

Revista del
Ministerio de

Marzo 2016 Nº 659 3€

Fomento



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO



SALVAMENTO MARÍTIMO
RESCATÓ A 15.556
PERSONAS EN 2015

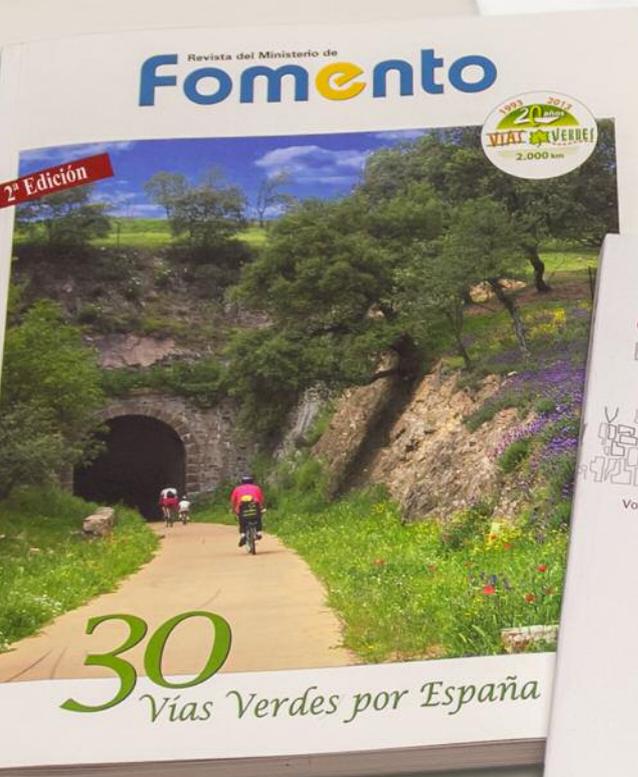
EN SERVICIO LA NUEVA
VARIANTE DE VALLS
DE LA A-27

SISTEMA DE NAVEGACIÓN
GLOBAL GALILEO: UNA
DÉCADA EN ÓRBITA

AENA OPERÓ MÁS
DE 13.000 VUELOS
AMBULANCIA EN 2015

Centro de publicaciones

Librería de publicaciones oficiales



www.fomento.gob.es



Director de la Revista: Antonio Recuero.

Jefe de Redacción: Mariano Serrano.

Maquetación: Aurelio García.

Secretaría de redacción: Ana Herráiz.

Archivo fotográfico: Vera Nosti.

Portada: A.G. 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, Pepa Martín, Begoña Olabarrieta

y Javier R. Ventosa

Comité de redacción: Presidencia:

Mario Garcés Sanagustín

(Subsecretario de Fomento).

Vicepresidencia: Eugenio López Álvarez

(Secretario General Técnico).

Vocales: Luis Izquierdo Labella (Director

de Comunicación), Pilar Garrido Sánchez

(Directora del Gabinete de la Secretaría de

Estado de Infraestructuras, Transporte

y Vivienda), Eloísa Contín Trillo-Figueroa

(Jefa del Gabinete del Subsecretario),

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), Pedro Guillén

Marina (Director del Centro de

Publicaciones) y Antonio Recuero (Director

de la Revista).

Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la

Castellana, 67. 28071 Madrid.

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

Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65.

E-mail: cpublic@fomento.es

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

SALVAMENTO MARÍTIMO

02

POR CIELO Y MAR.

SALVAMENTO MARÍTIMO RESCATÓ A 15.556 PERSONAS EN 2015.



CARRETERAS

10

CONEXIÓN ESTRATÉGICA.

EN SERVICIO LA VARIANTE DE VALLS DE LA A-27 EN TARRAGONA.

TRANSPORTE

16

MÁS CERCA DEL SUEÑO.

EL SISTEMA DE NAVEGACIÓN GLOBAL GALILEO CUMPLE UNA DÉCADA DE SU DESPLIEGUE EN ÓRBITA.



AEROPUERTOS

22

AMBULANCIAS EN EL AIRE.

AENA OPERÓ MÁS DE 13.000 VUELOS SANITARIOS EN 2015.

26. ICONO DE EL DORADO.

EMPRESAS ESPAÑOLAS FIRMAN LA NUEVA TORRE DE CONTROL DEL AEROPUERTO DE BOGOTÁ, LA MÁS ALTA DE LATINOAMÉRICA.

32. EL REGRESO DE LOS MÁS RÁPIDOS.

LA DIVISIÓN ESPAÑOLA DE DEFENSA DE AIRBUS COLABORA EN EL DESARROLLO DE UN NUEVO AVIÓN SUPERSÓNICO.

36. HUELLAS DE LA CIUDAD INDUSTRIAL.

EL ANTIGUO ENSANCHE SUR DE MADRID, HOY EN PLENO CENTRO, SIGUE CONSERVANDO VESTIGIOS DE SU PASADO INDUSTRIAL.

44. ROMPER CON LAS TRADICIONES.

“MÁS ALLÁ DEL ARCO, PUENTES PARA LA MODERNIDAD”, EN LA ARQUERÍA DEL MINISTERIO.

Salvamento Marítimo



A. Pechi, Airbus Helicopters

SALVAMENTO MARÍTIMO RESCATÓ A 15.556 PERSONAS EN 2015

Por cielo y mar



PEPA MARTÍN MORA. FOTOS: A. G. SALVAMENTO MARÍTIMO
Salvamento Marítimo prestó auxilio durante el pasado año a más de 15.000 personas, unas cifras que avalan su efectividad y que sitúan a estos servicios, adscritos al Ministerio de Fomento, entre los mejores de Europa.



La Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima ha tenido una actividad muy intensa a lo largo de 2015, prueba de ello es que se ha incrementado un 8 por ciento con respecto al año anterior. El dato, dado a conocer por la ministra de Fomento, Ana Pastor, en un acto celebrado en la base del Helimer 401, en el aeropuerto de Alvedro, en A Coruña, sitúa, según sus palabras, como un “referente en Europa” a este organismo dependiente de su departamento.

La titular de Fomento también quiso destacar la labor de los más de 1.500 trabajadores de Salvamento Marítimo, “los mejores profesionales que dan y ponen lo me-

jor de sí mismos” con una importante “vocación de servicio público”, señaló, con cuyo trabajo ha sido posible auxiliar a un total de 15.556 personas en la zona de dominio marítimo española, una media de 43 al día, según se recoge en el Balance de Actividad de sus unidades en 2015.

En este sentido, la ministra también aprovechó este acto para felicitar personalmente a la tripulación que participó en el arriesgado rescate de los once marineros del pesquero *Novo Jundiña*, el pasado 10 de enero, para cuyos integrantes ha solicitado la medalla de la Orden del Mérito Civil.

Los once tripulantes fueron rescatados por el equipo de Salvamento Marítimo frente a las costas coruñesas

► Helimer 401 con base en Alvedro, A Coruña.



Balance 2015

centros	emergencias	personas auxiliadas
Andalucía, Ceuta y Melilla	1.148	7.453
Canarias	646	1.782
Cataluña	739	1.715
Palma	557	1.439
Galicia	507	886
Valencia	601	687
Cartagena	206	597
Bilbao	257	405
Gijón	180	338
Santander	116	182

cuando la embarcación se iba a pique a causa de una vía de agua, después de que el helicóptero del Centro de Coordinación de Fisterra localizara las balsas salvavidas de las que pudieron hacer uso, y tras movilizar la Guardamar *Concepción Arenal*.

➤ Más de 5.000 actuaciones

Salvamento Marítimo realizó un total de 5.462 actuaciones durante 2015, una media de 15 al día, en toda la costa española. En su gran mayoría han estado relacionadas con el rescate de vidas en el mar, un total de 4.437, otras 669 dirigidas a garantizar la seguridad ma-

► Buque italiano Sorrento, rescatado por Salvamento Marítimo a 17 millas de la costa de Mallorca.



rítima, y las 356 intervenciones restantes relacionadas con la protección del medio ambiente marítimo.

En cuanto a los buques que tuvieron que ser auxiliados, ascendieron a un total de 3.991, de los cuales un 55 por ciento eran buques de recreo, otro 15 por ciento barcos pesqueros, el 11 por ciento mercantes, y otros 1.723, el 19 por ciento restante, corresponde a otro tipo de embarcaciones, entre las cuales se contabilizan las pateras.

De hecho, Salvamento Marítimo coordinó el rescate de más de medio millar de pateras, un dato que supuso auxiliar a un total de 6.955 personas. De ellas, 4.232 fueron rescatadas directamente por nuestro servicio de rescate nacional y trasladadas a puertos españoles, mientras que el resto fueron auxiliadas por medios marroquíes y trasladadas por lo tanto al país vecino.

De las casi 4.000 embarcaciones auxiliadas, más de medio millar fueron pateras, a bordo de las que iban 7.000 personas

Sorrento y Oleg Naydenov

Los rescates del Sorrento, el ferri de bandera italiana que cubría la ruta entre Palma de Mallorca y Valencia, y el del pesquero ruso Oleg Naydenov, se encuentran entre los más complicados a los que se enfrentó Salvamento Marítimo durante 2015.

En el primer caso, porque estaba en riesgo la vida de más de un centenar de personas que tuvieron que abandonar en balsas salvavidas el buque debido al incendio que se produjo a bordo; y en el segundo, por la dificultad que entrañaba evitar una fuga de hidrocarburos después de que el barco quedara hundido a 3.000 kilómetros de profundidad.

Operado por la compañía española Transmediterránea-Acciona, y propiedad de Atlantica CSPA di navigazione, el Sorrento solicitó asistencia al Centro de Coordinación de Salvamento Marítimo de Palma a las 13:50 horas del día 28 de abril, tras iniciarse un incendio cuando se encontraba a 15 millas de la isla Dragonera y a 17 de la de Mallorca.

Salvamento Marítimo movilizó los buques Marta Mata y Sar Mesana, la guardamar Caliope, la salvamar Acrux y el helicóptero Helimer 213, además de dos embarcaciones y un helicóptero de la guardia civil. También se tuvo que solicitar ayuda a los barcos que navegaban por la zona para que acudieran al lugar del siniestro a prestar asistencia al Sorrento.

La intensidad del incendio hizo necesario evacuar a la totalidad del pasaje (un total de 152 personas) y a la tripulación en balsas salvavidas desde el costado de estribor, ya que el incendio estaba centrado en el costado de babor y no era posible controlarlo por los medios a bordo; además, tres de los tripulantes que no consiguieron llegar a la zona de evacuación tuvieron que ser rescatados por el helicóptero.

► Vista del remolcador "Don Inda".



Los pasajeros y la tripulación que iban en las balsas salvavidas fueron auxiliados por el buque Plugia, que operado por Balearia desvió su ruta de Ibiza a Barcelona para poner a salvo a todos los ocupantes y, una vez a bordo del mismo, fueron trasladados hasta el puerto de Palma de Mallorca.

En cuanto al rescate del pesquero ruso, la primera complicación vino dada por el incendio que se produjo a bordo cuando se encontraba en el puerto de Las Palmas con los depósitos cargados de combustible, lo que hizo imposible su extinción. Ante el temor de que se propagara a otras naves próximas o se hundiera en el puerto, fue remolcado fuera de él. Finalmente se hundió a 15 millas al sur de Maspalomas (Gran Canaria) a 2.700 metros de profundidad.

La gran profundidad a la que se encontraba el pecio hizo necesario contar con 3 robots submarinos adaptados. La monitorización y el control de las operaciones se llevó a cabo desde el Olympic Zeus, que actuó como buque base.

Después de inspeccionar el pecio y comprobar el estado de las fugas de hidrocarburos procedentes de los venteos, escotillas y fisuras de la chapa, se realizó la extracción del combustible que fluía de las fugas junto al que todavía se alojaba en los depósitos del interior.

Para realizar esta operación se instalaron campanas rígidas sobre las fugas, unidas a un tanque que se izaba a superficie para retirar el fuel y se sustituía por uno vacío. También se efectuaron otras actuaciones a fin de incrementar el flujo de salida de fuel de manera controlada. Concluida la extracción —se recogieron 528 metros cúbicos de residuos oleosos— se procedió al sellado definitivo de las fugas existentes en el pecio por medios mecánicos y químicos.

También hay un número importante de actuaciones en las que no se han visto implicados buques, hasta un total de 1.723, que se corresponden a asistencias en actividades recreativas como surf o submarinismo, así como a caídas de personas al mar desde tierra o rescate en acantilados.

Por otro lado, en relación con las tareas de control de tráfico, Salvamento Marítimo también ha realizado una tarea importante, y el número de buques controlados por los 20 centros de Salvamento Marítimo repartidos por los 8.000 kilómetros de costa española han identificado a un total de 312.141 barcos. De ellos, 145.015 lo han sido a su paso por los Dispositivos de Separación de Tráfico de Fisterra, Tarifa y Cabo de Gata y Canarias Oriental y Occidental, y los otros 167.126 buques restantes al entrar o salir de alguno de los puertos españoles.

Andalucía, en cabeza

Los cinco centros de salvamento que cubren la seguridad marítima en Andalucía, Ceuta y Melilla, fueron los que mayor número de emergencias atendieron, aunque hay que tener en cuenta también que su actividad



se centra en un mayor número de kilómetros de costa, unido a su situación de paso fronterizo con Marruecos, lo que contribuye a que sean muy numerosas las embarcaciones que procedentes de este país intentan alcanzar nuestras costas de forma ilegal y en condiciones precarias.

Los cinco centros de salvamento de Andalucía, Ceuta y Melilla, fueron los que atendieron un mayor número de emergencias

De hecho, de las 1.148 emergencias que se contabilizaron para auxiliar a 7.453 personas, buena parte de ellas, 6.060, necesitaron ser rescatadas cuando se encontraban en riesgo a bordo de pateras; hasta 457 embarcaciones de este tipo tuvieron que ser atendidas. Salvamento Marítimo trasladó a 3.369 personas a los puertos andaluces, y el resto a Marruecos por los medios de rescate de este país.

Medios de Salvamento Marítimo

Para poder realizar las más de 5.000 intervenciones que permitieron salvar la vida de 15.556 personas durante el pasado año, los veinte Centros de Salvamento Marítimo cuentan con una amplia red de medios humanos y materiales, tanto marítimos como aéreos. El Centro Nacional de Coordinación de Salvamento en Madrid supervisa la actividad de los centros costeros para dar respuestas a las emergencias del mar y coopera con otros servicios SAR internacionales.

Entre estos medios, Salvamento cuenta con una flota compuesta por 73 unidades marítimas de diferentes características, a la que se suman las unidades aéreas, con un total de 11 helicópteros equipados para llevar a cabo labores de salvamento de la vida humana y reconocimiento aéreo, así como otros 3 aviones también equipados con los más modernos medios para efectuar diversas tareas de reconocimiento y localización. También dispone de materiales de lucha contra la contaminación y equipos de actuación subacuática.

Todos estos medios se almacenan en seis Bases Estratégicas donde están preparados para poder desplazarse hasta el lugar de la emergencia con la mayor rapidez posible.

Estos centros de Salvamento Marítimo tienen como principal misión el rescate de personas en el mar, además de la prevención y lucha contra la contaminación marina, la vigilancia y control del tráfico marítimo así como otras tareas de apoyo e información a las Administraciones competentes en el ámbito geográfico asignado a cada uno de ellos.

Los de Tarifa, Fisterra y Almería además tienen asignadas las tareas de supervisión del tráfico marítimo a su paso por los Dispositivos de Separación de Tráfico establecidos en sus zonas, y los de Las Palmas y Tenerife las de cumplimiento de las medidas asociadas a la Zona Marítima Especialmente Sensible, como es el control de los Dispositivos de Separación de Tráfico Marítimo de Canarias. Por su parte, los de Castellón, Cartagena, Cádiz, Santander y Vigo trabajan también en colaboración con las respectivas Autoridades Portuarias para la coordinación y control del tráfico.



► Los veinte centros de Salvamento Marítimo cuentan con una amplia dotación de recursos materiales y humanos.

Del total de emergencias atendidas por los centros de Andalucía, Ceuta y Melilla, 931 estuvieron relacionadas con el salvamento marítimo, 177 con seguridad marítima y 40 con la protección medioambiental.

Los barcos que necesitaron asistencia de Salvamento Marítimo en esta zona ascendieron a 1.053, de los cuales 335 eran embarcaciones de recreo, 142 buques mercantes, 66 pesqueros, y 510 eran barcos de otro tipo, al margen de las actuaciones en las que se rescató

a personas en dificultades por caídas al mar o por quedar atrapadas en acantilados.

En cuanto al control de buques, el Centro de Coordinación de Salvamento ubicado en Tarifa contabilizó 68.709 embarcaciones a su paso por el Dispositivo de Separación de Tráfico del Estrecho durante 2015, mientras que el Centro de Almería realizó el control de 34.094 buques en el Dispositivo de Separación de Tráfico de Cabo de Gata.

► Otros centros

La actividad del resto de centros de Salvamento Marítimo también se ha incrementado durante el pasado año, aunque todos ellos se alejan de los datos de los de Andalucía. Los dos de Canarias –Las Palmas y Tenerife– fueron los que atendieron mayor número de emergencias –646 actuaciones en las que auxiliaron a 1.782 personas–, seguidos de los de Cataluña –1.715 personas en 739 operaciones– y Palma, que prestó ayuda a 1.439 personas en 557 intervenciones.

Por otra parte, los centros de Galicia realizaron 507 actuaciones para rescatar a 886 personas; Comunidad Valenciana, 601 intervenciones para auxiliar a 687 personas; Cartagena, a 597 personas en 202 intervenciones; Bilbao auxilió a 405 personas en 257 operaciones; Gijón, a 338 personas en 180 actuaciones, y Santander, a 182 personas en 116 rescates. ■

Carreteras



► La nueva variante
prolonga la autovía A-27
hasta el norte de Valls.

EN SERVICIO LA VARIANTE DE VALLS DE LA A-27 EN TARRAGONA

Conexión estratégica

JAVIER R. VENTOSA. FOTOS: DCE CATALUÑA

La autovía Tarragona-Montblanc (A-27), futuro eje de gran capacidad entre el litoral mediterráneo y la autopista AP-2 a través de las comarcas interiores de Tarragona, ha sumado un nuevo hito en su corta historia con la apertura de la variante de Valls. El nuevo tramo es una alternativa más rápida y segura para los automovilistas, mejora la conectividad con la ciudad de Tarragona y elimina el tránsito de vehículos pesados por la capital del Alt Camp.



a variante de Valls, puesta en servicio el pasado 18 de diciembre, es el tercer tramo operativo de los cuatro que forman la autovía A-27, infraestructura estratégica para las comunicaciones de Tarragona al constituir la única vía de gran capacidad entre el litoral y el interior de esta provincia catalana, así como nexo de unión entre las autopistas AP-7 y AP-2, función ahora desempeñada por dos carreteras convencionales. Estos tramos vertebran tres comarcas tarraconenses (Tarragonés, Alt Camp y Conca del Barberá) y conectan entre sí importantes zonas industriales (refinerías y polígonos industriales de Valls, Gran Morell y Riu Clar) con el puerto de Tarragona mediante una infraestructura con mayor capacidad, mejorando la competitividad del transporte en esta zona.

Su puesta en servicio supone una alternativa más rápida y segura para los cerca de 18.000 vehículos que de media circulaban a diario por la N-240 en esta zona. El nuevo tramo circunvala la localidad de Valls por el oeste, acortando el trayecto de la N-240 (de 7,1 a 4,9 kilómetros), que rodea esta localidad por el este y separa el casco urbano del polígono industrial. Con ello se eli-

mina del núcleo urbano el importante tráfico de vehículos pesados que realizan la ruta entre el puerto de Tarragona y la autopista AP-2. Los principales beneficios de la nueva variante para los automovilistas, por tanto, son una mayor seguridad vial y un trayecto más corto a su paso por la capital del Alt Camp.

El presupuesto de inversión del Ministerio de Fomento en este tramo asciende a 42,9 M€, de los cuales 29,5 M€ corresponden al contrato de obra y 11,1 M€ al presupuesto de expropiaciones, a los que hay que sumar 1,6 M€ de la asistencia técnica para el control y vigilancia de las obras y otros 642.000€ de la redacción del proyecto. Las obras

► Vista inferior del viaducto doble de la rasa del Serraller.

Magnitudes de obra

Desmonte y otras excavaciones	1.186.111 m³
Terraplenes y otros rellenos	934.430 m³
Suelo estabilizado con cemento S-EST3	61.373 m³
Suelo cemento SC-40	46.330 m³
Hormigón estructural	16.483 m³
Acero corrugado B500 SD	2.075.359 kg
Vigas prefabricadas	3.841 m
Mezclas asfálticas	68.383 t



► Vista del tronco de autovía desde un paso superior de camino en el p.k. 1+080.

han corrido a cargo de la constructora Assignia Infraestructuras, la asistencia técnica ha sido realizada por la consultora GOC y el proyecto lleva la firma de las empresas de ingeniería Pedelta y Pycsa.

▲ Características y trazado

El nuevo tramo presenta características geométricas de una autovía de última generación, con radios comprendidos entre 1.100 y 3.000 metros, pendiente máxima del 4% y velocidad de proyecto de 100 km/h. Con una plataforma de 27 metros de anchura, la sección del tronco está formada por dos calzadas de dos carriles de 3,50 metros cada uno, arcenes exteriores de 2,50 m e interiores de 1,00 m y bermas exteriores de 1,00 m, separadas por una mediana de 3 metros de anchura. La sección del firme del tronco, apoyada sobre una explanada E3 (30 cm de suelo adecuado y 30 cm de suelo estabilizado con cemento), está formada por una capa de 20 cm de suelo cemento sobre la que se han dispuesto 20 cm de mezclas bituminosas en caliente (10 cm de AC 32 para la capa base, 7 cm de AC 22 bin S para la capa intermedia y 3 cm de BBTM1 1b para la capa de rodadura).

El trazado tiene una longitud de 4.955 metros y discurre íntegramente por el término municipal de Valls, en dirección Sur-Norte, a través de terrenos agrícolas con construcciones dispersas. Tiene su origen en el enlace de Valls Sur, construido en el marco del tramo contiguo El Morell-Variante de Valls, ya en servicio. Inicialmente, con una alineación en planta de 2.000 m de radio y con una rasante que asciende con una pendiente del 4%, deja el núcleo urbanizado de Freixe al oeste y luego continúa en dirección norte, con una alineación curva de 1.450 m a izquierda, por la parte más alta, atravesando una zona que ha requerido de desmontes de más de 16 metros de altura. En el p.k. 1+560 se sitúa el enlace de Valls Oeste, que supone el paso de la carretera autonómica T-742 sobre la autovía.

Superado el enlace y tras salvar el torrente de Les Canyes mediante un viaducto, el trazado, ahora en terraplén durante 3,4 km, cruza la línea ferroviaria Barcelona-Lleida con un paso inferior y se dispone en paralelo al cauce de la rasa del Serraller, alejándose del núcleo urbano de la Plana d'en Berga. Tras cruzar mediante un marco la reposición del Camino de Rom, el trazado salva el Camino Vell del Bosc de Valls y, luego, el cauce de la rasa del Serraller con un viaducto. Con las alineaciones cur-



vas del final, a la izquierda de 1.100 m y 3.000 m de radios, el trazado cruza la carretera N-240 en el enlace de Valls Norte y se dispone en paralelo a la misma hasta conectar con el tramo contiguo, Variante de Valls-Montblanc, en ejecución. Los últimos 200 metros también han requerido la ejecución de desmontes.

▲ Estructuras y enlaces

A lo largo del trazado se han construido tres viaductos, dos pasos superiores y tres pasos inferiores que garantizan la permeabilidad de la autovía frente a los cursos de agua, carreteras, ferrocarriles y caminos interceptados por el trazado. Dos de los viaductos (torrente de Les Canyes y rasa del Serraller) están formados por dos tableros a base de vigas en doble T biapoyadas y losa armada de 25 cm de espesor, de 134 m de longitud divididos en tres vanos y 15,30 m de ancho el primero y 119 m distribuidos en cinco vanos y 11,80 m de ancho el segundo, ambos con cimentación profunda. El viaducto sobre la vía férrea

Alivio al tráfico

Función. Pese a su corta longitud (poco más de 30 kilómetros), la autovía Tarragona-Montblanc (A-27) se configura como un eje estratégico para la provincia de Tarragona, ya que será la principal alternativa entre el litoral mediterráneo y el interior, función que hoy ejercen las carreteras N-240 y C-14. Cuando esté concluida, la A-27 establecerá un acceso directo de gran capacidad entre el puerto de Tarragona y la autopista AP-2 (Lleida-Barcelona), además de aliviar el tráfico en la AP-7. Su finalización beneficiará especialmente al puerto de Tarragona, al sector petroquímico y al turismo.

Tramos. En la actualidad, la A-27 tiene en servicio tres de sus cuatro tramos (Tarragona-El Morell, El Morell-Variante de Valls y Variante de Valls-Montblanc), abiertos entre agosto de 2013 y diciembre de 2015, que suman 22,3 kilómetros y una inversión de 200 M€. En 2016 se han reactivado las obras del último tramo, Variante de Valls-Montblanc (7,3 km y más de 100 M€ de presupuesto), que incluye el túnel del coll de Lilla (1,5 km), el principal escollo de la autovía. Adicionalmente, también está previsto licitar este año el proyecto de la conexión de la A-27 con la autopista AP-2.



► La variante supone una importante mejora para el tráfico pesado que circula entre el puerto de Tarragona y la autopista AP-2.

consiste en dos tableros formados por vigas en T invertida biapoyadas, un solo vano de 19,8 m de luz, 13,3 m de gálibo y 15,30 m de anchura.

Los pasos superiores (Camino del Feixe y Granja Doldelops) comparten longitud (61,60 m) y anchura (8,90 m), mientras que los pasos inferiores (Camino de Rom y los correspondientes a los dos enlaces) se han resuelto mediante cajón de hormigón armado con gálibo libre vertical de 5,30 m.

En el capítulo de enlaces, los dos existentes en el tramo comparten la tipología de diamante con glorietas en pesa, con sus respectivos pasos inferiores. El enlace de Valls Oeste, que conecta con la carretera T-742, incluye cuatro ramales unidireccionales, tres ramales bidireccionales y dos glorietas. En este enlace se ha acondicionado la plataforma para albergar el futuro carril de trenzado previsto en el proyecto autonómico para el desdoblamiento de la carretera C-37 de Valls a Alcover. Por su parte, el enlace de Valls Norte comprende dos glorietas (donde conectan la carretera N-240, la carretera municipal de Bosc de Valls y los caminos 15 y 8), así como cuatro ramales

unidireccionales y cuatro ramales bidireccionales. Asimismo, se han construido cinco pasos de mediana, situados a intervalos aproximados de 800 metros.

En cuanto al drenaje transversal, está compuesto por seis obras de diferente geometría (marcos de 3x2 metros y 2x2 metros y tubos de 1.800 mm de diámetro), que han sido acondicionadas como pasos de fauna.

Integración ambiental

En el capítulo de medidas ambientales de la obra destaca la realización de siembras y plantaciones en una superficie de taludes superior a los 190.000 m², la disposición de más de 600 metros de protecciones acústicas en diversos puntos de la traza —entre pantallas metálicas fonoabsorbentes y pantallas vegetales atenuadoras—, la construcción de diez puertas de escape de fauna, el sellado de 55 pozos para protección de acuíferos y la ejecución de dos balsas de decantación previas a la conexión del drenaje de la obra a cauces. En estas medidas se han invertido 678.000 M€. ■

*EL SISTEMA DE NAVEGACIÓN GLOBAL GALILEO CUMPLE
UNA DÉCADA DE SU DESPLIEGUE EN ÓRBITA*

Más cerca del sueño

► Uno de los últimos lanzamientos de satélites Galileo a bordo de un Soyuz el pasado 17 de diciembre.



R.F. Fotos: ESA

Hace algo más de 10 años, un 28 de diciembre de 2005, el lanzamiento del satélite Giove-A desde el cosmódromo de Baikonur comenzaba a materializar el sueño europeo de disponer de un sistema de geoposicionamiento propio, alternativo al GPS norteamericano y al GLONASS ruso. Todo un reto que ha tenido que superar un buen número de vicisitudes políticas y tecnológicas que alcanza ya su recta final.



El pasado 28 de diciembre se cumplieron los primeros 10 años transcurridos desde el lanzamiento con éxito del satélite Giove-A, considerado el primer elemento espacial que abrió paso a la validación definitiva del sistema global de navegación Galileo, puesto en marcha por la Comisión Europea para evitar la dependencia en geoposicionamiento respecto a otros sistemas como el GPS norteamericano o el GLONASS ruso.





Aunque el lanzamiento de aquel primer satélite a bordo de un lanzador Soyuz, desde la plataforma de la Guayana francesa, es visto hoy como uno de los grandes hitos fundacionales para la puesta en operatividad de Galileo, el sistema global de navegación europeo por satélite remonta en realidad sus orígenes a 1999, cuando la Comisión Europea advirtió de la necesidad estratégica para la UE de disponer de una constelación de satélites de órbita media capaz de proporcionar servicios de posicionamiento y navegación a usuarios civiles.

Objetivos ambiciosos

En aquel primer documento se trazaban ya una serie de objetivos ambiciosos para el futuro del nuevo sistema Galileo, que debía contar con la tecnología más puntera en los segmentos espaciales y en tierra. Por entonces, el modelo de referencia era el GPS norteamericano, concebido inicialmente para un doble uso, militar y civil, plenamente operativo ya en 1999 pero que aún ofrecía lagunas como la baja disponibilidad e intermitencia de la señal en determinadas zonas, especialmente en áreas urbanas o en latitudes superiores a 70°.

Con el aval ya de los jefes de Estado y de Gobierno del Consejo Europeo, en la segunda mitad de 1999 la Comi-

sión de Transportes asumió la definición plena del proyecto y, en 2001, elaboró un primer borrador en el que quedaban perfiladas las diferentes estructuras de gestión encargadas de asumir su desarrollo, así como un primer documento de carácter más técnico donde se definían la misión y los distintos elementos constitutivos del sistema.

Los atentados de las torres gemelas ralentizaron la puesta en marcha de esa primera hoja de ruta hasta el año siguiente, donde se concretaron nuevas directrices de organización y desarrollo. Así, la gestión del proyecto recayó inicialmente en la GJU (Galileo Joint Undertaking), empresa con personalidad jurídica propia con capacidad para contratar, creada por la Comisión Europea y la Agencia Espacial Europea (ESA) y cuya supervisión pública se hacía a través de un Consejo de Supervisión integrado por representantes de los estados miembro. Las cuestiones relacionadas con la seguridad quedaban asumidas, a su vez, por el Consejo de Seguridad de Galileo, presidido por la Comisión Europea e integrado también por representantes de los estados miembro.

Bajo este esquema organizativo se llevó a cabo el primer desarrollo del sistema, con participación también de empresas privadas supervisadas por la GJU. Y tras el lanzamiento de los dos primeros satélites, el Giove-A, lanzado el 28 de diciembre de 2005 y cuyas señales se

► *Introducción de una nave Soyuz en la lanzadera Ariane.*



► La Armada española y el buque de investigaciones oceanográficas "Hespérides" han participado en las primeras verificaciones de la precisión de las señales de Galileo en puntos cercanos a los polos.

recibieron ya con éxito el 12 de enero de 2006, y el Giove-B, lanzado tres años más tarde, en abril de 2008, daba comienzo la fase de validación en órbita del sistema. De hecho, el acrónimo Giove responde a las siglas Galileo in Orbit Validation Element. La puesta en órbita del Giove-A sirvió, además, para que la UE tomara posesión de la frecuencia asignada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones al proyecto Galileo.

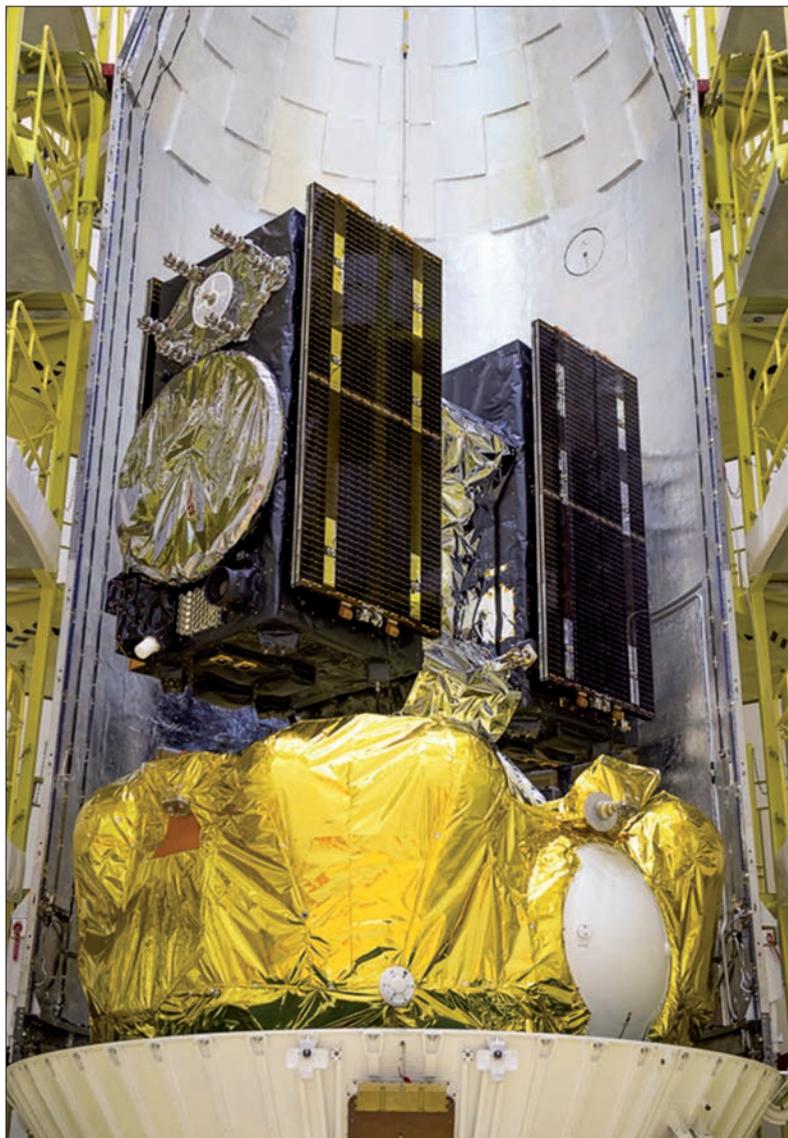
La UE, tras largas negociaciones, alcanzó finalmente un acuerdo con los Estados Unidos para facilitar la coexistencia y compatibilidad del sistema Galileo con el GPS; se decidió también que la financiación del proyecto fuera íntegramente pública. Para ello se configuró una nueva estructura de gestión, recayendo la supervisión del funcionamiento de los satélites Giove en la GNSS Supervisory Authority, entidad responsable también de establecer y coordinar los nuevos programas de colaboración entre el sector público y las empresas privadas.

▶ Primer éxito

Tras el éxito en la puesta en órbita de los dos satélites Giove, que permitieron asegurar las frecuencias asignadas, reunir datos de los parámetros orbitales y chequear ya a pleno rendimiento el *hardware* del sistema,

el 21 de octubre de 2011 se lanzaron los dos primeros satélites del programa y, casi un año después, otros dos más, estableciendo la constelación mínima de 4 necesarios para completar el primer grupo de pruebas en profundidad de Galileo. Con ello, el camino para el despliegue de la constelación definitiva de 30 satélites comenzaba definitivamente a despejarse, pues unos meses después, en marzo de 2013, las pruebas con ese primer grupo de cuatro se saldaban con éxito y, desde el laboratorio de navegación de la ESA en Países Bajos, se emitía un comunicado anunciando la fijación de la posición de un objeto en tierra –coordenadas de longitud, latitud y altitud– con un margen de error de entre 10 y 15 m, un cálculo que se ajustaba a las previsiones considerando la infraestructura disponible entonces.

El responsable del proyecto Galileo en la ESA, el ingeniero español Javier Benedicto, resumía así la importancia de la prueba: "Desde la perspectiva histórica, es la primera vez que Europa determina una posición sobre el terreno utilizando únicamente su propio sistema de navegación por satélite y, desde el punto de vista técnico, la generación de mensajes de navegación con Galileo es un paso clave para iniciar la fase de validación, tras la que comenzará el despliegue del resto del sistema a finales de este mismo año".



Despliegue definitivo

El programa Galileo comenzaba así a dar por cerradas definitivamente sus fases de definición y validación, aunque aún proseguirían en ese año nuevos ajustes en los mensajes de navegación, centrados especialmente en eliminar los desfases temporales entre el denominado “tiempo del sistema Galileo” y el “Tiempo Universal Coordinado” (UTC), un requisito imprescindible para obtener señales de máxima precisión compatibles y utilizables en la mayoría de aplicaciones para las que fue diseñado Galileo: navegación aérea, marítima, transporte terrestre, etc.

Establecidos definitivamente los ajustes necesarios a partir de la primera constelación, en agosto de 2014 Galileo emprendió el camino hacia una nueva fase de “capacidad plena de operaciones”, escalonada también en distintas etapas condicionadas por el número de satélites en órbita. El lanzamiento de los satélites 5 y 6 en agosto

de 2014 debería haber sido el punto de partida, pero un fallo en el cohete Soyuz pudo haber inducido a su vez otra serie de fallos en el sistema de control de la altura del lanzador, de modo que los satélites no lograron alcanzar la órbita prevista y solo tras numerosas tentativas se logró corregir parcialmente su posición e inclinación. Pese a todo, todavía no se ha logrado que ambos satélites alcancen la posición estándar correspondiente al sistema Galileo, y los técnicos y la Comisión tendrán que evaluar aún todas las posibilidades de utilización de los equipos a bordo y de las informaciones proporcionadas.

Completando el despliegue

A pesar de ese revés, en diciembre del pasado año Galileo alcanzó ya la docena de satélites en órbita, sumando tres nuevos lanzamientos en 2015 y restableciendo el optimismo tras el completo éxito de todos. Y

► Despegue de un Soyuz VS13 y satélites Galileo 11 y 12 colocados en el interior del Soyuz.



► Sobre estas líneas, trabajos de carga e integración de los satélites Galileo en un Soyuz.

ahora, tras el verano de 2016, el ritmo de despliegue se espera que sea aún más intenso, pues comenzará a utilizarse por primera vez el lanzador Ariane 5, que permitirá colocar hasta 4 satélites en órbita al mismo tiempo. Si todo discurre conforme a lo previsto, en 2020 el sistema Galileo deberá contar ya con los 30 satélites en órbita, de los cuales seis permanecerán en reserva para poder reemplazar, en caso de fallo, a cualquiera de los otros 24 que estarán siempre operativos.

En paralelo al despliegue en órbita, el sistema Galileo ha desarrollado una potente infraestructura en tierra, contando en la actualidad con una extensa red de estaciones de referencia a lo largo y ancho del planeta, desde los trópicos hasta los polos. Conectada con dos grandes centros de control de Galileo, en Oberpfaffenhofen (Alemania), dedicado fundamentalmente al seguimiento de los satélites, y en Fucino (Italia), donde se sigue el comportamiento de las cargas útiles de navegación y de los servicios que proporcionan, esa vasta red de estaciones en tierra hace posible la monitorización y control de los equipos instalados en los satélites, así como el seguimiento de que mantienen su órbita correcta. Ambos centros de control estarán a su vez conectados con el centro de servicios GNSS, ubicado en la madrileña localidad de Torrejón de Ar-

A partir de este año la incorporación del lanzador Ariane 5 permitirá colocar hasta 4 satélites en órbita al mismo tiempo



doz, que servirá como interfaz único del sistema con las comunidades de usuarios de los servicios abierto, comercial y de integridad local.

Todo ello permitirá que a partir de 2020, Galileo pueda empezar a utilizar la misma banda que los sistemas GPS y GLONASS, con lo que sus receptores podrán captar también datos de las tres constelaciones a la vez. Galileo permitirá ofrecer a sus usuarios datos de posición con un margen de error inferior a un metro, por lo

que sus prestaciones serán casi 10 veces más precisas que las ofrecidas hoy por el GPS. De hecho, a día de hoy, esta mayor precisión ha sido verificada el pasado 4 de enero por la Armada española que, a bordo del buque de investigaciones oceano-

gráficas Hespérides, consiguió posicionamiento con Galileo por primera vez en puntos cercanos a los polos, más allá de los 60° de latitud Sur, donde la señal GPS llega muy degradada.

Así, una década después del primer lanzamiento del Giove-A Europa está ya más cerca de cumplir su sueño de disponer de un sistema de geoposicionamiento propio, algo que también en esta última década se ha convertido en un servicio imprescindible para la vida cotidiana de los millones de personas que hoy pueblan el planeta y que hace posible el desarrollo actividades esenciales como las comunicaciones y los transportes. ■

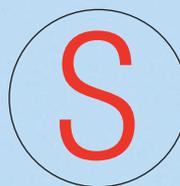
AENA OPERÓ MÁS DE 13.000 VUELOS SANITARIOS EN 2015

Ambulancias en el aire



BEGOÑA OLABARRIETA. FOTOS: AGAENA Y ONT

El avión es el medio de transporte más rápido y el tiempo es un factor fundamental en los casos de traslado urgente por enfermedad o de órganos que deben ser enviados de inmediato para reunirse con el receptor idóneo. Aena tiene habilitado un dispositivo en su red de aeropuertos para facilitar la operación de estos vuelos ambulancia 24 horas al día.



Se denominan “vuelos hospital”, ambulancias aéreas habilitadas para el traslado de personas enfermas que necesitan desplazarse a otros lugares para iniciar o continuar sus tratamientos, y el medio de transporte más efectivo en los casos de donación de órganos con donante y receptor en lugares distantes.

En ambos casos hay un factor clave: el tiempo. La rapidez y la perfecta coordinación de las operaciones aéreas, allí donde surjan y a cualquier hora del día, son de importancia vital. Aena, en su red de ae-





► Los “vuelos hospital” son el medio más rápido, a veces el único posible, para acometer con éxito el transplante de órganos.

ropuertos, tiene un sistema habilitado para garantizar la salida y entrada de estos vuelos ambulancia cuando sea necesario.

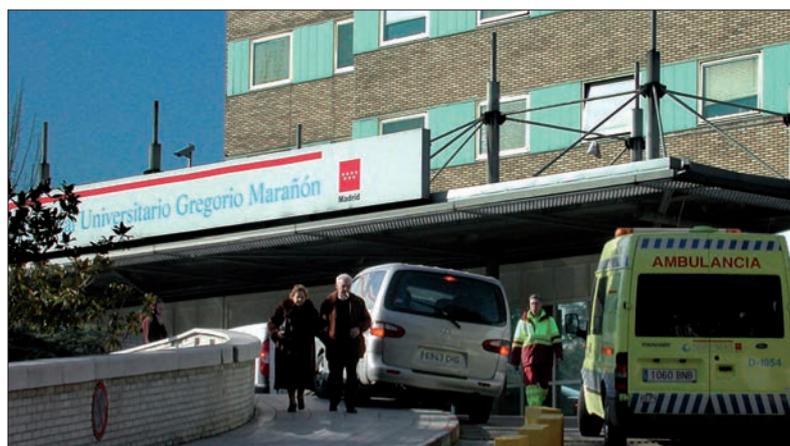
Cuando el Servicio de Salud Pública, o bien una aseguradora privada, se ponen en contacto con el aeropuerto informándole de la necesidad del traslado, inmediatamente se activa un protocolo para coordinar el plan de vuelo y disponer de los recursos necesarios para que los aviones puedan operar.

En los aeropuertos abiertos 24 horas al día y con personal disponible en cualquier franja horaria el objetivo es facilitar al máximo el tránsito del dispositivo médico una vez que llega a las instalaciones.

En estos casos los procedimientos se centran en agilizar la operación tanto como sea posible, estableciendo para ello puntos de entrada y salida específicos, definidos de antemano, que garanticen el acceso directo y próximo, tanto en las salidas como en las llegadas, con el guiado de la ambulancia hasta el avión y viceversa.

▲ Fuera de horario

Hay ocasiones, sin embargo, en las que la necesidad del traslado se produce en aeropuertos no abiertos 24 horas y en franjas horarias en las que no hay actividad. Es entonces cuando se pone en marcha el dispositivo necesario a fin de permitir la apertura de las instalaciones y la operación del vuelo en el menor tiempo posible.



Los 10 aeropuertos con mayor número de operaciones vuelos ambulancia

Ibiza	1.011
Málaga-Costa del Sol	997
Barcelona-El Prat	804
Palma de Mallorca	788
Menorca	750
Bilbao	707
Fuerteventura	692
Gran Canaria	661
Melilla	618
Córdoba	597

Fuente: Aena, datos referidos a 2015



Reconocimiento de la ONT

En 2014 la Organización Nacional de Trasplantes (ONT) reconocía a Aena su contribución al trabajo que realiza la entidad en el traslado de órganos, facilitando que estos se hagan en el menor tiempo posible y en cualquier momento del día, gracias a su operativo de vuelos hospital.

Coincidiendo con su 25 aniversario, la ONT reconocía así los miles de vuelos que se realizan cada año desde algún punto de la red de Aena y, en especial, todo el protocolo de actuación de guardia que permite la apertura de los aeropuertos y la operativa 24 horas al día para atender las peticiones de traslado de órganos cuando se requieran.

Un reconocimiento en el que también la ONT ponía de relieve que otros factores, como abrir aeropuertos, movilizar a los equipos de guardia, agilizar el despegue y aterrizaje de estas operaciones son fundamentales para el éxito de la donación y el trasplante.

Para ello, en la mayoría de los aeropuertos de la red de Aena existe un servicio de guardia localizada que ante el aviso activa a su personal. Cuando se recibe la llamada, bien de la autoridad sanitaria competente o de la Organización Nacional de Trasplantes, en un teléfono disponible 24 horas, se contacta con las personas de guardia para su incorporación a los puestos necesarios a fin de que el vuelo pueda salir y se realice sin demora.

Para poder despegar o aterrizar fuera del horario habitual se requiere la incorporación a las instalaciones aeroportuarias de personal del servicio de extinción de incendios, del servicio de mantenimiento aeroportuario, del centro de operaciones así como del servicio de tránsito aéreo.

Una vez alertado el equipo, y ya en el aeropuerto desde el que se va a operar el vuelo, se revisan las instalaciones para comprobar que la operación se puede realizar en las condiciones adecuadas, y una vez que se ha prestado servicio al vuelo, al personal médico y a la ambulancia, se vuelve a cerrar el aeropuerto.

En todos los casos se busca inmediatamente la opción de los aeropuertos más cercanos a los puntos de donación y recepción de los órganos, de modo que el transporte se efectúe siempre en el menor tiempo posible.

Para todo ello es imprescindible poner en marcha un dispositivo de coordinación en tiempo récord, que permitió la operatividad de más de 13.350 vuelos en 2015, tanto con destino nacional como internacional, muchos de ellos dedicados al transporte de órganos vitales para trasplantes. ■

► Vista nocturna de la nueva torre de control.
Derecha, complejo circular del CGAC visto desde la torre.



FCC Construcción

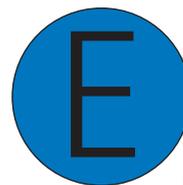


EMPRESAS ESPAÑOLAS FIRMAN LA NUEVA TORRE DE CONTROL DEL AEROPUERTO DE BOGOTÁ, LA MÁS ALTA DE LATINOAMÉRICA

Icono de El Dorado

JAVIER R. VENTOSA

Empresas españolas de ingeniería, construcción y tecnología han desarrollado la nueva torre de control y el Centro de Gestión Aeronáutica de Colombia (CGAC) del aeropuerto de El Dorado (Bogotá), el principal de Colombia. Su aportación mejorará la operatividad del aeropuerto y moderniza su *skyline* arquitectónico.



El aeropuerto internacional de El Dorado, al noroeste de Bogotá, está inmerso en un proceso de ampliación (extensión de muelles, adecuación de pistas y calles, mayor superficie para aeronaves, proyecto de El Dorado II) destinado a afrontar el creciente volumen de tráfico aéreo y convertirse en el principal de Latinoamérica (actualmente es el primero en carga y el tercero en pasajeros, con 27 millones). En ese marco, el pasado 3 de diciembre el presidente de Colombia, Juan



► Construcción del fanal de la torre de control.

Manuel Santos, inauguró la nueva torre de control y el CGAC, dos infraestructuras básicas en ese proceso.

Tras una etapa de transición, trabajando en paralelo y asumiendo las funciones de la vieja torre (que será demolida), la nueva torre comenzará a actuar en solitario a partir del mes de marzo, y será a partir de entonces cuando este aeropuerto a menudo saturado y con problemas de niebla comenzará a notar las ventajas de la nueva infraestructura. Como mayor beneficio, la avanzada tecnología de la nueva torre aumentará la capacidad del aeropuerto en un 50%, al pasar de 58 a 90 operaciones por hora; también aportará mayor seguridad en operaciones con mal tiempo y en puntos críticos del recinto. En suma, más agilidad en aterrizajes y despegues y menos esperas para el pasajero, con ahorros en combustible y menor emisión de gases contaminantes. Desde el CGAC, por su parte, se monitoriza todo el tráfico aéreo de Colombia.

Ambas infraestructuras tienen protagonismo español, ya que las fases de proyecto, construcción, supervisión y equipamiento han sido desarrolladas por compañías de nuestro país. A continuación se describe la participación de estas empresas por fases.

Proyecto

La nueva torre de control es una actuación impulsada por Aeronáutica Civil de Colombia para modernizar la gestión del tráfico aéreo del aeropuerto. En 2011 encargó el proyecto arquitectónico y de ingeniería al consorcio español formado por la empresa pública Ineco, del Grupo Fomento, y la consultoría GOP (encabezada por el arquitecto Douglas Fairbanks, autor de buena parte de las torres de control españolas en la última década), a desarrollar en un nuevo emplazamiento entre ambas pistas. Tras varios estudios, el consorcio proyectó una torre de 84 metros de altura (40 más que la antigua), lo que la convierte en la más alta de Latinoamérica. Desde esa altura y con un campo visual de 360°, los controladores divisan sin obstáculos toda el área de maniobras, las dos pistas (desde la vieja torre solo se divisaba una) y los puntos críticos del recinto, mejorando así las deficiencias de la antigua torre.

Como diseño estructural, se definió una estructura mixta, poco habitual en este tipo de edificaciones, formada por un fuste central cilíndrico de hormigón, de 75 metros de altura, 6 metros de diámetro y paredes de 30 cm de

La torre, en cifras

Superficie construida	5.430 m ²
Altura máxima	89 metros
Altura fanal	84 metros
Altura fuste	75 metros
Acero laminado	1.300.000 kg
Hormigón	387 m ³
Visibilidad	360°
Posiciones control	16

► El presidente de Colombia, la ministra de Transporte y el director de Aeronáutica Civil contemplan el aeropuerto desde el fanal. Debajo, sala de gestión de tráfico aéreo del CGAC.



Ministerio de Transporte de Colombia

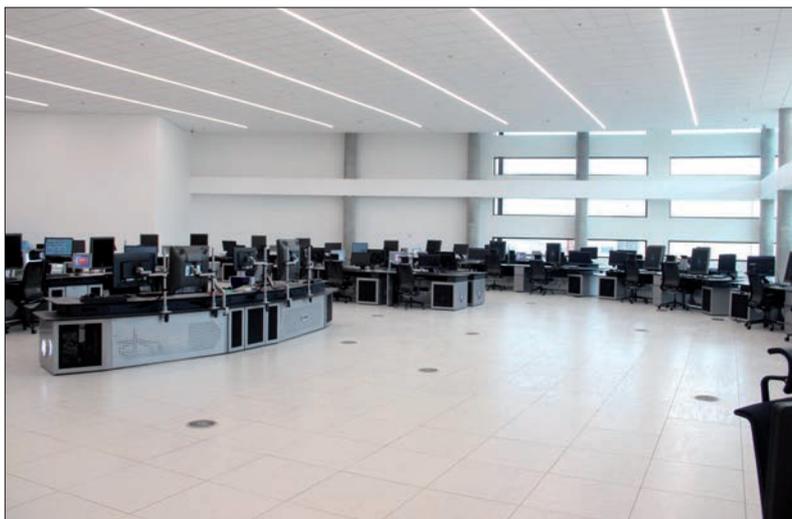
espesor, envuelto en una estructura compuesta por dos espirales de acero laminado que configuran figuras romboidales; esta estructura soporta el fanal, sirve como arrioste del fuste y aporta resistencia a la estructura. El conjunto, con forma troncocónica, evoca las vasijas de la cultura muisca, un diseño que ha convertido a la torre en el último icono arquitectónico de Bogotá. También recuerda a la torre de control del aeropuerto de El Prat (Barcelona).

La nueva torre de control se ha convertido en el icono arquitectónico y tecnológico del aeropuerto internacional de Bogotá

En la parte superior del fuste se diseñó una estructura circular, de 32 metros de diámetro máximo, que alberga el fanal (con forma de cono invertido, acoge cabinas en dos niveles: el centro de tráfico aéreo, con 16

posiciones de controlador, y la dirección de plataforma) y las plantas técnicas (soporte técnico y meteorología, equipos de navegación aérea, jefatura de la torre y área de descanso). El campo de antenas, a 89 metros de altura, corona la edificación. El fuste se comunica interiormente mediante dos ascensores y dos escaleras helicoidales, y existen plantas intermedias de evacuación. En la base, abrazado al fuste, se proyectó un bloque técnico en dos niveles.

La otra infraestructura, el CGAC, contigua a la torre, fue diseñada por un consorcio hispano-colombiano liderado por la ingeniería Sener. Se trata de un centro de mando unificado destinado a coordinar el espacio aéreo de Colombia, además de formar a los controladores aéreos. El proyecto concibió un conjunto de siete edificios, de una a tres alturas, interconectados y con distintas funcionalidades (gestión y control, soporte técnico, administración, descanso, recepción, capilla), que forman una circunferencia de 50 metros de diámetro. En el exterior se proyectaron fachadas ventiladas de aluminio y colores degradados para cumplir con la imagen de modernidad demandada por el promotor de la obra.



Aeronáutica Civil de Colombia



Construcción

El consorcio Torre Muisca, formado por dos filiales de FCC Construcción, ha sido el encargado de la obra civil de la torre de control y el CGAC, llevada a cabo simultáneamente. Las obras, con un presupuesto estimado de 50 M€, se han prolongado desde enero de 2013 hasta diciembre pasado. Un consorcio liderado por las ingenierías españolas Cemos y UG21 realizó las labores de supervisión e interventoría.

La principal singularidad de la obra ha sido la cimentación, ya que los suelos arcillosos de Bogotá configuran un terreno inestable. Por ello, se recurrió a una cimentación con pantallas impermeabilizantes para controlar el nivel freático y una novedosa solera de hormigón celular aligerado que soporta el trabajo de maquinaria pesada y es perforable. En esta solera se ejecutó cimentación profunda mediante pilotes (1.051 a 25 metros de profundidad en el CGAC y 210 a 43 metros en la torre) y, luego, una losa armada masiva de 2,5 me-

► Torre de control y edificio del CGAC, dos edificaciones que han modernizado la fisonomía del aeropuerto de El Dorado.



tros de altura, con el hormigonado de 1.500 m³ de concreto realizado en 16 horas, un récord en Colombia. Sobre esta base se construyó el fuste mediante encofrado trepante, técnica poco habitual en Colombia, hasta alcanzar los 75 metros, y luego se instaló con grúas la estructura circular de las plantas técnicas.

Uno de los grandes retos ha sido la construcción de la estructura metálica que rodea al fuste y otorga valor estético a la torre, dada la dificultad técnica de su ejecución. Como singularidad, la unión de las piezas me-

tálicas que conforman las 20 hélices de la estructura, con un peso de 1,3 millones de kilogramos, se realizó mediante tornillos en vez de la soldadura prevista en el proyecto, lo que redujo el plazo de ejecución. Esta estructura se construyó en ocho meses.

Los trabajos de edificación del CGAC, de factura más tradicional, han incluido como novedad una estructura singular de forjado con elevada resistencia al fuego y que permite un fácil mantenimiento y renovación de equipos. La superficie construida alcanza los 9.500 m².

En una obra no incluida en el proyecto, FCC Construcción comunicó la torre y el CGAC, dos proyectos independientes, mediante una galería subterránea de 70 metros de longitud y la ampliación del edificio de instalaciones, para la distribución conjunta de todas las conducciones que sirven a ambos edificios (energía, agua, comunicaciones, etc.), con lo que se ha logrado una gestión única de todo el proyecto.

Equipamiento

El equipamiento tecnológico de la torre y el CGAC también ha sido obra española. La multinacional Indra se ha encargado de suministrar, instalar y poner en funcionamiento el sistema de control y gestión del tráfico aéreo, un conjunto de soluciones que sitúa a El Dorado a la vanguardia de los servicios de navegación aérea en Latinoamérica. Las especificaciones de los sistemas de comunicaciones, navegación, vigilancia y gestión del tráfico aéreo (CNS/ATM) fueron establecidas por Ineco tras analizar variables como la ubicación del aeropuerto (a 2.545 metros sobre el nivel del mar, con montañas cercanas) o la elevada demanda de operaciones.

El contrato de equipamiento ha incluido la implantación de sistemas de gestión del tráfico aéreo para el CGAC y la torre de control, con 56 posiciones de controlador; herramientas de ayuda a la gestión automática de despegues y aterrizajes; radar de superficie en la torre para monitorizar el movimiento de aeronaves en tierra; sistema automatizado de vigilancia y guiado de los movimientos de las aeronaves en superficie; sistema instrumental de aterrizaje ILS cat III para aterrizajes con visibilidad casi nula; y sistemas de comunicaciones de radio tierra-aire, entre otros.

Indra también está prestando asistencia en el periodo de rodaje de las soluciones implantadas. Estos equipos no solo mejorarán la eficiencia, la seguridad operacional y el impacto medioambiental de las operaciones en El Dorado; también permitirán coordinar y controlar todo el tráfico aéreo en Colombia, tanto civil como militar, lo que contribuirá a tareas tan importantes como la lucha contra el narcotráfico, como destacó el presidente del país en la inauguración del centro. ■



*LA DIVISIÓN ESPAÑOLA DE DEFENSA DE AIRBUS COLABORA
EN EL DESARROLLO DE UN NUEVO AVIÓN SUPERSÓNICO*

El regreso de los más rápidos

A digital illustration of a sleek, red and white supersonic jet flying over a mountain range. The sky is filled with soft, colorful clouds in shades of blue, yellow, and orange, suggesting a sunrise or sunset. The jet is shown from a low angle, emphasizing its speed and aerodynamic design. The tail section is white with a blue stripe and the letters 'ae' visible.

JAIME ARRUZ. FOTOS: AERION CORPORATION

Tras el último vuelo del Concorde y si se cumplen las previsiones, casi dos décadas después, en 2021 el uso de aviones supersónicos con fines comerciales puede ser de nuevo realidad. Un proyecto de la compañía estadounidense Aerion, con participación del consorcio europeo Airbus y otras empresas, está ya en pleno desarrollo con el objetivo de construir un avión capaz de volar más rápido que el sonido.

De Madrid a México D.F. en unas tres horas. Este viaje sería posible en apenas un lustro si el proyecto que ahora promueve la compañía estadounidense Aerion se desarrolla conforme al calendario previsto. Tras los años más duros de la crisis, la idea de recuperar un concepto que quedó arrumbado en el olvido después de que en 2003 el Concorde efectuara su último vuelo comercial parece que puede volver a cobrar sentido.



Aerion, una empresa gestada por el magnate y filántropo norteamericano Robert Bass, ya tiene definido el plan para que el primer prototipo de su avión supersónico pueda comenzar a realizar vuelos en 2021. El primer modelo definitivo, que se comercializará como *jet* privado, podría salir al mercado a un precio de venta estimado en unos 120 millones de dólares. Está previsto que las primeras entregas comiencen en 2023, justo dos décadas después de que el Concorde realizara el último vuelo de su ruta Londres-París-Nueva York. Ese compromiso se antoja ya firme, pues Aerion cuenta hasta el momento con un primer pedido de 20 unidades por parte de FlexJet, uno de los grandes operadores estadounidenses de vuelos privados.

Participación española

El proyecto para dar forma a un nuevo avión supersónico, denominado Aerion AS2, cuenta con participación española de la mano de Airbus Defence & Space, la factoría con sede en Getafe (Madrid), que participa en el desarrollo del fuselaje y de los sistemas de control del vuelo y de combustible. Por su parte, otros elementos como la cabina serán responsabilidad del consorcio Inairvation, del que forman parte la alemana Lufthansa Technik y la austriaca F/List, mientras que la tecnología de los reactores que propulsarán al Aerion supersónico está todavía pendiente de desvelarse.

Túpolev y Concorde

Dentro de la aviación comercial, dos han sido los proyectos de aviones supersónicos que conocieron un breve periodo de gloria, aunque con finales no demasiado felices. Se trata del soviético Túpolev Tu-144 y el francés Aérospatiale-BAC Concorde. La URSS, al enterarse de que Francia estaba desarrollando un avión supersónico (Concorde), decidió seguir la misma senda y crear uno de similares capacidades. Tras el primer vuelo del prototipo, el 31 de diciembre de 1968 y su posterior desarrollo final, el Túpolev Tu-144 estuvo operativo desde finales de 1975 hasta mediados de 1978, con un total de 16 unidades construidas.

El Túpolev Tu-144 fue el primer avión comercial de la historia en superar las velocidades Mach 1 y Mach 2, por delante de su gran rival francés. Este fue un proyecto conjunto de la British Aircraft Corporation (BAC) –actual BAE Systems– y de la francesa Aérospatiale –ahora EADS–. Su primer vuelo en pruebas se produjo el 2 de marzo de 1969, estando en servicio desde primeros de 1976 hasta finales de 2003. Se produjeron un total de 20 unidades, siendo seis de ellas para uso no comercial.

El accidente en el que murieron 113 personas, el 25 de julio de 2000, fue el comienzo del fin del Concorde, ya que desde ese momento la cifra de pasajeros cayó en picado. A esta circunstancia se unieron otras dos: el aumento del coste de mantenimiento y la caída de los viajes en avión tras los atentados del 11 de septiembre de 2001 en Estados Unidos.

► Fuselaje del prototipo del Aerion, realizado, como otros componentes, en fibra de carbono. Debajo, la cabina, con capacidad para entre 8 y 12 personas.



El Aerion AS2 tiene un diseño que recuerda ligeramente al Concorde. El primer prototipo, realizado con materiales de última generación como la fibra de carbono, presente en el fuselaje, las alas, el tren de aterrizaje y otros componentes, está ya prácticamente terminado.

El ensamblaje final del nuevo avión supersónico será responsabilidad directa de Aerion, que efectuará el montaje de los distintos componentes suministrados por sus proveedores en un complejo de unas 40 hectáreas de terreno que la empresa estadounidense empezará a construir en 2018. La idea de la compañía es que este nuevo espacio esté situado próximo a un aeropuerto que cuente con un área reservada para vuelos supersónicos, preferiblemente en alta mar.

El Aerion AS2, cuya cabina tendrá capacidad para que viajen de ocho a doce personas, será capaz de volar a una velocidad Mach 1,5, o lo que es lo mismo, 1,5 veces la velocidad del sonido.



La tecnología que permite realizar vuelos a tal velocidad solo está actualmente disponible en aviones militares, más concretamente en cazabombarderos. De ahí, que el gran reto de Aerion, así como el de todos sus colaboradores en el proyecto, será demostrar que los aviones supersónicos pueden ser una solución rentable y no únicamente un capricho reservado a privilegiados o grandes fortunas.

La barrera del sonido

Los primeros aviones supersónicos, con capacidad para romper la barrera del sonido (velocidad Mach 1) datan de mediados del siglo XX. El primer hombre que rompió la barrera del sonido fue, a los mandos del avión experimental Bell-X1 y a una altitud de 45.000 pies, Charles Elwood Yeager, general brigadier de la United States Air Force (Fuerza Aérea de los Estados Unidos).

El hito se produjo el 14 de octubre de 1947, después de que previamente otros 18 pilotos perdieran la vida intentando lograr esta hazaña. Previamente, el 9 de abril de 1945, Hans Guido Mutke atravesó la barrera del sonido con un Messerschmitt Me 262 según su testimonio, aunque no existen pruebas de ello. La primera mujer que logró volar por encima de una velocidad Mach 1 fue Jackie Cochran Battant, el 18 de mayo de 1953, a bordo de un *jet* F-86 Sabre.

Esta estilista reconvertida en piloto se apuntó otros logros como ser, durante la II Guerra Mundial, la primera mujer en pilotar un bombardero militar en un vuelo transatlántico en 1941; fue también la primera en despegar y aterrizar en un portaaviones; en ser presidenta de la Federación Aeronáutica Internacional y en ingresar en el Salón de la Fama de la Aviación de Estados Unidos. ■

EL ANTIGUO ENSANCHE SUR DE MADRID, HOY EN PLENO CENTRO, SIGUE CONSERVANDO VESTIGIOS DE SU PASADO INDUSTRIAL

Huellas de la ciudad industrial

TEXTO Y FOTOS: MARIANO SERRANO PASCUAL

A pesar de que la industria casi ha desaparecido de las ciudades, aún permanecen su huella y su sombra. No son difíciles de seguir, se manifiestan no solo en las fábricas que, destinadas en su mayoría a otros usos, siguen en pie, sino también en los edificios de viviendas, calles, espacios... Los barrios del sur de Madrid, donde entre mediados del siglo XIX y principios del XX se concentró la industria de la capital, ofrecen todavía la oportunidad de interpretar ese pasado.

► Antigua fábrica El Águila.
Eugenio Jiménez Corera,
1912-1914.



▶ Antigua fábrica Osram.
Alberto de Palacio, 1914-1916.



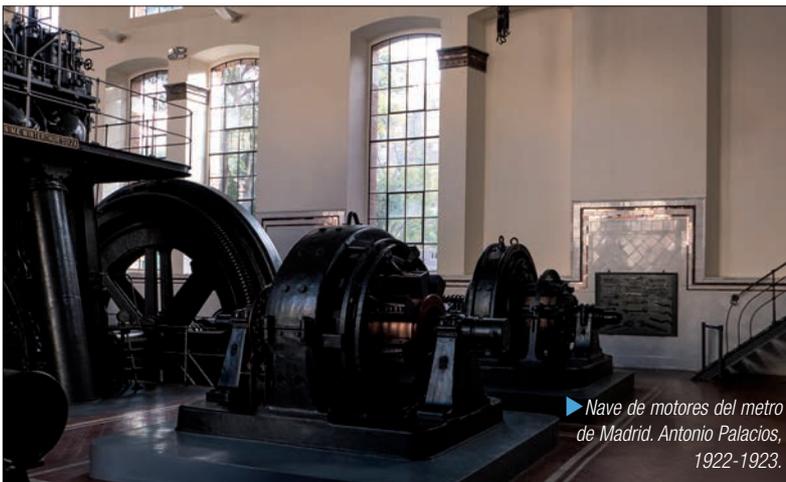
Antes incluso de la Revolución Industrial, los límites meridionales de Madrid, que con la extensión de la urbe pasarían a formar parte del Ensanche, ya apuntaban esa vocación. Las reales fábricas de tabacos en Embajadores y de tapices en Atocha son una buena muestra de ello. El ferrocarril, que también vino a instalarse en la zona con las estaciones de Delicias y Mediodía (luego Atocha), así como las de mer-

cancías de Peñuelas e Imperial, fue la puerta de entrada de la industria moderna en la capital. Con el ferrocarril llegaron fábricas y almacenes —que en ocasiones disponían de vías propias con conexión directa a las estaciones—, matadero y mercados centrales..., y, enseguida, viviendas para los trabajadores, escuelas, pequeños talleres y comercios.

Aquella vocación fabril dio carácter a esta parte del Ensanche durante muchos años, de forma que hoy día, a pesar de haber desaparecido casi por completo la actividad, los edificios que permanecen, algunos protegidos, siguen constituyendo un buen muestrario para conocer la evolución de la arquitectura industrial, desde el clasicismo de las Reales Fábricas del periodo preindustrial hasta el racionalismo, pasando por los estilos eclécticos e historicistas tan característicos de la capital.

▶ Patrimonio Industrial

Ubicada junto a la estación de Delicias —de la que partía un ramal hasta la misma fábrica— el complejo de El Águila fue construido por Eugenio Jiménez Corera entre 1912 y 1914 y ampliado por Luis Sainz de los Terreros entre 1925 y 1927. Es un complejo de varios edificios separados cuyas funciones respondían a las distintas fases del proceso de elaboración de cerveza. El más ca-



▶ Nave de motores del metro de Madrid. Antonio Palacios, 1922-1923.



racterístico es el de la maltería, donde se realizaban el tostado y la fermentación, con un cuerpo cilíndrico de 12 metros de diámetro, del que surge la chimenea, y otro cuerpo de planta rectangular. Si bien posee elementos de carácter neomudéjar, sus volúmenes y su tipología general es sobria, sin los excesos historicistas de otras construcciones de la época, relacionándose ya con modelos racionalistas. Los pabellones administrativos son también de ladrillo visto con decoración orientalista y algunos elementos cerámicos de color con la marca de la empresa. El módulo denominado de proceso, que limita un lado de la calle interior por donde discurrían las vías del tren, es otro elemento destacado. Su fachada, también de ladrillo, con huecos y celosías, está entre los más singulares del conjunto. Al igual que la heladera, que delimita el otro lado de la calle interior, un contenedor prismático con cerramiento de ladrillo y grandes huecos rematados por arcos de medio punto. Los primeros silos de cebada, doce vasos cuadrados de hormigón y ladrillo, se construyeron en 1916; y en 1933 se añaden otros doce, construidos en metal con basamento de ladrillo y cubierta de pizarra.

**La estación de Delicias, con
ramales de vías directos a algunas
fábricas, fue la puerta de entrada
de la industria en la capital**

Con el tiempo se fueron produciendo ampliaciones que respondían a los distintos estilos de arquitectura industrial del siglo XX, con materiales como ladrillo, hormigón, cristal, fibrocemento, aluminio, etc., en los nuevos almacenes, depósitos u oficinas. En 1991, cuando ya llevaba varios años cerrada la fábrica, el conjunto es declarado Bien de Interés Cultural. En un principio se pensó destinar a centro de artes, convocándose un proyecto que ganaron Emilio Tuñón Álvarez y Luis Moreno Mansilla, adaptándolo más tarde para convertirse en Biblioteca y Archivo Regional de la Comunidad de Madrid, para lo que se re-

► Arriba, antigua fábrica de maderas Asensio (José Purkiss, 1904). Debajo, edificio de viviendas de la plaza Luca de Tena (Jiménez Corera, 1908, y Antonio Palacios, 1924).





► Antigua fábrica de electricidad de Mazarredo (Celestino Aranguren, 1896, y Alfonso Fungairiño, 1934). Debajo, viviendas en la calle Embajadores (Pablo Salvador Elizondo, 1935).

habilitaron la mayor parte de edificios antiguos y se construyeron otros nuevos, para oficinas y archivos, en hormigón blanco y con doble fachada de vidrio.

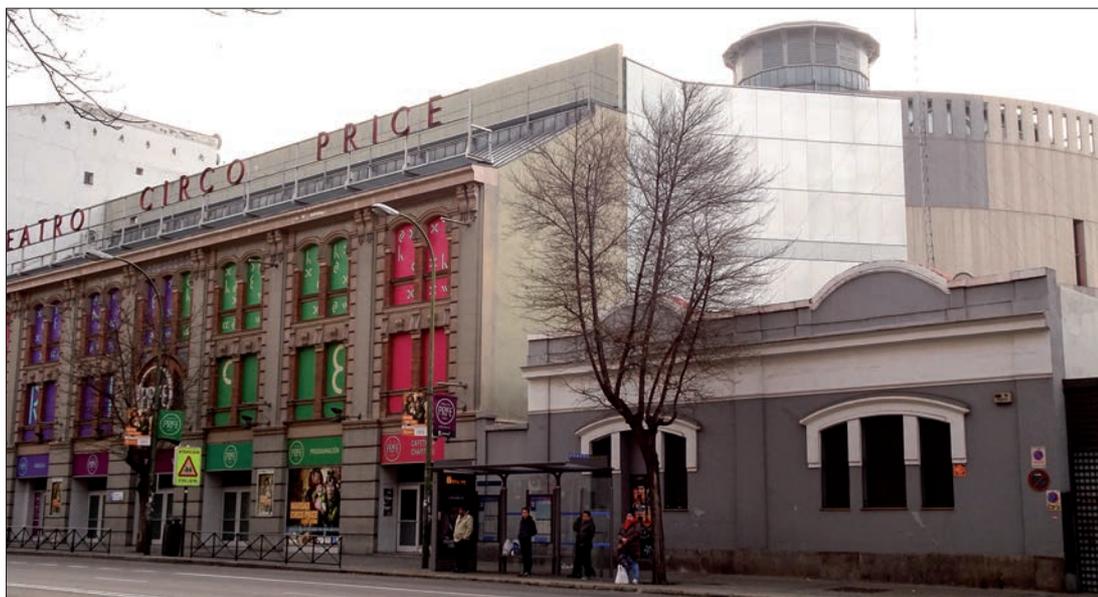
También catalogado como Bien de Interés Cultural está el edificio de la antigua fábrica de lámparas Osram, situado en el paseo de Santa María de la Cabeza, uno de los mejores ejemplos de arquitectura industrial madrileña. Fue construido entre 1914 y 1916 por Alberto de Palacio Elissague –autor también de la estación de Atocha de Madrid o del puente colgante o puente Vizcaya de Bilbao–, y por Francisco Borrás Soler, propieta-

rio de la patente de un sistema de cubierta de hormigón que permitía gran amplitud de luces de forjado, dando lugar a grandes crujiás, sistema que se aplicó por primera vez en esta fábrica. Lo más destacado de esta obra, no obstante, es su diseño funcional, novedoso en España aunque ya muy difundido en Centroeuropa, que se alejaba radicalmente de la arquitectura industrial tradicional en ladrillo que había dominado casi toda la centuria anterior.

El conjunto englobaba varios edificios, pero solo uno, el pabellón principal, ha llegado hasta nosotros. Es un gran edificio de planta rectangular y estilo puramente funcional, con influencia de la arquitectura americana de la época. Destaca su fachada principal, de tres alturas más ático, con grandes ventanales separados por almohadillado de piedra en la planta baja y por grandes pilastras en las plantas superiores, en la última de ellas coronando las ventanas una serie de arcos, mientras que los huecos del ático está decorados con pilastras pareadas. El edificio fue restaurado en el año 2001 según proyecto de Guillermo Costa Pérez-Herrero para acoger el Área de Vivienda del Ayuntamiento de Madrid.

Incluido igualmente en el catálogo del Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid, están los antiguos almacenes de la Compañía Arrendataria de Tabacos. Situados en la calle General Lacy, fueron construidos en 1891 por Eduardo Hernández como un conjunto de tres naves en forma de “C” que enmarcan otro edificio destinado a oficinas y dejando en el centro un patio con cubierta metálica acristalada. Las fachadas son de ladrillo visto con basamento de piedra y una decoración neo-





► Antigua fábrica de galletas Pacisa. Luis Martínez Díez, 1922. Debajo, la estación de Delicias, actual Museo del Ferrocarril.

mudéjar sencilla. El conjunto tuvo una primera ampliación y reforma en 1934, y en 1999 fue rehabilitado según proyecto del arquitecto Gabriel Allende Gil de Biedma para sede de una consultoría inmobiliaria.

Y Bien de Interés Cultural es la llamada nave de motores del metro, situada en el barrio de Pacífico, que fue construida por Antonio Palacios entre 1922 y 1923 para acoger la maquinaria que sirvió para generar la energía del metropolitano. El proyecto de la maquinaria e instalación corrió a cargo de los ingenieros José María y Manuel Otamendi y fue ejecutada por el también ingeniero Carlos Laffitte. Se trata de un conjunto de varios edificios compuesto por la nave de maquinaria y otras naves menores, un edificio de oficinas, varios almacenes y otro edificio destinado a vivienda del administrador. En total, el conjunto ocupa una superficie de 16.000 m².

La nave de motores es de una sola planta rectangular, de 44 metros de longitud por 17,5 de ancho y una altura máxima de 16 metros. Las fachadas, que arrancan del suelo a partir de un zócalo, son de ladrillo visto y se sustentan en pilastras también de ladrillo pero revestidas con mortero, al igual que las falsas impostas. Los grandes huecos de la fachada se estructuran en una doble alineación de ventanas verticales con carpintería de acero, más grandes las del nivel inferior, rematadas por arcos rebajados. La cubierta está formada por cerchas de acero.

El interior de la nave es extraordinariamente luminoso. Es un espacio diáfano de una sola planta con un estrado elevado al fondo para el cuadro de control y sus responsables. A la luminosidad y claridad contribuyen, además de los grandes ventanales, la decoración: las baldosas rojas con encintados de baldosines más claros que delimitan el espacio de seguridad en torno a la maquinaria, los falsos capiteles de cerámica vidriada, el



alicatado blanco de las paredes con cenefas de reflejos metálicos dorados... La impresión general del conjunto es la de una combinación armónica de funcionalidad y cuidado en el detalle, con discretos aires modernistas, creando una de las edificaciones más bellas de la arquitectura industrial madrileña.

La nave de motores ha sido restaurada recientemente, según proyecto del arquitecto Carlos Puente, para ubicar en ella una parte del museo de la historia del metro, que se completa con la estación de Chamberí, clausurada y sin servicio desde los años 60.

Gas, luz y otras huellas

En un enorme solar entre la ronda de Toledo, paseo de los Olmos y paseo de las Acacias, se ubicó el que fuera durante mucho tiempo el principal establecimiento industrial de la capital: la fábrica de gas. Junto con el

► Casa-taller de Patricio Romero, obra de Luis Ferrero Tomás, 1922.



ferrocarril, la producción de gas fue posiblemente la actividad que más contribuyó a la concentración en esta zona de la capital de la mayor parte del sector industrial de Madrid durante el siglo XIX y la primera mitad del XX. Tenía multitud de edificios entre hornos, fraguas, gasómetros, chimeneas, almacenes, talleres, oficinas... , e incluso disponía de vías que comunicaban directamente la fábrica con la línea de ferrocarril que iba desde Príncipe Pío a Atocha, por la que llegaba el carbón que alimentaba la factoría. Sus orígenes se remontan a la primera mitad del siglo XIX y permaneció en uso hasta 1969. Apenas quedan restos hoy en día, y los espacios que ocupó se han convertido en viviendas, comercios, oficinas y parques y jardines. En el centro de uno de estos jardines se eleva aún la chimenea de ladrillo de uno de los gasómetros y, cerca, un palacete, construido en 1902 por los arquitectos Luis Landecho y Jordán de Urrés, donde estuvieron ubicadas las oficinas.

Vestigios del pasado industrial de la zona son también las antiguas centrales eléctricas: la de Mazarredo y la de Mediodía. La primera, situada entre las Vistillas y el río Manzanares, data de 1896, obra de Celestino Aranguren Alonso y ampliada en 1934 por Alfonso Fungaiño Nebot. En los dos edificios existentes se emplean recursos decorativos neomudéjares, pero de forma sobria, constituyendo en general un precedente de la arquitectura racionalista. Hace poco la nave principal ha sido remodelada para acoger un centro de emprendimiento e innovación. Por su parte, en el actual Caixaforum, en el paseo del Prado y muy cerca de la estación de Atocha, se ubicaba la central eléctrica de Mediodía, una fábrica que abasteció de energía a todo el sector sur del casco antiguo de Madrid. El proyecto, de 1899, fue realizado por el arquitecto Jesús Carrasco y Encina y el ingeniero José María Hernández. Tras la reforma para la instalación del Caixaforum —con proyecto de Jac-

ques Herzog y Pierre de Meuron—, de la vieja fábrica apenas queda nada, salvo su antigua configuración externa (si bien elevada sobre el nuevo acceso) como una sombra industrial más de las pocas que van quedando en el centro de la ciudad.

Aún perdura, en cambio, el conjunto fabril proyectado para Standard Eléctrica en 1926 por Manuel Álvarez Naya, que ha sido ampliado y reformado en varias ocasiones. Son varios edificios que se ubican en las calles Vara de Rey y Ramírez de Prado y que, con características similares a las ya vistas en la fábrica Osram, presentan semejanzas con el funcionalismo americano.

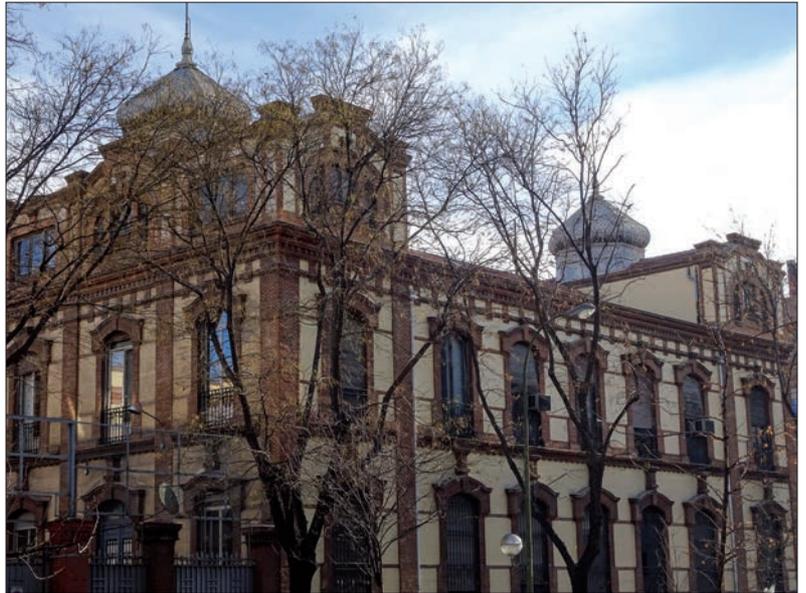
Otros edificios industriales de interés son el instituto farmacéutico militar, en la calle Embajadores, y la que fuera fábrica de galletas Pacisa, en la ronda de Atocha, que alberga desde 2007 al teatro-circo Price. El primero es un conjunto construido entre 1915 y 1920 según proyecto del ingeniero militar Pascual Fernández Aceituno. Los pabellones principales, que fueron oficinas y laboratorio, son de ladrillo revestido, pero con ladrillo visto en jambas y dinteles de los huecos, y torreones de aire oriental separados por una cornisa de ladrillo. En cuanto a la sede actual del Price, es un edificio de planta rectangular de varios pisos que ocupa toda una manzana, construido por Luis Martínez Díez en 1922 con ladrillo visto y decoración de cerámica.

Y edificio industrial muy singular es el conocido como “parque sur”, en el paseo de la Chopera, donde estuvieron ubicados los talleres del parque automovilístico del Ayuntamiento de Madrid. Situado frente al antiguo matadero, el proyecto, de 1935, se debe a los arquitectos José Aspiroz y Francisco Javier Ferrero y al ingeniero José Paz Maroto. La construcción está dividida en dos partes, destinadas a dársenas para vehículos y oficinas, y cuenta con dos plantas unidas por una rampa. La nave de cocheras tiene pilares de hormigón y cubierta metálica de dientes de sierra. Pero lo más sobresaliente es sin duda su fachada, de formas muy depuradas, en la que, además de un torreón, destaca el chaflán curvo, constituyendo uno de los mejores ejemplos del racionalismo madrileño.

▲ Vivir a la sombra de la fábrica

Junto con los establecimientos fabriles, muy pronto empezarán a levantarse las viviendas. La industria fue un motor de crecimiento del Ensanche Sur, y muchos industriales, accionistas o rentistas promovieron casas por pisos que alquilaban, fundamentalmente, a los obreros de las fábricas, pero también a una emergente burguesía compuesta por mandos intermedios y por los dueños de los comercios que surgieron a su sombra.

Predominan las estructuras metálicas y de ladrillo, utilizado este también como elemento ornamental siguiendo el neomudéjar madrileño, que más adelante fue siendo



sustituido por construcciones de hormigón y fachadas enlucidas. Algunos edificios fueron levantados por maestros de obras, pero en otros intervinieron arquitectos tan afamados como Jiménez Corera, Ferrero Tomás o Antonio Palacios.

A pesar de la profunda remodelación que experimentó la zona en las últimas décadas del siglo XX, aún perduran algunas casas de mérito. Como las de la calle Santa María de la Cabeza con la glorieta de Carlos V, o las de la ronda de Atocha, 1-7, que fueron levantadas por el maestro de obras Narciso de Pascual en 1908. Ese mismo año Jiménez Corera construyó un edificio en la calle Canarias con vuelta a Luca de Tena, viviendas que en los años veinte fueron reformadas por Antonio Palacios Ramilo. También de principios de siglo son las viviendas de la ronda de Atocha, 31 y 33, dos bloques de ladrillo con aleros de madera y decoración geométrica

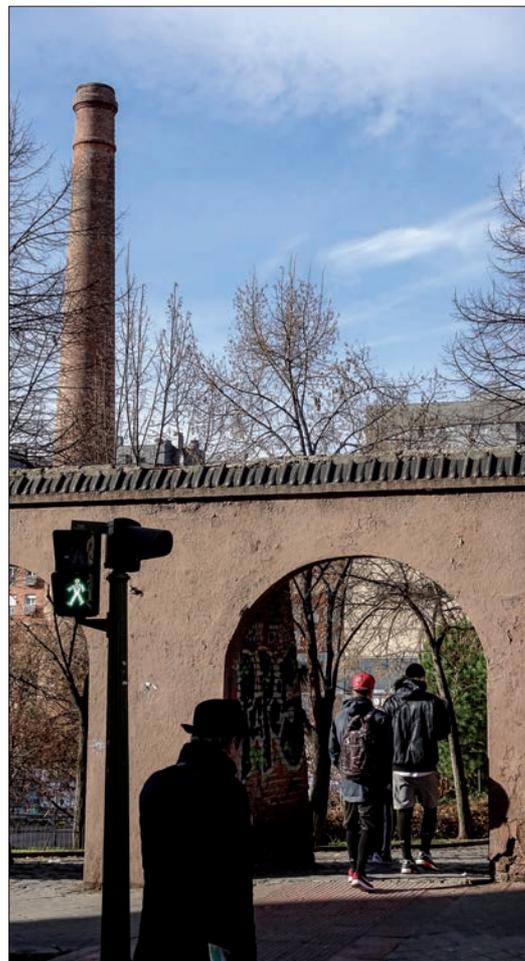
► Arriba, laboratorio farmacéutico del Ejército (Pascual Fernández Aceituno, 1915-1920). Debajo, colonia Pico del Pañuelo, de Fernando de Escondrillas, 1927-1930.



► A la izquierda, edificio del "parque sur", antiguos talleres del Ayuntamiento (J. Aspiroz, F.J. Ferrero y J. Paz Maroto, 1935). A la derecha, restos de la antigua fábrica de gas.

en balcones. Están separadas por un pasaje industrial que antaño albergaba pequeños talleres. Ya de los años 20 son las casas de Delicias con Ferrocarril, o también las del número 13 de la misma calle, obra de Luis Ferrero Tomás. Y al mismo arquitecto se debe el proyecto de 1922 de una de las obras más singulares no solo de la zona sino de todo Madrid: la modernista casa-taller construida para el industrial Patricio Romero en la calle General Palanca. Pensado primero como taller de una sola planta, un año después se construyen otras dos plantas destinadas a viviendas, una nave en el interior de la manzana y un sotabanco. Lo más destacado es su decoración: azulejos cerámicos que componen dibujos sobre las ventanas de la primera planta y bajo las bóvedas que rematan los balcones de la segunda, y en estos un sobresaliente trabajo de rejería en el más puro estilo modernista.

Otros conjuntos relevantes son dos colonias de viviendas acogidas a la legislación de casas baratas: la construida en la calle Tomás Bretón para empleados ferroviarios y la del Pico del Pañuelo. La primera está compuesta por sencillas casas de planta baja construidas entre 1923 y 1926 por Francisco Alonso Martos. La segunda está formada por pisos en altura que ocupan un



extenso polígono delimitado por Delicias, Legazpi y La Chopería. Fueron construidos entre 1927 y 1930 por Fernando de Escondrillas, que realizó 74 edificios con cerca de 1.600 viviendas. Con fachadas de ladrillo enfoscado y decoración en cornisas, pilastras y balaustradas, son construcciones sencillas y funcionales, pero no exentas de un cuidado diseño.

Y para terminar, en la confluencia de Delicias con Embajadores, frente a frente con el Pico del Pañuelo, otro edificio relevante, obra de 1935 del arquitecto Pablo Salvador Elizondo. Un edificio de seis plantas más ático con chafalán curvo que ya es plena manifestación del racionalismo arquitectónico que tan fecundo fue en la capital. ■

Bibliografía

- ✓ *Arquitectura de Madrid, Tomo 2: Ensanches, Fundación COAM, Madrid, 2003.*
- ✓ *Base de datos de la guía de arquitectura del Colegio de Arquitectos de Madrid:*
<http://www.coam.org/es/fundacion/servicio-historico/>
- ✓ *Revilla González, F. y Ramos Guarido, R., La arquitectura industrial de Madrid, Ediciones La Librería, Madrid, 2008.*

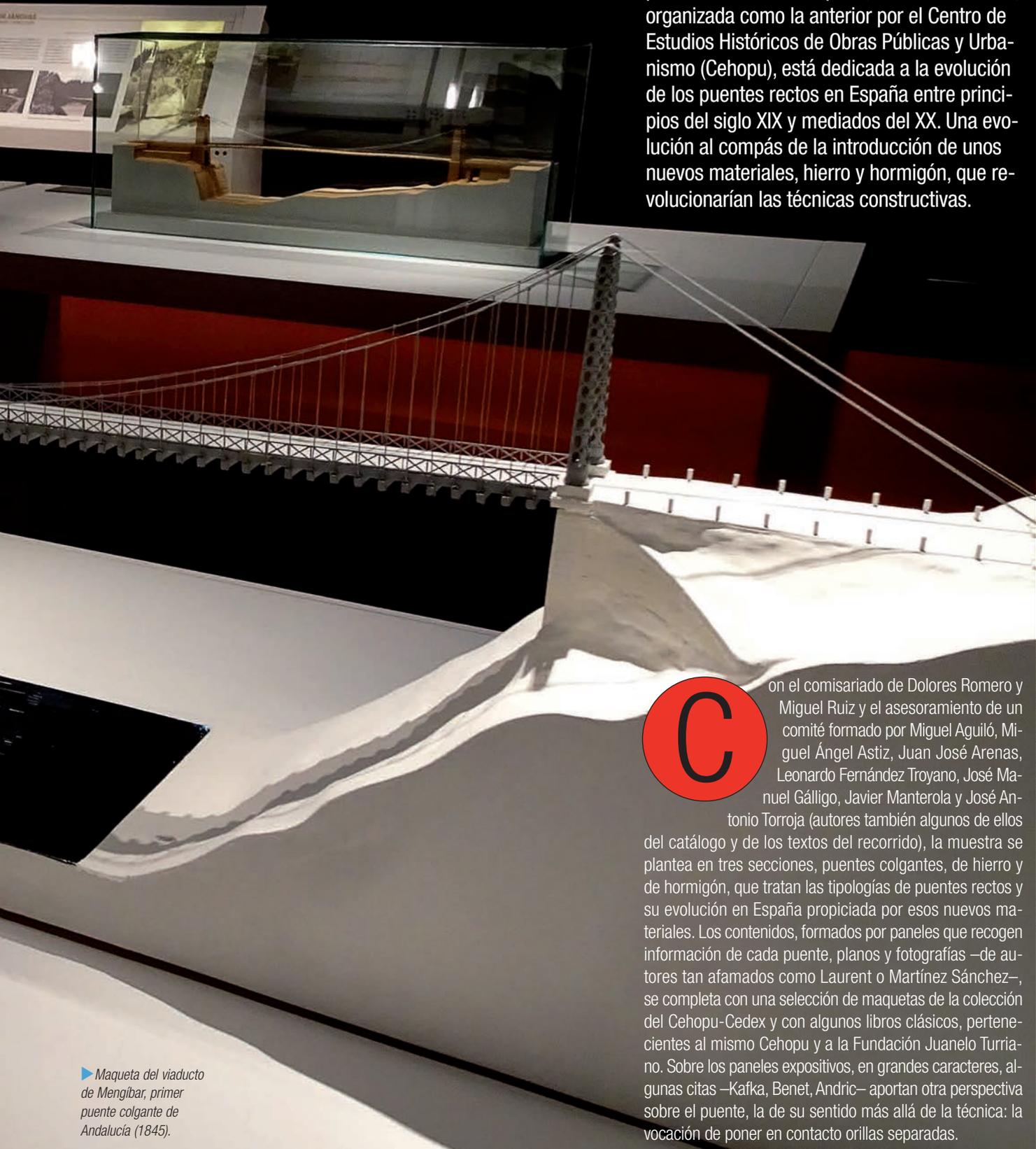


*“MÁS ALLÁ DEL ARCO, PUENTES
PARA LA MODERNIDAD”,
EN LA ARQUERÍA DEL MINISTERIO*

Romper con las tradiciones

MARIANO SERRANO PASCUAL.

Tras la exposición celebrada en 2012 sobre puentes de arco en España, la nueva muestra, organizada como la anterior por el Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (Cehopu), está dedicada a la evolución de los puentes rectos en España entre principios del siglo XIX y mediados del XX. Una evolución al compás de la introducción de unos nuevos materiales, hierro y hormigón, que revolucionarían las técnicas constructivas.



Con el comisariado de Dolores Romero y Miguel Ruiz y el asesoramiento de un comité formado por Miguel Aguiló, Miguel Ángel Astiz, Juan José Arenas, Leonardo Fernández Troyano, José Manuel Gállico, Javier Manterola y José Antonio Torroja (autores también algunos de ellos del catálogo y de los textos del recorrido), la muestra se plantea en tres secciones, puentes colgantes, de hierro y de hormigón, que tratan las tipologías de puentes rectos y su evolución en España propiciada por esos nuevos materiales. Los contenidos, formados por paneles que recogen información de cada puente, planos y fotografías —de autores tan afamados como Laurent o Martínez Sánchez—, se completa con una selección de maquetas de la colección del Cehopu-Cedex y con algunos libros clásicos, pertenecientes al mismo Cehopu y a la Fundación Juanelo Turriano. Sobre los paneles expositivos, en grandes caracteres, algunas citas —Kafka, Benet, Andric— aportan otra perspectiva sobre el puente, la de su sentido más allá de la técnica: la vocación de poner en contacto orillas separadas.

► Maqueta del viaducto de Mengibar, primer puente colgante de Andalucía (1845).

▲ Materiales para la modernidad

Primero el hierro, material por excelencia de la era industrial; después el hormigón, símbolo de la vanguardia. La construcción de puentes desde comienzos del XIX y hasta nuestros días va de la mano de estos materiales. Aunque las primeras obras de ingeniería en hierro fundido se remontan a finales del XVIII, no es hasta la década de 1850, con la sustitución de la fundición por el hierro forjado y el laminado, cuando se extiende la construcción en hierro. Durante la segunda mitad del XIX, se multiplican, en Europa y en Estados Unidos, las patentes de puentes de celosía de hierro; y también a partir de entonces la imagen de los puentes empezará a cambiar por completo en nuestro país, muchas veces de la mano de empresas extranjeras concesionarias de obras públicas y con técnicas traídas de fuera por compañías como la de los hermanos Seguin. También fueron extranjeros algunos de los ingenieros que participaron en esas primeras obras, si bien muy pronto empezaron a descollar también los españoles.

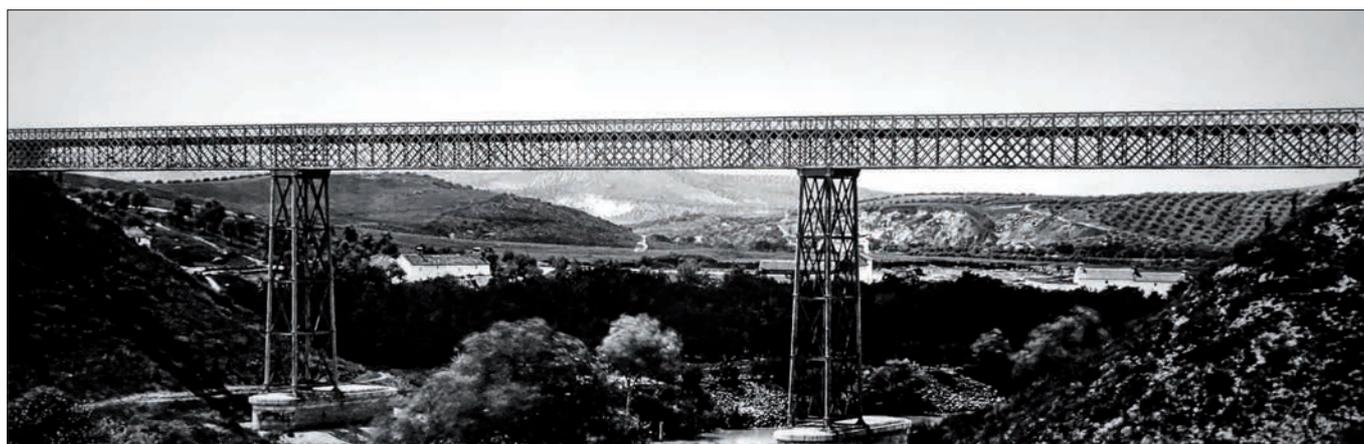
Si el hierro está unido a la era industrial, el hormigón estructural lo está a los tiempos modernos que nacen con el siglo XX. Similar en sus propiedades a la piedra, pero pudiendo suplir las carencias de esta con la incorporación de refuerzos metálicos, el hormigón desplazó en buena medida al hierro, suponiendo una nueva revolución constructiva. En 1895, el ingeniero José Eugenio Ribera, considerado como el introductor del hormigón armado en España, decía tras un viaje al extranjero: "Confieso el asombro que me produjo esta clase de construcciones que rompía con todas las tradiciones, más o menos anticuadas, con que suelen armamentarnos en nuestras escuelas". No solo Ribera, muchos de los principales nombres de la ingeniería y la arquitectura española de la primera mitad del siglo XX llevaron esta técnica a su más alta expresión.



▲ Puentes colgantes

La primera sección de la muestra está dedicada a los puentes colgantes, la mayor parte de ellos ya desaparecidos, pero con suficiente información como para poder conocerlos en profundidad, gracias a fotografías, planos y las detalladas maquetas del Cehopu. Fue la ría de Bilbao donde vio la luz el primer puente de hierro colgante de España, el de Burceña, sobre el río Cadagua, construido en 1822, al que seguiría el de San Francisco, de 1855, según proyecto de Félix Uhagón, que fue destruido en 1876 durante la tercera guerra carlista. Aunque sin

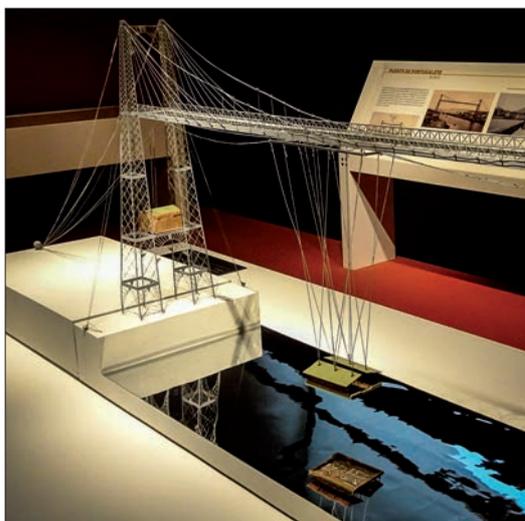
► Arriba, puente de Jánovas, en el Pirineo aragonés, único puente colgante del XIX que se conserva. Debajo, puente sobre el Genil, de 1876.





► *Puente colgante de Portugalete o puente Bizkaia, declarado Patrimonio de la Humanidad.*

duda el más conocido es el de Portugalete o puente Bizkaia, construido entre 1887 y 1893 por el arquitecto Alberto de Palacio y el ingeniero Ferdinand Arnodin. El puente transbordador, que une Portugalete con el barrio de las Arenas de Getxo, fue el primero en adoptar la solución del paso de peatones y vehículos en una plataforma suspendida. El puente original constaba de cuatro torres metálicas de 51 metros arriostradas con cables de acero y enlazadas dos a dos, y un tablero constituido por una viga en cruz de San Andrés de 165,6 metros de longitud.



Fue volado durante la guerra civil y a su término fue reconstruido por José Juan-Aracil. En 2006 fue declarado Patrimonio de la Humanidad por la Unesco.

Anteriores al de Portugalete son otros puentes colgantes construidos en la década de 1840. Es el caso del de Arganda, en Madrid, que se levantó sobre el río Jarama en 1843 siguiendo el sistema Seguin. Tenía tres tramos, el central de 64 metros y los laterales de 54, con pilas de sillería y bielas giratorias de fundición. Se destruyó tras una crecida, encargándose la reconstrucción a Eugenio Barrón, si bien el nuevo puente no aguantó las pruebas de carga y hubo de levantarse otro, ya con bastantes modificaciones.

De 1844 es el puente de Santa Isabel, ejecutado por la empresa de Jules y Marc Seguin, propietarios de la patente de un sistema ya extendido en Europa. Estaba situado sobre el Gállego, cerca de Zaragoza, en la carretera entre Madrid y la frontera francesa. Tenía un solo vano de 136,4 metros de luz, colgado en pilas de 14,2 metros de altura. Las torres se construyeron en forma de pórticos. En 1866, ante el mal estado del puente, Arnodin construyó uno nuevo con tablero metálico y cables prefabricados con un sistema patentado por él mismo.

En 1845 se inauguró el primer puente colgante de Andalucía, obra de Eugenio Barrón: el de Mengíbar, sobre el Guadalquivir. Era de un tramo, de 110 metros de luz y calzada de 5 metros. Lo sustentaban tres maromas de alambre galvanizado a cada lado, apoyando los cables

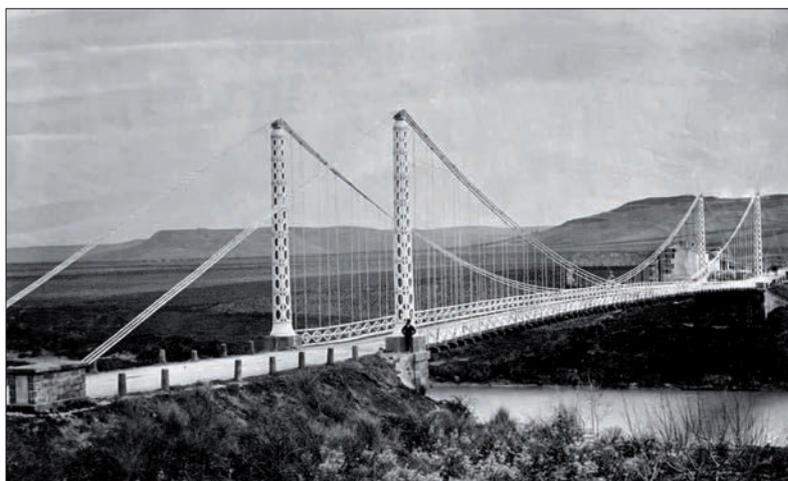


▶ A la izqda., puente colgante mixto de Amposta, de 1908. Debajo, puente de Mengíbar en una fotografía de Jean Laurent.

en pilas metálicas de fundición. El puente estuvo en uso hasta 1930. De 1846 es el puente de San Alejandro, sobre el río Guadalete a la altura del Puerto de Santa María, cuya construcción corrió a cargo de la empresa de los Seguin.

Fotografías y maqueta atestiguan el viaducto de Lascellas, destruido al comienzo de la guerra civil, que fue levantado por Mariano Royo entre 1856 y 1860 sobre el río Alcanadre, en la carretera de Huesca a Monzón. Era un puente de tablero intermedio, muy novedoso entonces. Tenía 93 metros de luz y 36 sobre el fondo del río; solo los últimos 15 metros de cada extremo estaban suspendidos por cables, que trabajaban por encima y por debajo del tablero, de forma que la zona central no colgaba de los cables sino que se apoyaba en ellos. También en Aragón, en el Pirineo, sobre el río Ara, se tiende el único puente colgante del siglo XIX que se conserva en nuestro país. Es el de Jánovas, construido en 1881 por el sistema Seguin y que incorporaba los avances más novedosos. Tiene tablero de madera de un solo vano de 48 metros de luz, con estribos y torres de piedra.

Y ya del siglo XX es el puente colgante mixto de Amposta, levantado en 1908 por José Eugenio Ribera, un puente de gran complejidad constructiva a causa de la naturaleza del terreno y de la distancia que debía salvar. Las torres, de 24 metros de altura, sostienen un tablero de hormigón armado de 134 metros de longitud—86 de ellos sobre el agua—, 6 de anchura y 15 de altura. El puente, de una gran monumentalidad, se destruyó durante la guerra civil, aunque fue reconstruido y, posteriormente, reformado.



El imperio del hierro

Fuera de la tipología colgante, son muy numerosos los puentes de hierro construidos a lo largo del siglo XIX, sobre todo durante la segunda mitad de la centuria. En Andalucía fueron varios los levantados para el ferrocarril Córdoba-Sevilla. Entre ellos, el de Alcolea, de 1855, o el de Lora del Río, de 1860. Contaba este con 8 tramos de 32 metros de longitud cada uno, con vigas de alma llena, estribos de sillería y las pilas compuestas por dos tubos de hierro arriostrados por cordeles, cartabones y cruces de San Andrés. También la línea Córdoba-Málaga tuvo puentes destacables, como el del río Genil (1864 y 1876), del francés Leopoldo Lemoniez, construido en celosía metálica. En cuanto a puentes



► Arriba a la izqda., puente Kursaal. A la drcha., puente de Santa Isabel sobre el río Gállego, en Zaragoza. Debajo, viaducto de Redondela.

de carretera, destaca, igualmente en Andalucía, el puente de las Mellizas sobre el río Guadalhorce, obra de Pablo Alzola de 1863, con tres tramos de celosía metálica de 36 metros de luz, tablero inferior y vigas metálicas.

En Cataluña, del mismo año que el anterior es el puente de las Rochelas, en la línea del ferrocarril de Lleida a Reus, sobre el Francolí, con vigas de celosía y pilas metálicas trianguladas que partían de unos plintos de sillería. Y en Gipuzkoa, sobre el valle del río Estanda, en la línea del ferrocarril Madrid-Hendaya, se construyó en 1864 el viaducto de Ormaiztegui, obra de la casa francesa Ernest Gouin bajo la dirección de Alejandro Lalvalley, que se mantuvo en servicio, aunque renovado en varias ocasiones, hasta 1995.

En Galicia podemos destacar el viaducto Madrid, en Redondela, en el ferrocarril de la línea Ourense-Vigo, que entre 1872 y 1877 construyó la compañía francesa Fives-Lille. Salva el valle mediante dos tramos de bó-



vedas de acceso de sillería de granito y un tramo central de vigas metálicas de hierro forjado sobre cuatro pilas de fábrica. Su longitud total, incluidos los tramos abovedados, es de 410 metros.

En Madrid, con proyecto de Eugenio Barrón, se inauguró en 1874 el viaducto de la calle Segovia con el fin de salvar el desnivel existente entre el palacio Real y las Vistillas sobre esa calle y prolongar así el entorno del palacio, una idea que se remonta al siglo XVII y que tuvo su primera materialización en un puente proyectado por Sachetti. El viaducto de 1874 era de vigas de alma llena de hierro laminado, con tres tramos, uno central de 50 metros de luz y dos laterales de 40 metros cada uno. Fue derribado en 1932.

Si en el siglo XIX imperó el hierro, en la centuria siguiente sería el hormigón el protagonista principal entre los materiales constructivos



En el ferrocarril Zaragoza-Barcelona, en Matarraña, en el punto donde la línea entra en túnel, se construyó en 1891 un viaducto con tres tramos metálicos de viga continua en celosía sobre pilas de fábrica. En 1931, un desprendimiento arruinó parte del viaducto, que fue reconstruido. Y ya lindando el siglo XX, en 1899, se inauguró en Larva, sobre el arroyo Salado, el puente de ferrocarril considerado como la más importante obra metálica de España hasta entonces, pues fue el de mayor luz y altura de la época. Obra de José Olano y la empresa Fives-Lille, tiene tres vanos de 105



► *Puente de Tordera, de Villalba, Torroja y Andreu, de 1944.*

metros de luz y altura máxima de 110 metros, pilas de fábrica y vigas originales metálicas de cabezas rectas y celosía abierta.

.\ Tiempos modernos

El hierro siguió utilizándose en el siglo XX. Buena prueba de ello es el viaducto de ferrocarril de Dúrcal, construido entre 1910 y 1924, un puente de viga metálica de 190 metros con tres vanos y celosías en cruz de San Andrés. No obstante, en el nuevo siglo sería el hormigón el protagonista de las técnicas constructivas. Ya a finales de la centuria anterior, José Eugenio Ribera había empezado a colaborar con la casa Hennebique como concesionario de su sistema en España, y junto al ingeniero de MZA Ramón Peironcely construyó varios puentes con ese sistema, como el paso superior de los Prados (1899), en Cieza. También de Ribera, ya de 1916, es el proyecto del puente Kursaal sobre el río Urumea, en San Sebastián, un puente de tipología recta de 363 metros de longitud. La ornamentación corrió a cargo del arquitecto Julio Martínez Zapata. También se debe a Ribera el puente de Unquera, sobre el Deva. Terminado en 1925, tiene tres tramos rectos con vigas aligeradas de hormigón armado y tablero inferior de 6 metros de anchura y 85 de longitud. Durante la guerra civil fue volado y reconstruido poco después.

Otra obra singular que no puede dejar de citarse es el acueducto de Tardienta, que se comenzó a construir en 1928 como parte del canal de los Monegros. Tiene una longitud de 877 metros y un caudal de 71 m³ por

segundo. La obra, debida Alfonso Peña Boeuf, no fue terminada hasta 1941.

En Madrid, sobre el Manzanares, destacan dos obras de Fernández Casado, el puente de Puerta de Hierro y el del Pardo. Este último fue proyectado en 1935 para la carretera entre Madrid y la Sierra. Constaba de cinco vanos, tablero acartelado y pilas en tabique terminadas en tajamares triangulares. La estructura era de tramo recto continuo, combinando una tipología de 50 metros de pórtico y un dintel de tres vanos, que lo convirtieron en uno de los tramos continuos más largos en su momento. Lo que se pretendía, según su autor, era introducir el menor número de formas ajenas al entorno.

El recorrido de la muestra termina en la década de 1940. De esa fecha es el puente de Posadas, sobre el río Guadalquivir, proyectado por César Villalba y ejecutado por Eduardo Torroja. Es de planta recta y tiene una longitud 284 metros, con cinco vanos principales isostáticos de 43 metros de luz y tablero formado por una losa de compresión de hormigón armado. También de Torroja, en colaboración con Gabriel Andreu, es el puente de Muga, en la carretera entre Barcelona y Girona, construido para sustituir al antiguo, de hierro. Y, para acabar, no puede dejar de citarse el puente de Tordera, considerada la primera estructura mixta de hormigón y acero de relevancia en España y pionera en la utilización de la soldadura eléctrica. Con proyecto de César Villalba, se terminó en 1944 con la colaboración de Torroja y Andreu. Premiado en concursos internacionales por su originalidad y resolución constructiva, el puente de Tordera es todo un símbolo de los nuevos tiempos. ■

Especial

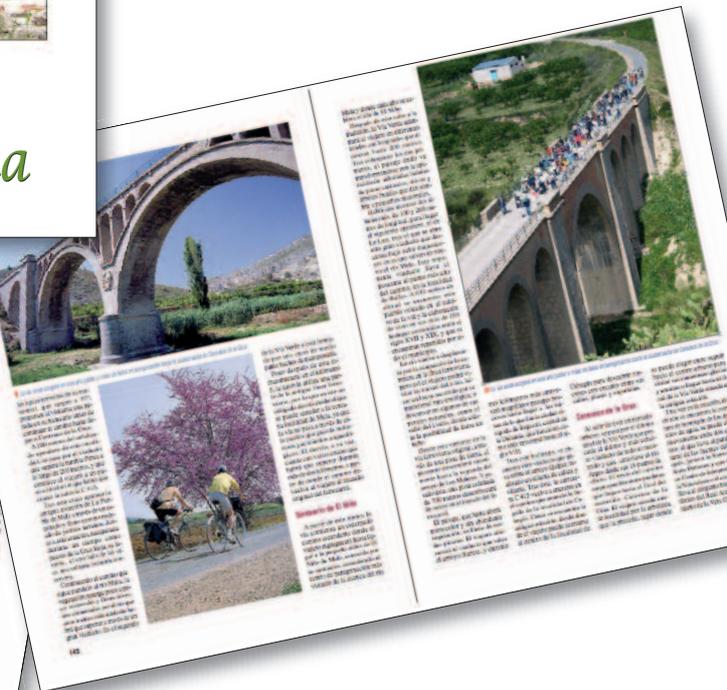


RECOPIACIÓN ESPECIAL
DE REPORTAJES
PUBLICADOS EN LA
REVISTA ENTRE 2009 Y
2012 Y OTROS DE
NUEVA EDICIÓN

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

30

Vías Verdes por España



PVP: 10 €



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

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

Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)

Por correo electrónico: cpubic@fomento.es

2016

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

2016 Mapa Oficial de Carreteras[®] ESPAÑA

DVD INTERACTIVO
(Windows 7 o superior)
Versión 21.0

Español / Inglés
Actualizable vía Web

ISBN: 978-84-498-0998-9
N.I.P.O.: 161.15.053-9
D.L.: M-26.965-2015

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



También en el DVD:

- 1100 Espacios Naturales Protegidos
- 152 Rutas Turísticas
- 116 Vías Verdes

Edición 51
P.V.P.: 22,74€

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 659, marzo 2016**

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

Año de edición: **2016**

Características Edición:

Iª edición electrónica: abril 2016

Adobe Acrobat:

Formato: PDF

Tamaño: 13 MB

Edita:

© Ministerio de Fomento
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

NIPO: 161-15-006-6

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

P.V.P. (IVA Incluido): 1,50€

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

