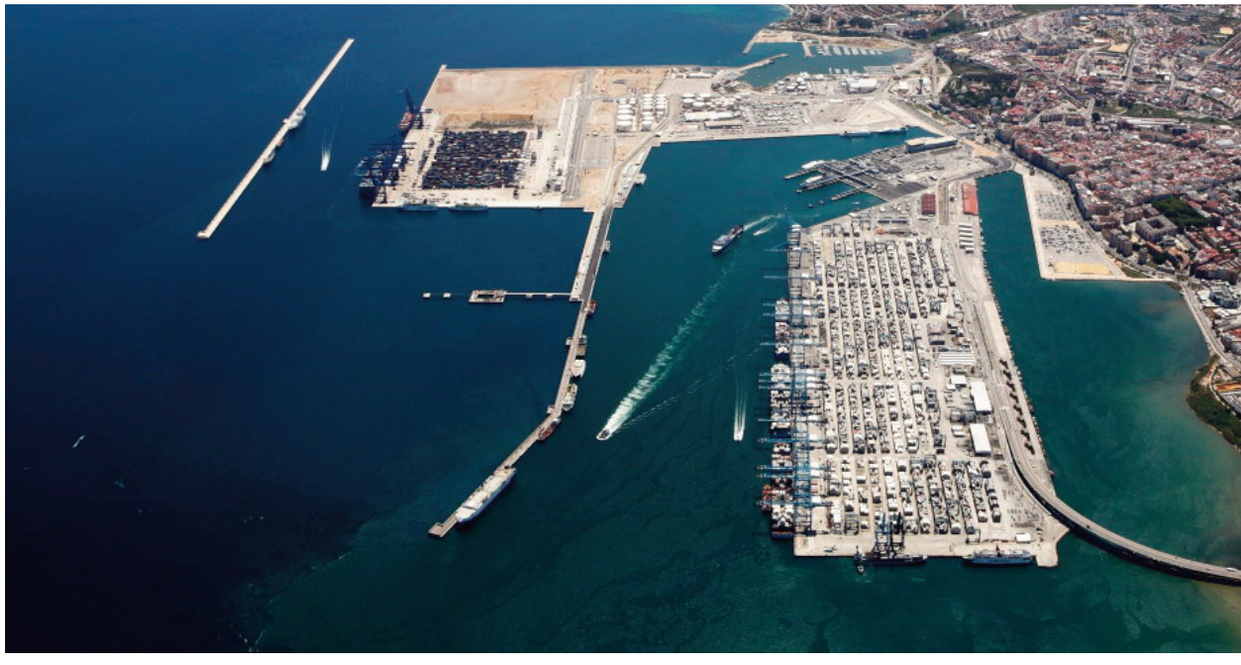
Interior de la T-4 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

mejora de los accesos terrestres o en otros aspectos como su integración en los entornos urbanos inmediatos, todos ellos presentes en el Plan Director de Infraestructuras 1993-2007 y Plan Estratégico de Infraestructuras 2005-2020. La creación de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR) en 1992 y una rápida síntesis de su actividad en estos 25 años (una asistencia media en el auxilio de 33 personas/día; 8 buques/día, y de ayuda al tráfico marítimo y portuario para 800 buques/día) ponen el broche final al artículo.

Julia Sola aborda la evolución de las infraestructuras aeroportuarias en el artículo que lleva por título "El gran despegue", en el que la elocuencia de las cifras sintetiza la transformación radical experimentada por el sector desde 1978: de los apenas 28 millones de pasajeros que transitaron por los aeropuertos en ese año a los casi 250 millones que lo hicieron en 2017. La ampliación y modernización de los grandes aeropuertos de la red de Aena –Barcelona, Madrid, Sevilla, Málaga, Palma de Mallorca, Valencia, Bilbao, etc.– es recordada en detalle en el texto, en el que también se describen los principales retos de cara al futuro: implantación de sistemas de gestión integrados, mayores exigencias en la calidad de los servicios, en la seguridad o en la aplicación de medidas medioambientales encaminadas a reducir el impacto en el entorno de las instalaciones.

Una cuidada galería de imágenes, en la que se recogen algunas de las principales obras de infraestructuras acometidas durante el período, pone el broche final al número.

Redacción Fomento



Puerto Bahía de Algeciras en 2013.



Cómo hemos cambiado

Jornada “40 años transformando España”. La evolución de la obra pública en el período de la Constitución.

Entre los diversos actos promovidos por el Ministerio de Fomento para conmemorar el 40º aniversario de la Constitución, el salón de actos del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas acogió el pasado 11 de diciembre la celebración de la jornada “40 años transformando España”, en la que responsables de los ministerios de Fomento y para la Transición Ecológica, junto a destacados representantes del mundo de la empresa, recordaron los principales hitos que han marcado la evolución de la obra pública y la ingeniería civil durante estos últimos 40 años.

En el marco de los distintos actos promovidos por el Ministerio de Fomento para conmemorar el 40º aniversario de la Constitución, el pasado 11 de diciembre el salón de actos del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) acogió una jornada en la que algunos de los principales responsables de las grandes áreas del Departamento –ferrocarriles, carreteras, vivienda, puertos y aeropuertos, etc.– y del Ministerio para la Transición Ecológica, junto a destacados representantes del mundo de la empresa, hicieron balance de la evolución experimentada por la obra pública en nuestro país, sus grandes cifras y logros, su influencia en distintos sectores de la economía, o en la movilidad, el bienestar o la calidad de vida de la ciudadanía a lo largo de estas últimas cuatro décadas.

Jesús Manuel Gómez García, subsecretario del Ministerio, fue el encargado de poner el prólogo a la jornada, y lo hizo remarcando singularmente cómo la transformación del modelo económico español,

Indice

tras la entrada en vigor de la Constitución hoy vigente, ha sido fruto tanto "del respaldo institucional como del esfuerzo constante de grandes profesionales de la ingeniería civil".

Mandato constitucional

Antes de enumerar los hitos más singulares que han permitido una exitosa evolución de nuestro sistema de infraestructuras a lo largo de estos cuarenta años, el subsecretario de Fomento quiso hacer una breve referencia a aquellos artículos de la Constitución de 1978 que encomendaban de manera más directa a la Administración General del Estado un protagonismo crucial en la tarea, especialmente aquellos como el 149, que le atribuye la competencia exclusiva en la obra pública de interés general, o el 46 y el 47 que asignan competencias en materia de conservación del patrimonio o en materia de vivienda y urbanismo, a fin de garantizar el acceso a una vivienda digna. Con ellos la Constitución daba el mandato a los poderes públicos "de actuar sobre el territorio para garantizar que el nivel de infraestructuras fuera equivalente en todos los puntos de nuestra geografía, con independencia de si las actuaciones para ello son o no rentables desde una lógica de mercado…Y es que la cohesión y la articulación social de un país son presupuestos fundamentales para su desarrollo. Y uno de sus elementos básicos es la conformación y mejora constante de un sistema de infraestructuras eficiente que permita la movilidad interior y exterior de personas y mercancías y el desarrollo del comercio", subrayó.

A continuación, Gómez García puso de relieve cómo la aprobación de la Constitución de 1978 significó el inicio de un verdadero proceso de modernización para nuestras infraestructuras, en el que España partía en una clara posición de inferioridad respecto a otros países de nuestro entorno, y citó como ejemplo la red de vías de alta capacidad, que a principios de los ochenta contaba con apenas 2.000 km de extensión y que, en el espacio de escasos tres lustros, se multiplicó hasta los 5.500 km. Otro tanto ocurría con nuestra red ferroviaria, obsoleta y con múltiples disfuncionalidades a la hora de conectar los núcleos de mayor población en frecuencias y tiempos de viaje acordes con las nuevas necesidades de finales del siglo veinte. La entrada en funcionamiento de la conexión de alta velocidad Madrid-Sevilla significó no sólo un antes y un después como hito inaugural de un nuevo modo de viajar; sus avances técnicos, revolucionarios en muchos casos, se fueron introduciendo también en el resto de la red y propiciaron una paulatina modernización que se dejó sentir en la reducción de los tiempos de viaje, la seguridad o el confort de las nuevas flotas de trenes; se extendió asimismo su electrificación, que redundó también en una mayor sostenibilidad ambiental.



Intervención de María José Rallo, secretaria general de Transporte.

Indice



Esstación de Santa Justa, Sevilla.

Fruto de un ritmo sostenido en la inversión en infraestructuras, que a lo largo de las dos últimas décadas, y salvo contadas excepciones, se ha mantenido entre el 1,1% y el 1,7% del PIB nacional, ha sido una mejora muy significativa del sistema de transporte, lo que, en palabras del subsecretario de Fomento, también ha significado "asegurar su acceso y conectividad al resto de ámbitos territoriales; adecuar sus condiciones de servicio, calidad y seguridad a las exigentes necesidades sociales y medioambientales del mundo actual, e incluir nuevas conexiones internacionales en el marco de la Red Transeuropea de Transporte que aseguran nuestra conexión con el resto de Europa".

El subsecretario de Fomento incidió también en cómo esas inversiones han permitido crear un importante tejido empresarial, altamente cualificado y competitivo, y cómo el esfuerzo en gasto que han significado se ha visto con creces recompensado, como reflejan entre otros los siguientes datos: hoy nuestro país cuenta con la primera red europea de autovías y autopistas; España es el cuarto país del mundo con mejor infraestructura ferroviaria y con la red de alta velocidad más extensa de Europa; es la segunda potencia europea en movimiento portuario de contenedores y undécima a nivel mundial; Aena es el primer gestor aeroportuario del mundo en cuanto a número de pasajeros, y Enaire es el cuarto proveedor de servicios de navegación aérea de Europa. Gómez García recordó que esa amplia red hace posible hoy no sólo una amplia y diversificada oferta de servicios de transporte, sino que las inversiones en ella tienen también un positivo efecto multiplicador, con "una capacidad relativamente elevada de generar valor añadido a lo largo de todo el tejido productivo, desde la construcción a la industria, pasando por la energía".

Por último, el subsecretario de Fomento recordó el destacado papel que el Ministerio ha desempeñado en la preservación del patrimonio histórico, dedicando hoy el 1,5% del presupuesto de cada obra pública a actuaciones de conservación del mismo; recordó igualmente las actuaciones en materia de vivienda, "con un impacto directo en la dignidad y condiciones de vida de las personas", y concluyó su intervención con unas palabras de homenaje a los profesionales del sector, a los que agradeció especialmente "el esfuerzo compartido y el trabajo realizado durante estos últimos 40 años".

Liderazgo

La segunda intervención giró en torno al papel de las empresas en la evolución de las infraestructuras y de la obra pública durante los cuarenta años de vigencia de la Constitución y tuvo como protagonista a Juan Lazcano, presidente de la Confederación Nacional de la Construcción, quien se refirió especialmente a aquellos hechos que desde su punto de vista más han contribuido a posicionar a la ingeniería civil española en el liderazgo mundial. Tras valorar positivamente el esfuerzo planificador del Estado en las últimas décadas, que ha permitido acompasar la creación de infraestructuras a la demanda de movilidad y necesidades de cohesión del territorio, Juan Lazcano quiso poner de relieve cómo esa planificación por parte de las administraciones había desempeñado a su vez un papel de gran transcendencia, tanto en la creación como en el crecimiento de las empresas constructoras en nuestro país. Destacó también la labor del CEDEX como impulsor del progreso técnico, elevando los baremos de calidad de los proyectos, en especial a través de nuevas instrucciones y prescripciones técnicas, catálogos estructurales, controles de calidad, etc. Tampoco olvidó mencionar el efecto catalizador que supuso el ingreso de nuestro país en la UE, permitiendo el acceso a los diferentes programas de inversión y ayudas, que su-

> España cuenta hoy con la primera red europea de autovías y autopistas además de con la red de alta velocidad más extensa de Europa

Indice

pusieron, entre 1986 y 2017, una financiación para infraestructuras de unos 115.000 millones de euros. Con todo ello, "la evolución del sector empresarial al amparo de esta continuada demanda de construcción ha sido verdaderamente revolucionaria, demostrando unas capacidades de desarrollo tecnológico, de iniciativa y de competitividad excepcionales", señaló.

Juan Lazcano no quiso pasar por alto que una de las consecuencias más positivas del esfuerzo inversor de todos estos años, además de dotar al país de un potente sistema de infraestructuras al servicio del transporte y la movilidad de sus ciudadanos, había sido "la adquisición de una relevante experiencia en los distintos tipos de obra pública y servicios; la formación de un alto grado de competencia y cualificación de los profesionales y una constatada eficiencia de las empresas en la ejecución y gestión de los proyectos, en el empleo de tecnologías innovadoras en base a la existencia de unas ingenierías y de una industria auxiliar muy capaces y competitivas".

Tras desglosar las principales cifras de inversión en infraestructuras del período 1978-2018, el presidente de la Confederación Nacional de la Construcción cerró su intervención abordando los retos más inmediatos para el sector en un previsible escenario de salida de la crisis económica, en el que "si bien es de esperar que los ingresos financieros se vayan recuperando progresivamente, el gasto público en servicios prioritarios como la protección social, salud y educación crecerá intensamente, lo que nos conduce inexorablemente a no poder financiar con cargo al presupuesto público las necesarias infraestructuras prioritarias actuales y futuras". Esta realidad, que desde su punto de vista se hace necesario afrontar más pronto que tarde, requiere revisar también el modelo de financiación de la obra pública, introduciendo quizá un modelo eficiente de colaboración público-privada, "un modelo más sostenible y solidario, más justo y equilibrado, que involucre en mayor medida al usuario de la infraestructura y libere más recursos para atender el gasto social. Honestamente pienso que para abordar esta problemática será necesario un pacto de Estado", concluyó.

La visión empresarial de la evolución de la obra pública durante estos 40 años fue completada por el presidente de la Cámara Oficial de Contratistas de Cataluña, Joaquín Llansó, quien se refirió a la reciente creación del Consell Assessor d´Infraestructures de Catalunya y su objetivo de hacer partícipe a la sociedad civil en el análisis, evaluación, deliberación y propuesta de iniciativas y políticas de infraestructuras en el ámbito de Cataluña.



▶Puente sobre la Autovía del Cantábrico.

El grueso de su exposición estuvo dedicado en buena medida a desarrollar una serie de propuestas, orientadas todas ellas a hacer posible un nuevo modelo de gestión de las infraestructuras en nuestro país y comenzó subrayando la propia importancia social de las infraestructuras, entre otras razones, porque posibilitan la mejora de la competitividad, la calidad económica y social, la atracción de inversiones y la creación de puestos de trabajo. Son en definitiva un factor imprescindible de prosperidad y bienestar social, y "su carencia puede impedir el eficaz aprovechamiento del potencial de cada territorio, pero su exceso perjudica la economía".

Respecto a la necesidad de incrementar la eficiencia de la inversión pública de cara a los próximos años, Llansó citó las previsiones de algunos estudios del Banco Central Europeo que señalan que un incremento de la misma en España y otros países europeos podría tener un impacto negativo para el crecimiento económico a largo plazo. Lograr la mayor rentabilidad de la inversión pública en la provisión de infraestructuras se hace, pues, más necesario que nunca. Y entre las principales propuestas para mejorar el modelo de gestión de las infraestructuras, Llansó sugirió la necesidad de que sean consensuadas política y socialmente; que respondan a demandas de largo recorrido (10-15 años) basadas en datos objetivos, y que la planificación, ejecución, mecanismos de financiación y rentabilidad cumplan requisitos de transparencia y una exhaustiva evaluación de sus costes y beneficios. Llansó también subrayó la necesidad de desvincular la inversión pública de los ciclos electorales, dotándola

Indice

de mayor estabilidad a fin de suavizar los ciclos económicos, "se debe procurar conferir mayor certeza a los agentes y empresas implicados en la ejecución, a fin de evitar ajustes duros en tiempos de recesión como el vivido recientemente".

Para avanzar en ese nuevo modelo, el presidente de la Cámara Oficial de Contratistas de Cataluña manifestó que es también muy necesario "que impulsemos la innovación, la investigación y el desarrollo, por parte de todos los agentes involucrados, tanto en el ámbito público como en el privado, de forma coordinada y colaborativa, a nivel local, regional y global. La dimensión de los retos es de tal magnitud que tenemos que establecer entre todos (sociedad civil, administraciones públicas y empresas) un Pacto Nacional de Infraestructuras". Concluyó su exposición con un análisis de la situación actual de las vías de alta capacidad, donde las necesidades de conservación cada vez más urgentes, su gran extensión (casi 17.000 km), y el contexto normativo europeo, tendente a implantar en ellas sistemas de pago por uso, hacen cada vez más aconsejable la implantación de un nuevo modelo de gestión. Llansó recalcó que "el mantenimiento de la red viaria y su modernización no pueden seguir condicionados a situaciones de bonanza ni a las decisiones partidistas: hay que generar recursos recurrentes y finalistas (equilibrio del sistema)". A su juicio el nuevo modelo de gestión para las vías de alta capacidad implicaría necesariamente adoptar las directivas europeas, la implantación del canon por distancia recorrida, que sería de carácter finalista, destinado a mejoras en la carretera y el transporte.

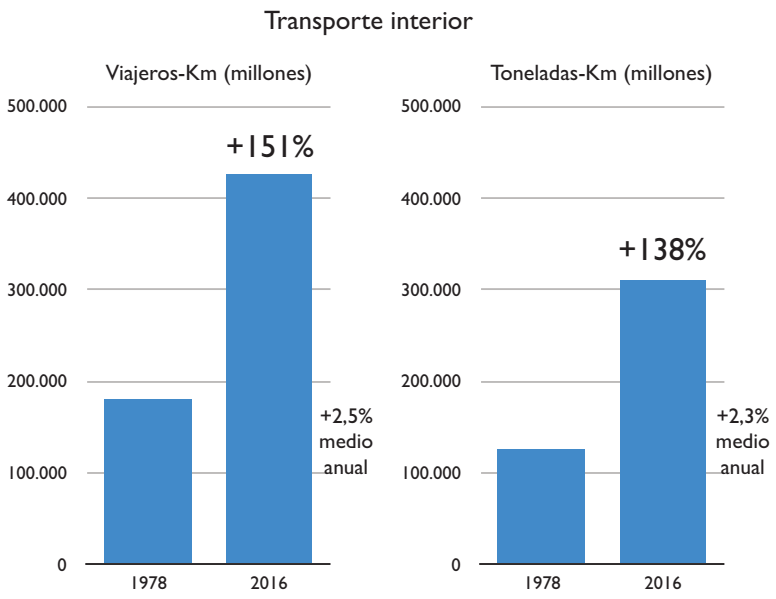
La gestión del agua

La ponencia presentada por Manuel Menéndez Prieto, director general del Agua del Ministerio para la Transición Ecológica, incidió en las grandes prioridades que han determinado las actuaciones de la Administración en materia de gestión del agua y que han caracterizado, asimismo, diferentes etapas a lo largo de las últimas cuatro décadas: el período 1978-1985, en el que se acometen las últimas grandes obras; 1986-2000, donde se emprende una planificación hidrológica subordinada a la económica; 2001-2004, dominada por el trasvase del Ebro; 2005-2007, durante la que tiene lugar la derogación parcial del Plan Hidrológico Nacional; 2008-2011, en la que la agricultura vuelve a cobrar prioridad; 2012-2017, caracterizada por la adecuación de los planes hidrológicos a la Directiva Marco del Agua, y a partir de 2018, de formulación de nuevas prioridades.

Singularmente, entre esas nuevas prioridades, Manuel Menéndez estableció la "necesidad de dar cumplimiento a los objetivos medioambientales exigidos por la Directiva Marco de Agua: definición completa y cumplimiento de los caudales ecológicos, rigor en la aplicación del régimen de "excepciones", cumplimiento de las exigencias europeas en materia de aguas residuales, control de la contaminación difusa, integración de nuevos recursos como la reutilización y la desalación, lograr mayor eficiencia en regadíos y en consumos de energía, medidas de adaptación al cambio climático, incremento de la seguridad en presas, invertir la tendencia en cuanto a la reducción en disponibilidad presupuestaria".

Hitos del transporte

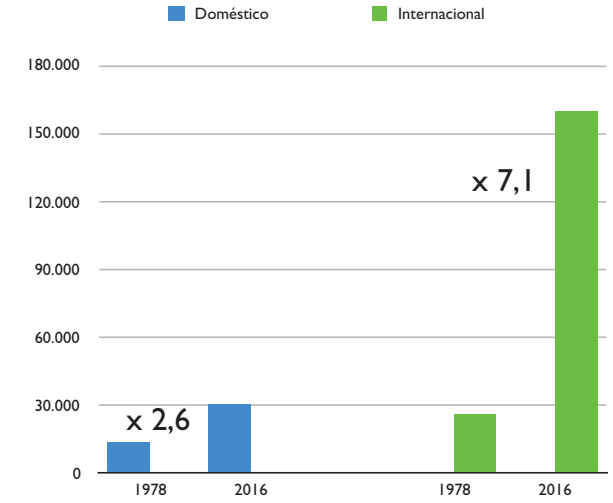
Por su parte, la secretaria general de Transporte del Ministerio de Fomento, María José Rallo del Olmo, tras trazar un rápido bosquejo del contexto económico y la evolución del PIB del país, que ha mantenido un crecimiento medio sostenido del 2,2 % interanual a lo largo de estos cuarenta años, reseñó durante su turno de palabra los pilares que lo han hecho posible, entre ellos la planificación y el desarrollo en la red de infraestructuras. Enumeró también los que a su modo de ver han sido los acontecimientos y proyectos que más y mejor han contribuido a desarrollar nuestro sistema de trans-



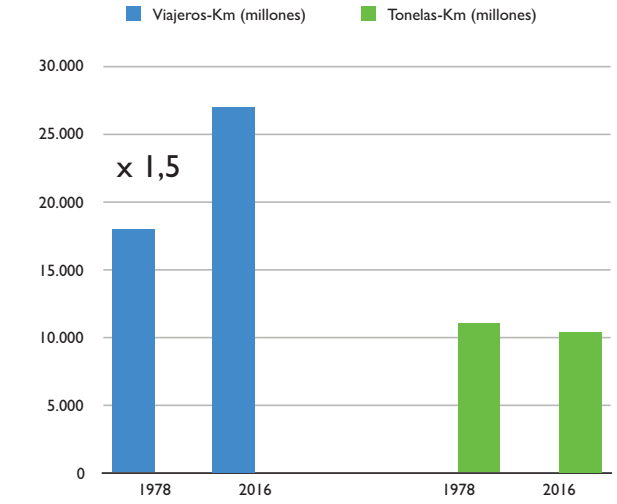
Indice

Principales cifras del transporte

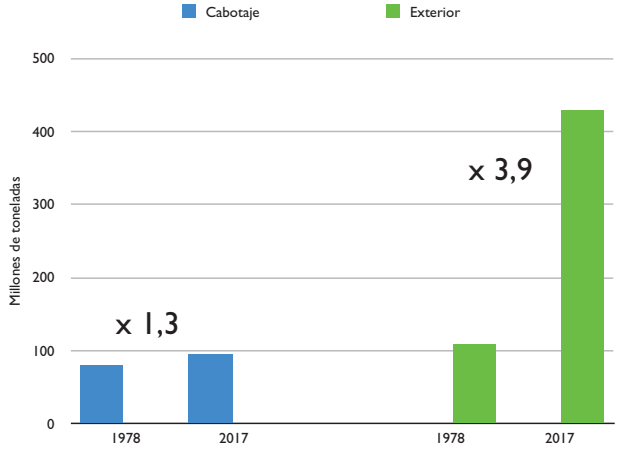
Transporte aéreo



Transporte ferroviario



Transporte marítimo de mercancías



porte, como la entrada de España en la UE en 1986 o la promulgación de algunas leyes especialmente cruciales para la dinamización del sector: la ley de Ordenación de los Transportes Terrestres de 1987, las leyes del Sector Ferroviario de 2003 y 2015 o la ley del Contrato de Transporte Terrestre y Mercancías de 2009.

La evolución de los distintos modos de transporte a través de sus principales cifras ocupó el núcleo central de su exposición. En concreto, entre los datos más relevantes: el transporte tanto de viajeros como de mercancías por carretera casi se ha triplicado a lo largo de estos últimos cuarenta años, pasando de poco más de cien mil millones de viajeros por km, a los casi cuatrocientos mil millones viajeros/km de 2016, y de unos noventa mil millones de toneladas/km a casi trescientos mil millones toneladas/km, en el caso de las mercancías. Un crecimiento que no fue tan significativo en el transporte ferroviario, pero que en lo que respecta al transporte aéreo, en cambio, se tradujo en unas cifras espectaculares, muy particularmente en los movimientos de viajeros con origen y/o destinos internacionales, en los que se pasó de los cerca de 28 millones de viajeros de 1978 a los casi 160 millones de 2016.

La secretaria general de Transporte enumeró igualmente algunos de los principales hitos que más positivamente han incidido en la evolución del sector en estas cuatro décadas, entre otros, la creación de la Dirección General de Aviación Civil en 1982; la creación de Aena en 1991; el impulso a la libre competencia a partir de 1993; el ingreso en Eurocontrol en 1997; las ordenaciones para los aeropuertos de interés general y los planes directores de aeropuertos de 1998 y 1999; las iniciativas de Cielo Único Europeo de 2000 y los reglamentos correspondientes introducidos a partir de 2004, o la creación de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea en 2008. Todos, en definitiva, factores que han propiciado un cambio radical en el sector y que han contribuido a configurar sus colosales dimensiones en la actualidad: más de 2,2 millones de vuelos gestionados en 2017 en 49 aeropuertos de la red Aena de interés general, lo que hizo posible también la conexión de nuestro país con 298 destinos internacionales mediante 1.853 rutas operadas por 358 aerolíneas comerciales. Son cifras que resumen la evolución espectacular del sector, pero a las que también es necesario sumar unos logros no menos relevantes en materia de seguridad, en la salvaguardia de los derechos de los pasajeros o en la gestión de todos los procesos

Indice

previos y posteriores al vuelo –embarque y recogida de equipajes, eficacia y sostenibilidad de las instalaciones, etc.–.

El transporte marítimo, cuya evolución se ha visto igualmente jalonada por cambios transcendentales como la supresión de las ayudas al sector a partir de 1990, los procesos de liberalización al tráfico exterior (1993) y al de cabotaje (1999) o la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante de 1992, ha experimentado asimismo crecimientos en positivo no menos importantes, como ponen de manifiesto algunas de las cifras más significativas expuestas por María José Rallo. Mientras en 1978 la red portuaria gestionó 186 millones de toneladas de mercancías, en 2017 ese volumen se triplicó hasta alcanzar los 545 millones de toneladas. Y el crecimiento alcanzó también a los movimientos de pasajeros, pasando de los 11 millones aproximados de 1978 a los algo más de 35 millones de 2017, de los que casi unos 10 millones lo fueron de cruceros. Y tras esas grandes magnitudes siempre hay pequeños cambios, quizá imperceptibles en el día a día pero que finalmente acaban configurando la enorme dimensión actual del sector: la introducción de herramientas y sistemas de gestión portuaria más sostenible; la mejora que para la seguridad supuso la entrada en operaciones de Salvamento Marítimo en 1993, el desarrollo de nuevas tecnologías de ayudas a la navegación, etc.

Tras concluir cómo los datos antes expuestos revelan que hoy los españoles sin ninguna duda "nos movemos más y también mucho mejor, con mayor seguridad y menores tiempo de recorrido, mejor calidad del servicio, y de forma más eficiente y sostenible", la secretaria general de Transporte concluyó su exposición enumerando los retos aún pendientes para el sector, como avanzar en la intermodalidad y la multimodalidad, incrementar la cuota del transporte ferroviario de mercancías, progresar en la digitalización del transporte, seguir mejorando en materia de seguridad y sostenibilidad, fijar nuevas prioridades de inversión en infraestructuras y mejorar la coordinación entre administraciones.

Carreteras y ferrocarriles

José Javier Izquierdo Roncero, secretario general de Infraestructuras del Ministerio de Fomento inició su ponencia poniendo de relieve el hecho de que en el periodo 1978-2015, según los datos del Fondo Monetario Internacional (FMI), nuestro *stock* de capital público se ha triplicado hasta alcanzar un valor de 1,2 billones de euros, una cifra muy similar al de las otras grandes potencias europeas –Alemania, Gran Bretaña, Italia o Francia–. Quiso destacar también cómo esa convergencia no sólo ha tenido lugar en términos cuantitativos, sino que ha sido también muy similar en términos de calidad, de modo que las infraestructuras y los sistemas de transporte españoles que sobre ellas se asientan ostentan unos parámetros que los sitúan a la cabeza respecto a los de Europa y el resto del mundo.

Buena muestra de todo ello lo constituyen las respectivas redes de carreteras y ferrocarril y, en especial, su crecimiento a lo largo de estas últimas cuatro décadas, desgranado por el secretario general de Infraestructuras del Ministerio de Fomento a través de algunos de sus datos y referentes más notables. Así, poco antes de aprobarse la Constitución, en 1975, la Red Nacional de Carreteras solo contaba con 619 km de autopistas de peaje, 269 km de autovías y 78.993 km de carreteras convencionales. Con la entrada en vigor de la Constitución, que estableció como competencia exclusiva de la Administración del Estado la realización y conservación de aquellas obras públicas que afecten a más de una comunidad autónoma, se produjo un importante proceso de transferencias de carreteras de titularidad estatal hacia las comunidades autónomas. Por otra parte, la aprobación en 1984 del Plan General de Carreteras supuso el primer gran impulso de modernización de la Red. El objetivo era mejorar su capacidad y dotarla de unas condiciones de seguridad idóneas. La entrada en la Unión Europea y el acceso a sus fondos y programas de inversión permitió mantener un buen ritmo en la construcción de nuevas infraestructuras en las siguientes décadas, de modo que de los 2.228 km de autovías abiertos en 1990 se pasó a los 8.389 km de 2012 y, más recientemente, a finales de 2017, la Red de Carreteras del Estado alcanzó los 26.393 km, acogiendo más del 52% del tráfico total de vehículos y casi el 65% del tráfico pesado.

Además del Plan General de Carreteras de 1984, la lLey de Carreteras de 1988, el Plan Director de Infraestructuras 1993-2007, el Plan de Infraestructuras del Transporte 2000-2007, el Plan Estratégico de Infraestructuras y el Transporte 2005-2020, la Ley de Carreteras de 2015 y el Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda 2012-2014 fueron conformando y adaptando la realidad y objetivos de la Red, tanto en materia de nuevas realizaciones

Indice

como de conservación, a las circunstancias económicas de cada momento. Ante este nuevo panorama, en el que ya la suficiencia de itinerarios muestra una Red solvente, capaz de garantizar las grandes necesidades de comunicación entre los principales núcleos de población, los grandes retos actuales se plantean en el terreno de la conservación del patrimonio viario donde, a juicio de José Javier Izquierdo, se ha dejado notar más el déficit inversor de las últimas etapas y donde "se hace más necesario una búsqueda de fórmulas de financiación público-privada que guarden un equilibrio entre una rentabilidad suficiente que suscite el interés del mercado pero que no comprometa la capacidad inversora a largo plazo".

Con respecto a la evolución del sector de las infraestructuras ferroviarias en nuestro país a lo largo de estos 40 últimos años, José Javier Izquierdo llamó la atención sobre los cuatro condicionantes previos que marcaron una posición de partida sumamente desventajosa: la situación periférica de la Red, en el extremo occidental del continente europeo; la difícil orografía, con su repercusión en los costes de construcción; una muy desigual distribución demográfica, y la coexistencia de tres anchos de vía fruto de decisiones no muy bien meditadas en el pasado.

Frente a ello, a partir de 1978, el inicio de una planificación más rigurosa (Plan de Transporte Ferroviario de 1987, Plan Director de Infraestructuras 1993-2007, Plan de Infraestructura del Transporte 2000-2007, etc.) junto a la adopción de normativa comunitaria (Reglamento 1315/2013 sobre desarrollo de Redes Transeuropeas de Transporte, Reglamento 1316/2013 Mecanismo conectar Europa CEF-1, futuro Reglamento CEF-2 para el período 2021-2027), la reorganización del sector público/privado (ministerio, empresas, agencias, administradores, etc.), el desarrollo de tecnologías ferroviarias y la apuesta por la especialización (cercanías, alta velocidad), son factores que han posibilitado un despegue y transformación radicales del sector en esta última etapa.

La red de Alta Velocidad pasó así de contar con solamente 476 km en 1992 a 3.240 km en 2018. Por su parte, la red de Cercanías, presente en once grandes núcleos de población en la Península, fue utilizada por más de 423 millones de viajeros en 2017, a razón de 1,5 millones de viajeros/día. Pese a que todos esos cambios arrojan un balance final más que satisfactorio, el secretario general de Infraestructuras quiso cerrar su intervención recordando que las previsiones a corto y medio plazo



▶Nueva variante de Despeñaperros en la A-4.

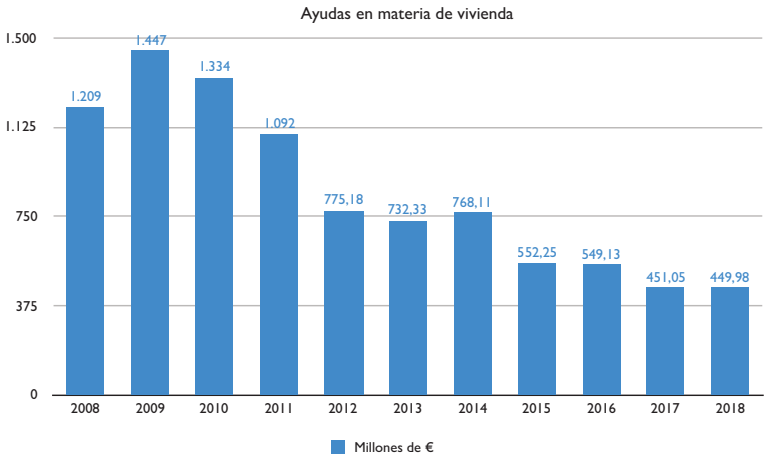
Indice

apuntan a un crecimiento continuado de la demanda en el modo ferroviario, lo que "hará necesario mantener el esfuerzo en la puesta en valor y en la mejora de la gestión en ambas redes (Cercanías/Alta Velocidad) tanto en el medio como en el largo plazo".

Vivienda

Helena Beunza Ibáñez, secretaria general de Vivienda del Ministerio de Fomento, inició su ponencia recordando el artículo 47 de la Constitución: "Todos los españoles tienen derecho a disfrutar de una vivienda digna y adecuada. Los poderes públicos promoverán las condiciones necesarias y establecerán las normas pertinentes para hacer efectivo ese derecho, regulando la utilización del suelo de acuerdo con el interés general para impedir la especulación. La comunidad participará en las plusvalías que genere la acción urbanística de los entes públicos", y esbozó a continuación los rasgos más característicos de las cinco leyes promovidas por el Estado en materia de suelo y políticas urbanas, entre ellas la Ley 8/1990, que puso un mayor énfasis en la función social del suelo y una adquisición gradual de derechos; la Ley 6/1998, que desencadenó un proceso de liberalización; la Ley 8/2007, que significó el regreso a la ciudad compacta; la Ley 8/2013, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas, que reguló por vez primera las intervenciones en la ciudad consolidada, y el Texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana de 2015, que introdujo principios de desarrollo territorial y urbanos sostenibles.

Helena Beunza quiso recordar también los principales acontecimientos que han marcado más significativamente la evolución de las políticas de vivienda a lo largo del período 1978-2018, entre otros: la adhesión a acuerdos y compromisos internacionales como la Conferencia Hábitat de Naciones Unidas; la Carta de Leipzig (2007), o la Declaración de Toledo de 2010. Y puso también de relieve otros acontecimientos cuya influencia se dejado sentir como corriente de fondo en el sector a lo largo todos estos años: los cambios demográficos derivados del éxodo rural, de modo que hoy más del 80% de la población española reside en ciudades; los estímulos a las buenas prácticas, tanto en materia de urbanismo como de arquitectura (premios nacionales); la adhesión a las agendas urbanas (de Naciones Unidas y la UE); el desarrollo de la Agenda Urbana Española, cuyo



marco estratégico busca un modelo de ciudad más sostenible y habitable; los 12 planes estatales de vivienda promovidos a lo largo del período 1977-2018, además de las alternancias de períodos de fuerte crecimiento económico y expansión en el mercado inmobiliario seguidos de otros de recesión y restricciones económicas como el actual. Para hacer frente a ello, la secretaria general de Vivienda señaló que en la actualidad el Ministerio de Fomento promueve una reorientación del Plan de Vivienda 2018-21, cuyos principales pilares son el Plan 20.000 de viviendas de alquiler social y la reforma de la regulación del mercado del alquiler.

Para concluir su intervención, Helena Beunza quiso destacar también el hecho de que el Ministerio de Fomento han destinado, desde el año 2008, más de 9.360 millones de euros a políticas estatales de vivienda, sobre todo a través de los mecanismos de inversión previstos en los diferentes planes, un importe que supone entre el 15 y el 20% del total de las ayudas del Estado teniendo también en cuenta las ayudas indirectas o fiscales. La secretaria general de Vivienda reseñó, por último, la labor del Departamento en la promoción y regulación de la calidad en la edificación, promoviendo normas como la Ley de la Edificación de 1999 o el Código Técnico de la Edificación, así como en la conservación del patrimonio histórico, para el que desde 1985, año en que se aprobó la ley del 1% cultural (hoy 1,5%), ha destinado más de 733 millones de euros que han permitido un total de 1.217 actuaciones de preservación del mismo.

Puertos

Pilar Parra Serrano, jefa de área de Planes de Empresa y Presupuestos del ente Puertos del Estado

Indice



Imágenes aéreas del puerto de Valencia.

inició su turno de intervenciones refiriéndose a la singular posición privilegiada que ocupa nuestro país en el sur de Europa, en una de las zonas estratégicas de mayor importancia en el tráfico marítimo internacional, a caballo de tres continentes. Asimismo, quiso resaltar cómo esa posición ha incidido muy favorablemente en que el transporte marítimo aporte hoy el 75% de nuestras importaciones, casi el 60% de nuestras exportaciones y represente el 96% del comercio exterior con terceros países, suponiendo el 2,07% del PIB nacional y generando unos 275.000 empleos (directos, indirectos e inducidos).

Pilar Parra detalló a continuación los principales hitos normativos y de organización que bajo su punto de vista más habían contribuido a configurar el sector portuario español a lo largo del período 1978-2018, entre ellos la Ley de Costas de 1988, la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante de 1992 o la Ley de Régimen Económico y de Prestación de Servicios de los Puertos de Interés General de 2003, "referentes normativos que han contribuido a que el sistema portuario sea, a día de hoy, uno de los más descentralizados de todos los nodos de transporte", circunstancia que ha permitido también que el sistema, que hoy cuenta con 29 organismos con personalidad jurídica propia, registre en 2017 un tráfico de mercancías cercano a los 550 millones de toneladas, más del doble de los 200 millones de toneladas de 1978. El crecimiento ha sido extensivo a la práctica totalidad de sectores –graneles líquidos y sólidos o mercancía general–, pero ha sido especialmente relevante en el caso de los contenedores, donde en 2017 se alcanzaron los 15.952 miles de TEUs frente a los 976 de 1978, lo que significó un aumento de más del 1.534%.

Más allá de la realidad de esas grandes magnitudes, el sistema portuario ha experimentado igualmente una no menos transcendental transformación económica, fruto del esfuerzo inversor en la mejora y ampliación de sus instalaciones. Como datos más destacados, Pilar Parra subrayó los incrementos de metros lineales de muelles (con crecimiento de más del 41% desde 1978), de superficie terrestre total, hoy en casi 100.000 m^2 (más del 133% con respecto a 1978) y de la superficie de hectáreas de flotación, casi 200.000 (un 200% más que en 1978). Estas, entre otras más magnitudes, han permitido, en opinión de Pilar Parra, hacer del sistema de gestión

Indice

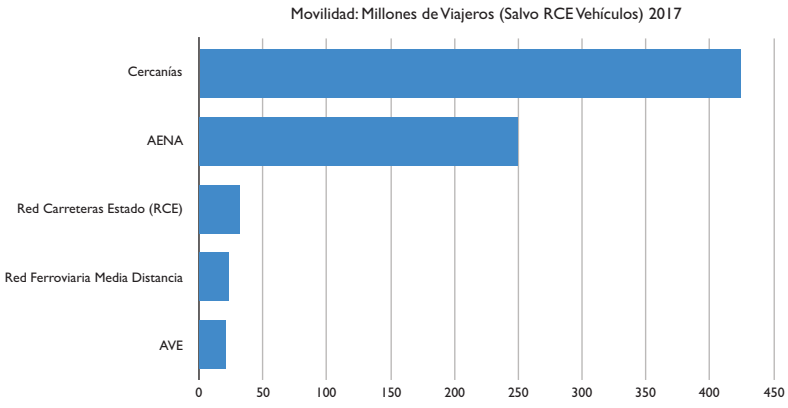
portuario un magnífico modelo de éxito de colaboración público-privada, en el que hoy más del 40% de la zona de servicio está concesionada y en el que el mantenimiento de la operativa comercial coexiste en armonía con el entorno urbano más próximo. Una buena muestra de todo ello han sido especialmente algunas de las transformaciones urbanas que han girado en torno a zonas donde la propia actividad portuaria derivaba en un efecto barrera –Bilbao Ría 2000, Port Vell de Barcelona, integración de paseos marítimos y recuperación de viejos tinglados como espacios culturales y de ocio en la mayoría de ciudades portuarias, etc.–.

De cara al futuro, como continuación de la línea de mejora emprendida en competitividad y accesibilidad, Pilar Parra apuntó la necesidad de seguir planteando nuevos retos, tanto en cuanto a dotación de nueva infraestructura, como en cuanto a mejora de prestación de servicios, seguridad, sostenibilidad o introducción de nuevas tecnologías (Puertos 4.0).

Luces largas

El secretario de estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda del Ministerio de Fomento, Pedro Saura, puso el broche final a la jornada y lo hizo invitando a la reflexión desde el mismo título de su ponencia "Tras 40 años, ¿cómo estamos y hacia dónde vamos?. Una política de luces largas". Quiso hacer evidente, en primer lugar, cómo el gran esfuerzo inversor realizado en esas cuatro décadas ha hecho posible que prácticamente hayamos convergido con los principales países de la UE, así como que "gran parte de la superación del retraso que teníamos en materia de infraestructuras al final de la dictadura se ha construido sobre la base de un amplio consenso político, social y territorial bastante amplio, convergiendo en *stock* de capital por habitante entre las diferentes regiones".

En la situación actual, una vez logrado ese *stock* adecuado de infraestructuras, el secretario de estado incidió en la oportunidad de responder a cuatro preguntas: ¿cuánto invertir?, ¿dónde invertir?, ¿cómo invertir? y ¿para qué invertir?, interrogantes cuyas respuestas requieren a su juicio de una política de "luces largas" en infraestructuras "que debe tener también entre sus principales objetivos: la seguridad, la eficiencia en la movilidad, la estabilidad en la inversión pública y un máximo impacto de las infraestructuras en el crecimiento económico".



Pedro Saura, frente al anterior "cuanto se pueda" que ha caracterizado el acomodo a los ciclos económicos, sugiere crear marcos de inversión más estables; "la inversión pública debe ser estable y previsible, tanto para suavizar el ciclo económico como para dar certidumbre a los agentes y evitar ajustes fuertes en tiempos de crisis; con un diseño adecuado de riesgos, la colaboración público-privada puede ayudar a dar estabilidad al ciclo económico, más en un contexto de elevada deuda pública y muchos pasivos para las administraciones públicas". Respecto a ¿dónde invertir?, Pedro Saura volvió a subrayar la necesidad de maximizar el impacto de las infraestructuras en el medio y largo plazo, lo que obliga a acometer proyectos con rentabilidad económica y social contrastada y a su evaluación *ex ante*. Para ello, se ha previsto ya que el Ministerio de Fomento de cabida en su Consejo Asesor tanto a especialistas en evaluación como a expertos de la Autoridad Independiente de Responsabilidad Fiscal (AIREF).

El secretario de estado indicó que además de la seguridad, donde ya es prioritario corregir el déficit inversor de casi 2.000 millones de euros acumulado en los últimos seis años, la movilidad, en especial hacia los modos de transporte más utilizados como las cercanías ferroviarias, junto a la mejora de la interoperabilidad, deben ser algunos de los capítulos ineludibles y prioritarios en materia de inversiones de cara a los próximos años. Pedro Saura concluyó su intervención señalando: "necesitamos reorientar la inversión en los modos de transporte público que más se utilizan; una regulación del transporte que permita ganar en eficiencia y equidad; una eficaz liberalización del ferrocarril. Y necesitamos abordar la evaluación *ex ante* en la toma de decisiones sobre inversión pública, la intermodalidad y la interoperatividad".

Redacción Fomento

Indice

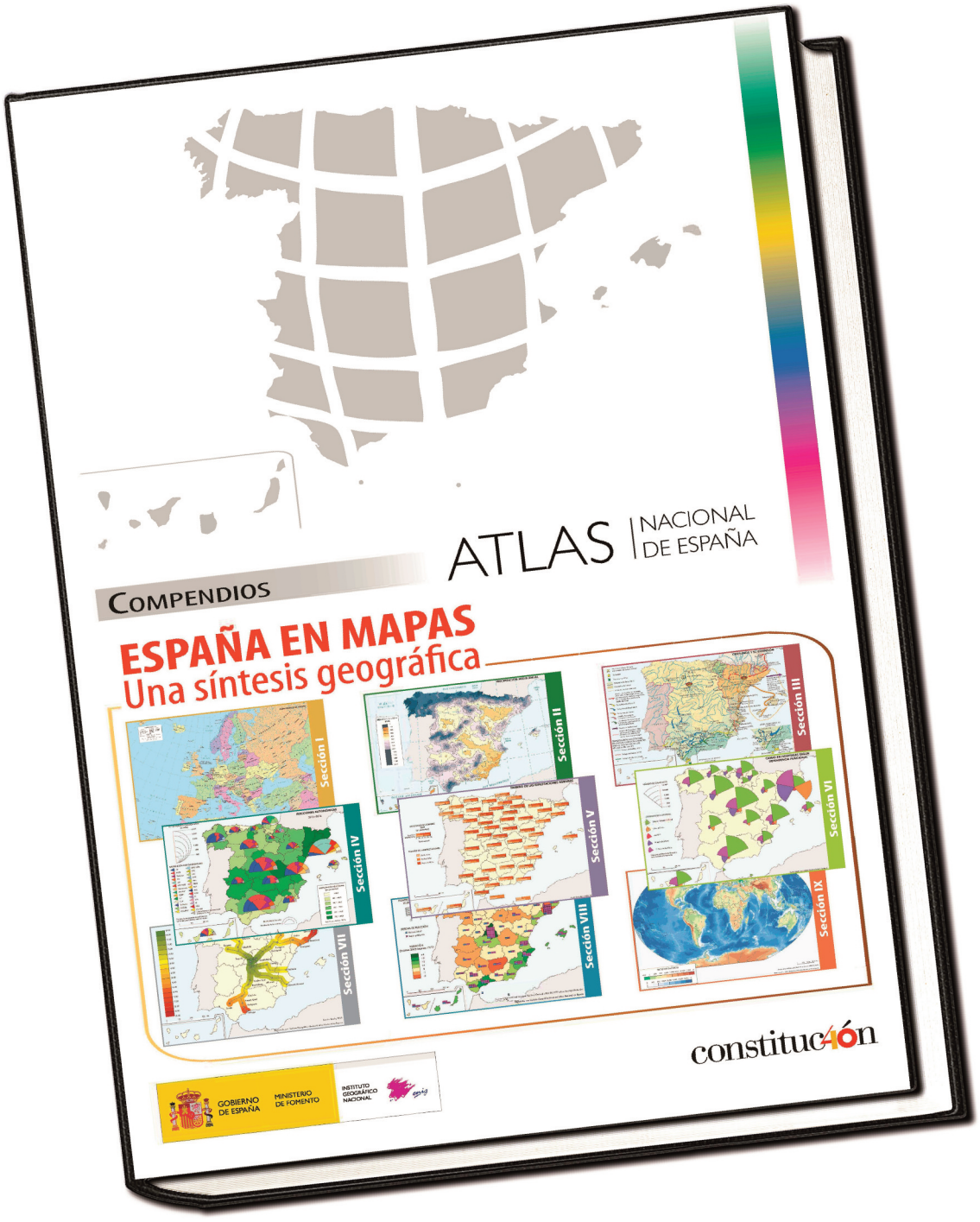


Interior de la T-4 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

Indice

ATLAS | NACIONAL DE ESPAÑA

ESPAÑA EN MAPAS
Una síntesis geográfica



Indice

«España en mapas. Una síntesis geográfica» es la primera publicación del Atlas Nacional de España (ANE) del siglo XXI (ANEXXI): una nueva etapa en la ya larga evolución del Atlas Nacional. Aporta, a través de mapas, gráficos, ilustraciones, imágenes, tablas y textos, una visión sintética, integrada y razonada de la geografía e historia de nuestro país.

▶Índice temático de «España en mapas. Una síntesis geográfica».

ÍNDICE GENERAL

SECCIÓN I	CONOCIMIENTO GEOGRÁFICO Y CARTOGRAFÍA
Capítulo 1	Representación cartográfica del conocimiento geográfico
Capítulo 2	Cartografía general de referencia y toponimia
SECCIÓN II	MEDIO NATURAL
Capítulo 3	Estructura terrestre y formas de relieve
Capítulo 4	Clima y agua
Capítulo 5	Biogeografía y suelos
SECCIÓN III	HISTORIA
Capítulo 6	Referencias históricas
SECCIÓN IV	POBLACIÓN, POBLAMIENTO Y SOCIEDAD
Capítulo 7	Demografía
Capítulo 8	Asentamientos humanos
Capítulo 9	Sociedad
SECCIÓN V	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y ECONÓMICAS
Capítulo 10	Actividades agrarias y pesqueras
Capítulo 11	Minería, energía, industria y construcción
Capítulo 12	Turismo
Capítulo 13	Comercio y servicios
SECCIÓN VI	SERVICIOS Y EQUIPAMIENTOS SOCIALES
Capítulo 14	Educación, ciencia, cultura y deporte
Capítulo 15	Sanidad, protección y políticas sociales
Capítulo 16	Seguridad y justicia
SECCIÓN VII	SISTEMAS DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
Capítulo 17	Transportes
Capítulo 18	Comunicaciones
SECCIÓN VIII	ESTRUCTURA TERRITORIAL
Capítulo 19	Estructura económica
Capítulo 20	Paisaje
Capítulo 21	Medio ambiente
Capítulo 22	Articulación territorial
SECCIÓN IX	ESPAÑA EN EL MUNDO
Capítulo 23	España en el contexto geográfico mundial
Capítulo 24	Presencia de España en el mundo

El ANE es una obra singular en la producción científico-técnica del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Lo elabora el equipo del Área de Cartografía Temática y Atlas Nacional de la Subdirección General de Geodesia y Cartografía con el apoyo de numerosas organizaciones científicas y académicas y entidades de las administraciones públicas. Se trata de una obra de referencia para el conocimiento e investigación de la realidad geográfica de España, con actualización y difusión continuas a través de diversos canales de comunicación. De forma progresiva, a lo largo del tiempo, el ANE ha publicado una colección de productos y servicios agrupados en series: General, Monografías, Compendios, Láminas y murales.

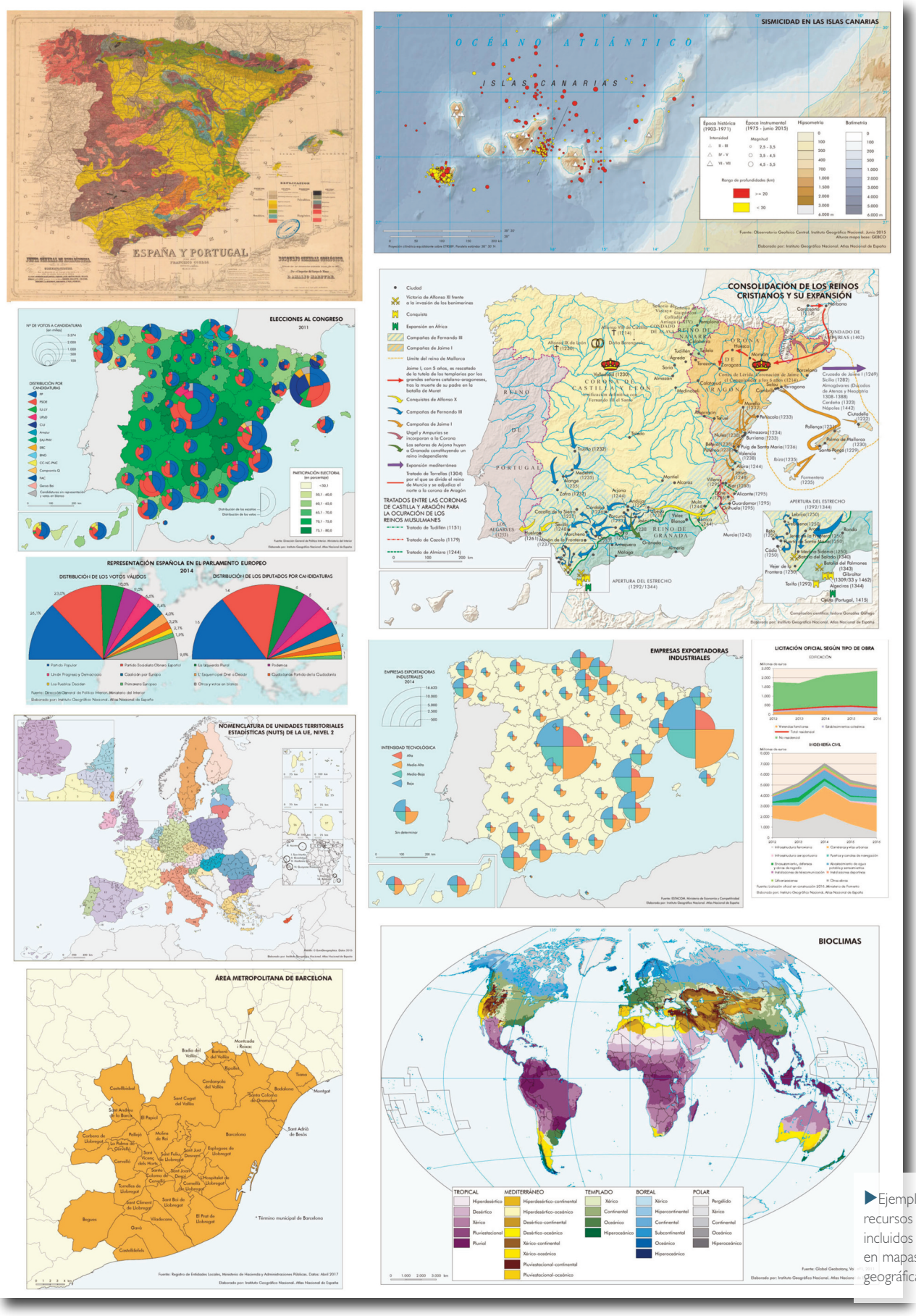
Como en etapas previas de su desarrollo, el ANEXXI se diferencia de las anteriores por presentar una serie General con una nueva estructura temática: 9 secciones que comprenden 24 temas que, a su vez, se desglosan en 73 subtemas; se incluyen así nuevos campos de conocimiento y, sobre todo, enfoques actuales en el tratamiento y presentación de otras materias ya clásicas en cualquier atlas nacional. También, incorpora para su elaboración y difusión las recientes capacidades de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

"España en mapas. Una síntesis geográfica" se encuadra en la serie Compendios porque compila los contenidos más significativos de la serie General del ANEXXI.

Contenido

La obra incluye alrededor de 1.250 recursos gráficos, de los cuales más de 800 son mapas. Además, se han creado 215 gráficos estadísticos, y el resto son fundamentalmente ilustraciones, imágenes y tablas. Los textos, escritos por los colaboradores científicos, crean un hilo argumental, desarrollan los contenidos, ofrecen una explicación complementaria y destacan los aspectos más importantes.

Indice



▶Ejemplo de distintos recursos gráficos incluidos en "España en mapas. Una síntesis geográfica"

Indice



▶Universidades e instituciones que pertenecen a la Red ANExxi

Obra multidisciplinar y colaborativa

El ANE es tanto una operación estadística del Plan Estadístico Nacional como una operación cartográfica del Plan Cartográfico Nacional y es, por tanto, un lugar natural de encuentro de los ámbitos estadístico y geoespacial.

Por la multiplicidad de materias que comprende y los conjuntos de datos oficiales (completos, fiables y actuales) se necesita que cada una de esas materias sea también una publicación necesariamente colaborativa. Por ello, el IGN promovió la constitución de una red de organizaciones científicas y académicas para la dirección y colaboración científicas del ANExxi (Red ANExxi), en la que la Asociación de Geógrafos Españoles desempeñó un papel fundacional.

La Red ANExxi está constituida actualmente por 34 universidades españolas, además de la Asociación de Geógrafos Españoles, del Instituto de Economía, Geografía y Demografía del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, la Real Academia de la Historia y la Biblioteca Nacional de España. Está organizada en un Comité Científico Asesor en cuyo seno se eligió un Comité Ejecutivo que participó en la definición de la nueva estructura temática. Los miembros del Comité Científico Asesor son responsables de uno o más Grupos de Trabajo Temáticos, tantos como temas, que están formados por un coordinador científico del que dependen varios colaboradores multidisciplinares de diferentes organizaciones de la Red. En total, más de 140 investigadores y docentes se han responsabilizado de la definición y elaboración científica de los contenidos. Además, cada coordinador ha contado con el asesoramiento científico de otros investigadores y docentes de organizaciones que no pertenecen a la Red.

La Red ANExxi está patrocinada por el Banco Santander.

Los nuevos contenidos se han realizado con datos obtenidos de más de 120 entidades de la Administración General del Estado y de organismos internacionales que han proporcionado o dado acceso a datos oficiales y, siempre que se ha necesitado, han asesorado sobre el sentido y la interpretación de la información suministrada.



▶Principales fuentes de datos consultadas

Indice

Presentación de la obra

La publicación ha sido prologada por el ministro de Fomento, que también presidió el acto de su presentación oficial, el 12 de diciembre de 2018 en el Real Observatorio de Madrid, en el que calificó a la obra de sobresaliente y de referencia fundamental. En dicho acto también intervinieron el director general del IGN y presidente del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), y el presidente de la Red ANEXXI.



▶Presentación de «España en mapas. Una síntesis geográfica» a cargo del ministro de Fomento.

Hacia el futuro

En breve se publicará un nuevo sitio web que presenta páginas maquetadas con textos y contenidos gráficos (mapas, gráficos estadísticos, tablas, ilustraciones…), constituyendo «artículos» equivalentes a una «wikipedia» geográfica, con:

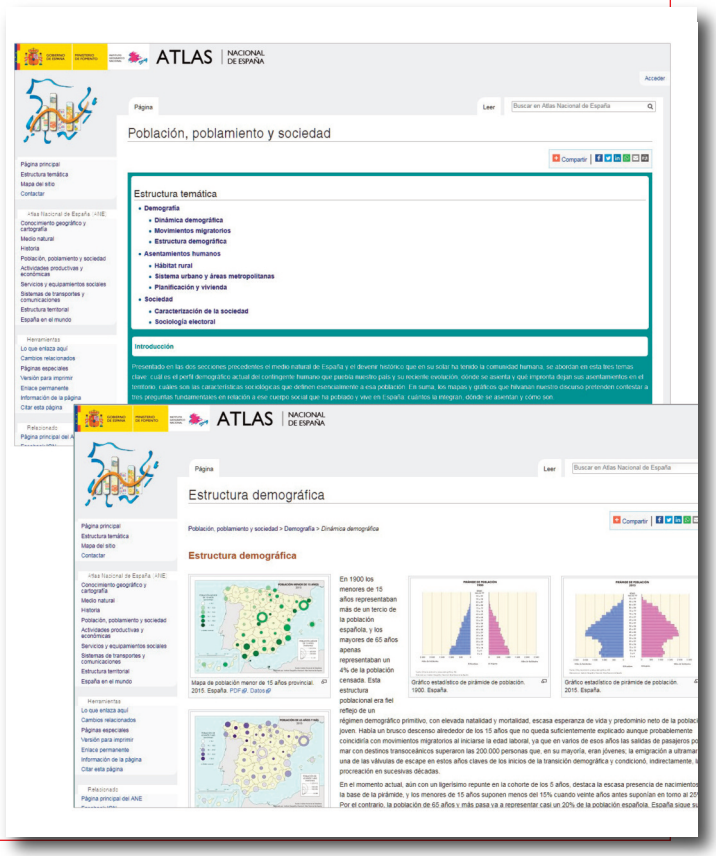
- ✓ Hiperenlaces entre artículos y a las páginas web de referencia, tanto del IGN como de otras entidades, que permitan al usuario completar la información y navegar de una forma atractiva y contextualizada.
- ✓ Cada mapa se podrá compartir en las redes sociales, descargar a distintas resoluciones y diversos formatos y contará con enlaces al Centro de Descargas para que los usuarios puedan reutilizar los datos representados.
- ✓ Los mapas estadísticos podrán enlazarse a un «atlas interactivo» que permitirá «explorar» los datos, seleccionando las variables a representar y variando las técnicas y parámetros de clasificación y visualización de datos.
- ✓ A más largo plazo, se pretende que todos los contenidos gráficos sean interactivos y animados.

También ha comenzado el proceso de elaboración de la publicación «Evolución de la imagen cartográfica de España» (desde sus orígenes hasta el siglo XXI) de la serie Monografías y se prevé iniciar en breve el proceso de actualización de los recursos de «España en mapas. Una síntesis geográfica» en todos sus canales de difusión, empezando por una actualización continua y colaborativa con la Red ANEXXI de capítulos en el nuevo sitio web citado anteriormente.

En un futuro próximo se pretenden producir nuevos contenidos de la serie General, definidos por la Red ANEXXI, para ampliar o elaborar los textos del nuevo sitio web, y profundizar en aspectos específicos como, por ejemplo, Historia de España en mapas diseñada como una aplicación web interactiva enlazable desde los citados textos y profundizar en temas transversales de interés como políticas públicas sociales, mujer, infancia, etc.

Así mismo, está previsto sustituir la herramienta de producción y publicación de gráficos y optimizar todo el sistema de producción; así como presentar los contenidos de esta obra en inglés y, si es posible mediante traducción automática, en otras lenguas, y transformar el producto «Tesauro del ANE» en una ontología a la que se vinculen los contenidos como recursos semánticos.

▶Nueva página web para la publicación del Atlas Nacional de España.



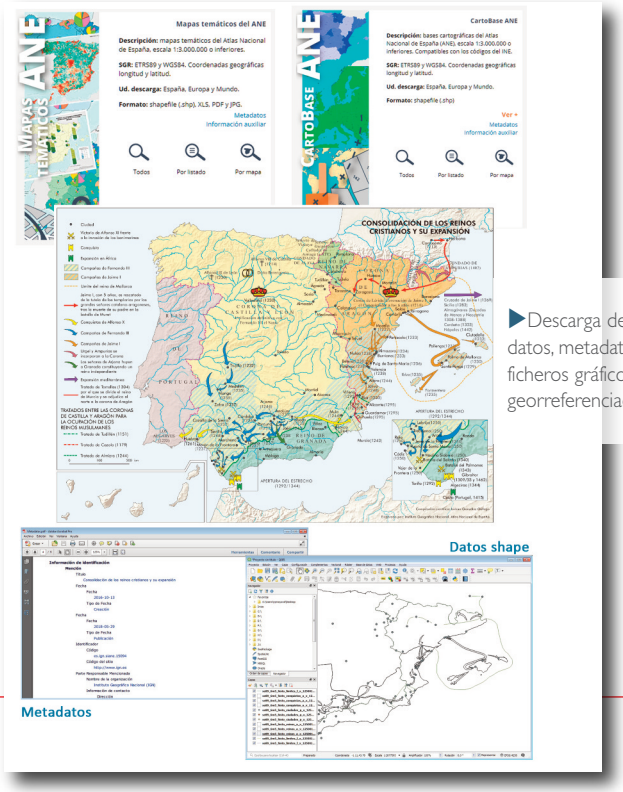
Indice

▶Página de acceso al libro digital «España en mapas. Una síntesis geográfica».



«España en mapas. Una síntesis geográfica» se puede adquirir o consultar a través de diferentes soportes (impreso y digital) y canales de comunicación.

- ✓ La obra impresa y encuadernada en tapa dura se puede comprar a través de la *Tienda virtual* del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG): https://www.cnig.es Cuenta con 620 páginas de tamaño 26 × 36,5 cm.
- ✓ La obra completa en formato PDF se puede descargar gratuitamente en el apartado *Libros digitales*: http://www.ign.es/web/publicaciones-boletines-y-libros-digitales.
- ✓ Los capítulos completos y los contenidos gráficos se pueden visualizar y descargar en formato PDF a través del portal web *España en mapas*: http://www.ign.es/web/ign/portal/espana-en-mapas



▶Descarga de datos, metadatos y ficheros gráficos georreferenciados.

Canales de difusión

▶Consulta a través de la página web España en mapas.



- ✓ Cada mapa con sus datos, metadatos y ficheros gráficos georreferenciados asociados se pueden descargar en el producto *Mapas temáticos del ANE* del Centro de Descargas del CNIG: http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/catalogo.do?Serie=RTANE#selectedSerie
- ✓ Las bases cartográficas utilizadas se pueden descargar en el producto *CartoBaseANE* (Bases cartográficas del ANE) del citado Centro de Descargas: http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/catalogo.do?Serie=RTANE#
- ✓ A través del Buscón del ANE se pueden consultar los contenidos de todas las publicaciones y ediciones del Atlas Nacional de España a lo largo de su historia: http://www.ign.es/ane/bane/

▶Página web del Buscón del Atlas Nacional de España



Indice

Premio Comunicación 2018 de la Sociedad Geográfica Española

La Sociedad Geográfica Española ha concedido el Premio Comunicación 2018 a esta publicación del Atlas Nacional de España, por tratarse de una gran obra de referencia, tanto en el ámbito nacional como internacional, que reúne en un único documento el conocimiento de la realidad geográfica de España, facilitando así el acceso a la información a gestores públicos, investigadores, docentes y al público en general.

Etapas de la evolución del Atlas Nacional de España (ANE)

El ANE es un proyecto cartográfico de gran transcendencia y envergadura con una larga trayectoria, en la que en cada etapa de su evolución se ha puesto en valor la valiosa herencia recibida de sus antecesores. Su elaboración ha sido posible por la excelente preparación científica y técnica, el esfuerzo y el entusiasmo de los profesionales que han participado, así como por el compromiso del Instituto Geográfico Nacional para difundir y mantener continuamente actualizada la información veraz, contrastada y oficial representada en él.

El primer Atlas, publicado por el Instituto Geográfico y Catastral en 1965, se inició en 1958 bajo la dirección de D. Francisco Vázquez Maure. En él participó, el que sería posteriormente director general de esta institución, D. Rodolfo Núñez de la Cuevas. En 1986 recibió un nuevo impulso mediante el Acuerdo de Consejos de Ministros del 13 de junio por el que se inicia el nuevo Atlas Nacional de España, cuyos trabajos fueron dirigidos por D. Fernando Aranaz del Río, primer Jefe de Área de Cartografía Temática y Atlas Nacional. Su primera edición completa finalizó en 1997 y, a partir de ese momento, el personal del Área continuó su actualización y la elaboración de productos con nuevos formatos, soportes y tecnologías que han conducido al ANEXXI.

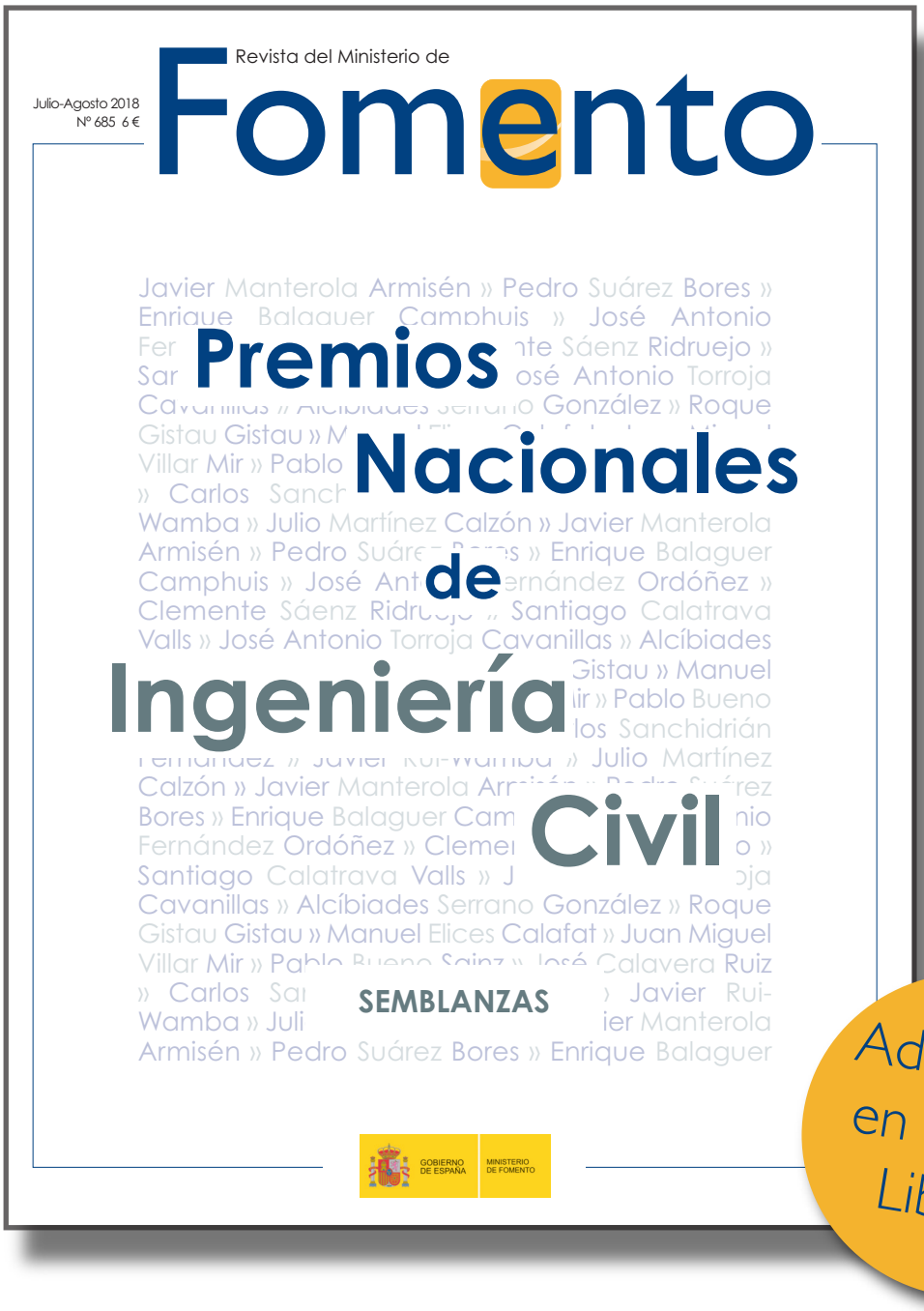


Ediciones impresas del Atlas Nacional de España (1965, 1995-1997 y 2018) del Atlas Nacional de España.

Lorenzo García Asensio
Director General del IGN

Indice

Monográfico



Adquiérelo en nuestra Librería

Librería del Ministerio de Fomento
Centro de Publicaciones
Plaza de San Juan de la Cruz, 10,
28003 Madrid
Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00
https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web

Indice

La Constitución Española en nuestra filatelia

Indice

Sello conmemorativo



Indice













Sabido es que el silencio es un principio narrativo de extraordinaria eficacia. Se calla lo que no se quiere decir, lo negativo, lo que nos avergüenza. Y sobre el trasfondo de ese silencio aparece el discurso de lo que se dice, de la afirmación y el compromiso del narrador con el mensaje que está transmitiendo.

Lo mismo ocurre también en el discurso filatélico que, en el caso de España, se inició en 1850 con la emisión de nuestro primer sello de correos. A través de los sellos mostramos ante el mundo lo que queremos resaltar, aquello que creemos que nos define; pero, sobre todo, lo que aspiramos a ser, los principios y valores que queremos compartir, lo que nos constituye como sociedad y nos define como pueblo ante la comunidad internacional. En definitiva, todo aquello de lo que nos sentimos orgullosos.

Por eso tiene importancia el acto que se celebró el pasado 5 de diciembre en el salón de actos del Ministerio de Fomento, presidido por el ministro, en el que se presentó el sello dedicado a celebrar el cuadragésimo aniversario de la Constitución española, aprobada en referéndum por el pueblo español cuarenta años antes. En la presentación acompañaron al ministro el presidente de Correos y Telégrafos y las autoridades del Departamento.

El 6 de diciembre de 1978, el texto fue sometido a consulta en la que todos los ciudadanos españoles mayores de 18 años pudieron participar y decidir

Indice

si querían que entrase en vigor la nueva Constitución española. El "sí" obtuvo el 87% de los votos. Por ello, el día 27 de diciembre de ese mismo año fue sancionada por el rey y dos días después, publicada en el Boletín Oficial del Estado (BOE).

Cuarenta años más tarde, la Constitución española sigue rigiendo la vida de los españoles y por ello cada 6 de diciembre es fiesta nacional. Por tanto, no cabe duda alguna sobre la oportunidad de dedicar un sello a esta efeméride. Un sello extraordinario con el que se completó el programa filatélico del año 2018.

El sello dedicado a los cuarenta años de la Constitución.

Los sellos se imprimen, en este caso concreto y en la mayoría de las ocasiones, por la Real Casa de la Moneda. De esta forma se puede dar cumplimiento a las resoluciones de los subsecretarios de Fomento y de Hacienda que ordenan la emisión de cada uno de los noventa sellos ordinarios y alguno extraordinario, que como este constituyen el total anual fijado en la normativa vigente.

Lo que convierte a los sellos en obras de arte es la suma conjunta de su diseño y de su ejecución técnica. Las diversas técnicas de impresión utilizadas en los sellos son un mundo fascinante que atrae a los coleccionistas filatélicos, pero también a los amantes del grabado y del arte. De las técnicas básicas, grabado en relieve (tipografía), huecograbado (calcografía y huecograbado) y el grabado planográfico (litografía), el sello dedicado a nuestra Constitución ha elegido el offset, considerado la evolución moderna de la litografía.

La función principal del sello de correos es la de acreditar el pago de un servicio postal prestado en nombre del Estado por un operador. En España es Correos y Telégrafos el prestador del servicio postal universal y lleva ya más de trescientos años desempeñando eficazmente este papel.

Por eso en nuestros sellos de correo oficiales figuran destacadas las palabras "España" y "Correos" junto con la tarifa que se ha abonado. Aquí aparece la A, que corresponde no a una cantidad fija, sino al precio que esté vigente en su momento para abonar las cartas nacionales ordinarias.

Pero junto con esta, en el sello postal convergen otras funciones, entre ellas la representativa y la conmemorativa. Como extensión del carácter liberatorio del pago de los servicios postales españoles, a las palabras les acompañan las imágenes. Desde hace algunos años en nuestros sellos aparece la letra "ñ", que refuerza la idea de que estamos ante un sello español. En este que se presentó en el Departamento el pasado 5 de diciembre se eligieron unas imágenes ligadas a España que aspiraran a ser parte constitutiva de nuestra marca.

Sin duda, una de nuestras señas de identidad es la voluntad de convivencia en paz y democracia; esto es, dentro de la Constitución que ahora cumple cuarenta años, y por ello en este caso la representación es también parte de su conmemoración.

El sello presenta en un primer plano a uno de los leones que custodian la entrada del Congreso de los Diputados que, mostrando su valentía y fortaleza, reposa en el logotipo que se ha creado para esta importante efeméride. Rodea su figura un dibujo muy esquemático de los escaños del hemiciclo.

> Este pequeño papel dentado y engomado, el sello, sirve de extraordinario vehículo al servicio de la transmisión de valores

Este pequeño papel dentado y engomado, el sello, sirve de extraordinario vehículo al servicio de la trasmisión de valores. En este caso son 176.000 ejemplares, cada uno de los cuales será un vehículo para llevar por el mundo este mensaje.

El constitucionalismo en la filatelia española

Los sellos comienzan a utilizarse en España en 1850 y en ellos, al igual que sucede en los de otros países, inicialmente sólo aparecen jefes de Estado, escudos y alegorías. No es hasta aproximadamente 1925 cuando empiezan a diseñarse sellos conmemorativos como tales.

En las últimas décadas la filatelia española ha llevado adelante un importante programa iconográfico para dar a conocer y difundir las instituciones



constitucionales, su historia, y también a los hombres y mujeres que han contribuido de modo relevante a la implantación de las libertades de las que ahora disfrutamos. En estos auténticos autorretratos del Estado, tal como los definió una exposición de Correos y Telégrafos en 2016, cada vez más el Estado se muestra como lo que es desde el año 1978, un Estado social y democrático de derecho.

El modelo de Estado lo define la Constitución y España ha tenido varias. Entre ellas, sólo la vigente y la de Cádiz de 1812 han sido objeto de homenaje y representación por parte de la filatelia. No es pues de extrañar que de la Constitución de Cádiz hayamos tenido hasta la fecha cinco sellos conmemorativos.



Naturalmente, la vigente Constitución de 1978 es un motivo señalado. Tenemos un sello dedicado a su proclamación, el 29 de diciembre de 1978; otro conmemora el X Aniversario, el 7 de diciembre de 1988, y el que celebra el XXV Aniversario, el 5 de diciembre de 2003, integrado por una serie de 10 hojitas bloque con cada uno de los títulos de la Constitución.

Sin embargo, de las restantes constituciones españolas, tanto las del siglo XIX como la de 1931, no hay ningún sello. Puede aducirse que en el siglo XIX no se estilaba que figuraran en los sellos otra cosa que los jefes de Estado y los símbolos, pero llama la atención que la II República española no le dedicara ni un solo sello a su Constitución y, hasta 1934, no se emite ningún sello de correo. Hasta entonces, fue la efigie de Alfonso XIII la que siguió dando fe de que se había pagado el servicio postal del envío.



Así pues, los sellos conmemorativos de constituciones son en nuestra filatelia no sólo un compromiso con unos valores, sino una auténtica declaración de intenciones de la defensa de la Constitución frente al olvido.



Poderes constitucionales: ejecutivo, legislativo y judicial.

La división de poderes es un principio básico de cualquier Estado de derecho y nuestra filatelia rinde homenaje a los tres poderes.

El poder legislativo reside en las Cortes españolas como depositarias de la soberanía popular, y están constituidas por dos cámaras, el Congreso y el Senado. Tanto el Congreso como el Senado han aparecido como trasfondo de varias emisiones; pero con un papel protagonista, cada una de ellas tuvo su propio sello en 2010.

Por su parte, al poder judicial se le dedica el Título VI de la Constitución. La justicia como tema de nuestra filatelia tiene una larga tradición que se inicia, precisamente, con la alegoría de la justicia que recogía un sello de 1874.

Algunas de las leyes más importantes también han visto reflejadas sus efemérides en sellos, como es el caso del Código Civil de 1888, que vio conmemorado su centenario.

El título dedicado al Tribunal Constitucional es el IX y como tal aparece recogido en la serie de hojas bloque que conmemoraron los 25 años de la Constitución.

También el Tribunal Constitucional, intérprete supremo de la Constitución, ha tenido su propio sello. Se emitió en el año 2015 con motivo de sus 35 años de existencia.

Aunque ya se había asomado a los sellos de correo previamente, en el año 2003, con motivo de los veinticinco años de la Constitución española, y en 2011, el edificio del Tribunal también apareció en una serie de sellos dedicados a las Autonomías.

El poder ejecutivo y la Administración pública.

Al poder ejecutivo se le consagra el Título IV de la Constitución y, por tanto, una de las hojas bloque del homenaje filatélico de 2003.

Indice



Características técnicas

EFEMÉRIDES. 40 años de Constitución, 40 años de España (1978-2018).

Fecha de puesta en circulación: 9 de noviembre de 2018.

Procedimiento de impresión: Offset + cold foil.

Soporte: Estucado, engomado, fosforescente .

Formato: 40,9 x 57,6 mm (horizontal).

Dentado: 13 3/4 (horizontal) y 13 1/4 (vertical).

Efectos en pliego: 16.

Valor postal: Tarifa A (1 sello= carta normalizada hasta 20 gr. España).

Tirada: 176.000.

Diseño: Tau Diseño



Por su parte, la Administración pública y sus funcionarios han sido evocados en los sellos de correo.

De hecho, en 2012 se inició una serie dedicada a los cuerpos de la Administración General del Estado. Los dos primeros sellos se ocuparon, respectivamente, del cuerpo de abogados del Estado y del cuerpo superior de administradores civiles del Estado (los llamados tacs), al año siguiente, en 2013, se emitieron los dedicados a los interventores del Estado y a la inspección de los servicios de la Hacienda pública y cada año van incorporándose nuevos cuerpos. En 2014 se presentó un sello dedicado al cuerpo de ingenieros de caminos, canales y puertos, adscrito al Departamento.

Pero esta serie no hace otra cosa que dar continuidad a la tradición de la filatelia española. En ella aparecen, desde luego, los uniformes, los cuerpos y las unidades de nuestras fuerzas armadas y de nuestras fuerzas de seguridad, pero también los notarios y registradores de la propiedad, al conmemorarse los 150 años de la Ley del Notariado (2012); los arquitectos de la Hacienda pública (2011), por su servicio a la confección del Catastro; y otros cuerpos y funciones de la Administración, como la Inspección de Trabajo y Seguridad Social (2011) o los cuerpos postales (1994, 2006) y de telégrafos. En sus apariciones filatélicas algunos repiten, como es el caso de los abogados del Estado que ya habían tenido sello dedicado en 1981 y, al mismo tiempo, se echan en falta aún muchas ausencias, que sin duda los próximos años irán colmando.

También los departamentos ministeriales y los centros directivos han tenido en ocasiones su celebración filatélica. Para no ir más lejos, en 2001 se dedicó una hoja bloque al Ministerio de Fomento, en la que se recogían las principales funciones que tiene encomendadas.

Personas y efemérides del constitucionalismo.

Las personas y los acontecimientos históricos ligados al constitucionalismo español han tenido también su protagonismo en nuestra filatelia.

Podría servir como resumen la hoja bloque que los dibujantes Gallego y Rey dedican a nuestro azaroso siglo XIX en su Historia de España a través de la filatelia. En el sello aparecen personajes de épocas anteriores a punto de naufragar, mientras que las viñetas se dedican a personajes o momentos históricos de la época, desde la batalla de Trafalgar a la Guerra de la Independencia, pasando por la Constitución de Cádiz, Fernando VII o la independencia americana; también nos acercan las viñetas al reinado de Isabel II, las guerras carlistas, Amadeo I, la Primera República, Alfonso XII y su hijo Alfonso XIII y hasta el ferrocarril Barcelona-Mataró.

En cuanto a los personajes relacionados con el constitucionalismo, para no alargar más este recorrido filatélico, solo citaremos tres sellos. El primero, el que se dedicó a Adolfo Suárez; el segundo, el de Clara Campoamor; y el tercero, el de Consuelo Álvarez Pool.

También a Adolfo Suárez, con él aún en vida, en 2013 le rindió un homenaje la filatelia española, con un sello en el que se reproducía su imagen.



Indice



Único caso en nuestra reciente filatelia, a excepción de la familia real, en que se dedica un sello a una persona viva, puesto que nuestra normativa solo contempla esta posibilidad de manera completamente excepcional.

Clara Campoamor y Consuelo Álvarez Pool, «Violeta», también han merecido un homenaje por haber sido luchadoras por el derecho de la mujer al sufragio en las Cortes durante la II República y, quizá, también se valorase el hecho de que fueran funcionarias de Telégrafos. A Clara Campoamor se le hizo un sello en 1988 para celebrar el centenario de su nacimiento.

Todos estos son solo algunos de los muchos ejemplos de sellos que van dando testimonio y trasmitiendo nuestros logros constitucionales. Pero sin duda hay aquí un campo fértil en el que aunar nuestro deseo de festejar el constitucionalismo español con el de ofrecer también a los coleccionistas una ocasión más para sentirse orgullosos de la filatelia española.

Dentro de cinco años, en 2023, se cumplirán los doscientos años del final del Trienio Liberal, con el que se puso fin también a la vigencia de nuestra primera Constitución, la "Pepa". Seguro que un hecho como ese merece el oportuno reconocimiento filatélico, no por lo que tiene de positivo para nuestro constitucionalismo, sino por la oportuna reflexión en relación a la vida de las constituciones y la voluntad popular de mantenerlas, a pesar de quienes pretenden estar por encima de ellas.

Rafael Crespo Arce
Subdirector general de Régimen Postal del Ministerio de Fomento



Indice



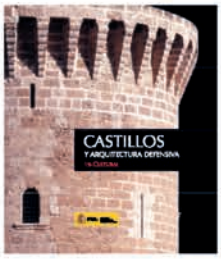


































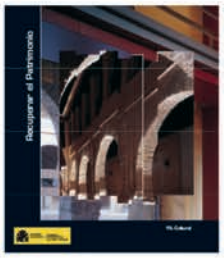
















CENTRO DE PUBLICACIONES
Ministerio de Fomento

Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid
tlfn: 915 97 53 96

https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Indice

Mapa Oficial de Carreteras©

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*



También en el DVD:

1123 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
118 Vías Verdes

Indice

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
https://apps.fomento.gob.es/CVP/

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
https://cpage.mpr.gob.es

Título de la obra: Anuario de la Revista del Ministerio de Fomento, 2018

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

Edición digital:
1ª edición electrónica: enero 2020
Formato: PDF
Tamaño: 215 MB

Edita:
© Ministerio de Fomento
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

NIPO: 161-15-044-2
ISBN: 978-84-498-1041-1
PVP: 10 € (IVA INCLUIDO)

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

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO