

Revista del
Ministerio de

Diciembre 2017 Nº 678 3€

Fomento



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

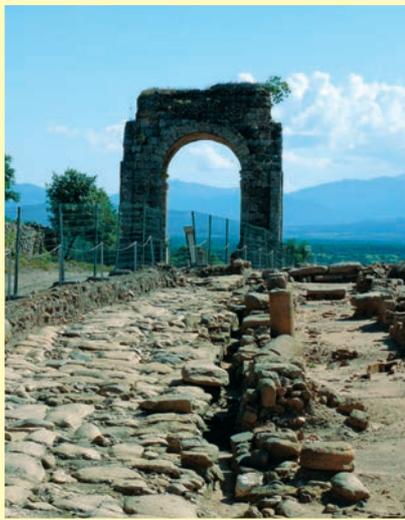


LA AUTOVÍA DEL ALTIPLANO
EN MURCIA CRECE

BIENAL NEXT STATION
2017: LAS NUEVAS
ESTACIONES INTELIGENTES

NUEVO PLAN
DE INNOVACIÓN PARA
EL TRANSPORTE Y LAS
INFRAESTRUCTURAS

JULIO MARTÍNEZ CALZÓN,
PREMIO NACIONAL
DE INGENIERÍA 2017



Historia de los caminos y carreteras en España



MONOGRÁFICO

Julio-Agosto 2017

PVP: 6 €

Directora de la Revista: Herminia Cano

Maquetación: Aurelio García.

Secretaría de redacción: Ana Herráiz.

Archivo fotográfico: Vera Nosti.

Portada: DCE Murcia.

Elaboración página web:

www.fomento.gob.es/publicaciones.

Concepción Tejedor.

Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda

Rojo Mateos).

Colaboran en este número: Pepa Martín

Mora, Javier R. Ventosa, Julia Sola

Landero y Beatriz Terribas.

Comité de redacción: Presidencia:

Rosana Navarro Heras.

(Subsecretaría de Fomento).

Vicepresidencia:

Alicia Segovia Marco.

(Secretaría General Técnica).

Vocales: Patricia Crespo González

(Directora de Comunicación), Pilar Garrido

Sánchez (Directora del Gabinete de la

Secretaría de Estado de Infraestructuras,

Transporte y Vivienda), Belén Villar Sánchez

(Jefa del Gabinete de la Subsecretaría),

Mónica Marín Díaz (Directora del Gabinete

Técnico de la Secretaría General de

Infraestructuras), M^a José Rallo del Olmo

(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría

General de Transportes), Regina Mañueco

del Hoyo (Directora del Centro de

Publicaciones) y Herminia Cano (Directora

de la Revista Fomento).

Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la

Castellana, 67. 28071 Madrid.

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

Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65.

E-mail: cpublic@fomento.es

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

NIPO: 161-15-005-0

Edita:

Centro de Publicaciones.
Secretaría General Técnica
MINISTERIO DE FOMENTO

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

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



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

CARRETERAS

02

LA A-33 CRECE

ENTRA EN SERVICIO EL TRAMO MÁS LARGO DE LA AUTOVÍA DEL ALTIPLANO EN MURCIA



FERROCARRIL

08

EFICIENTE, ATRACTIVA Y DIGITAL

LA BIENAL NEXT STATION 2017, ORGANIZADA POR ADIF Y LA UIC, ANALIZA CÓMO SERÁ LA ESTACIÓN INTELIGENTE

I+D+i

16

UNA HOJA DE RUTA PARA ENCARAR EL FUTURO

FOMENTO PONE EN MARCHA EL PLAN DE INNOVACIÓN PARA EL TRANSPORTE Y LAS INFRAESTRUCTURAS 2017-2020



ARQUITECTURA

24

INGENIERO Y HUMANISTA

JULIO MARTÍNEZ CALZÓN,
PREMIO NACIONAL DE INGENIERÍA 2017

30 INSPIRADO EN EL ESCORIAL

EL COMPLEJO DE NUEVOS MINISTERIOS CUMPLE 75 AÑOS

38 DE UTOPIA A REALIDAD

CENTENARIO DEL INICIO DE LAS OBRAS DEL METRO DE MADRID

45 INDICE TEMÁTICO DE LA REVISTA DEL MINISTERIO FOMENTO DE 2017

ENTRA EN SERVICIO EL TRAMO MÁS LARGO DE LA AUTOVÍA
DEL ALTIPLANO EN MURCIA

La A-33 crece



JAVIER R. VENTOSA. FOTOS: DCE MURCIA

La autovía del Altiplano (A-33) tiene ya dos tercios del trazado en servicio tras la inauguración del tramo Jumilla-Yecla, el más largo de este eje que discurre mayoritariamente al norte de la Región de Murcia. Con esta obra, que pone fin al aislamiento por autovía del municipio de Yecla, se mejora la conexión interior entre Murcia y Valencia, objetivo final de la autovía. La elección de un nuevo trazado en un valle llano, contiguo al más abrupto de la carretera nacional, ha mejorado sensiblemente las condiciones de circulación y facilitado la ejecución de la obra, concluida con 10 meses de antelación.



► Enlace con la carretera RM-A26, con tipología de diamante con glorieta elevada.



El tramo Enlace N-344 (Jumilla)-Enlace C-3223 (Yecla) fue puesto en servicio el pasado 5 de octubre por el ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, quien estuvo acompañado por el presidente de la Región de Murcia, Fernando López Miras. En el acto, el titular del departamento subrayó que el nuevo tramo es un paso más en el proceso de construcción de la autovía Blanca-La Font de la Figuera (A-33), que se desarrolla predominantemente por la provincia de Murcia y en me-

nor medida por las de Albacete, Alicante y Valencia. Este corredor tiene hoy 60 de sus 89,1 kilómetros abiertos al tráfico, es decir, dos tercios del trazado, con los tres tramos murcianos y la variante de La Font de la Figuera (Valencia) en servicio, el subtramo alicantino en obras y los dos restantes, a caballo entre Murcia y Albacete, en distintas fases de licitación, todo ello con una inversión prevista de 466 M€. El presidente autonómico, por su parte, destacó la importancia de la obra inaugurada, "que forma parte del conjunto de reivindicaciones históricas de la Región de Murcia".

El ministro puso de manifiesto la relevancia de este nuevo eje, que constituye una alternativa de mayor calidad para el tráfico de largo recorrido que circula por los corredores formados por la autovía A-7 (del Mediterráneo) y la carretera N-340 (de Cádiz a Barcelona) entre Almería, Murcia, Alicante y Valencia, esperándose a su finalización un impacto muy positivo en el tráfico de la provincia de Alicante. Particularmente importante es la mejora que la A-33 introducirá, cuando esté terminada, en la relación Murcia-Valencia, con una reducción de 46 kilómetros respecto al recorrido costero actual por la AP-7/A-7 y un tiempo de viaje fijado en unas dos horas. Por otra parte, la A-33 también interconectará tres corredores de alta capacidad, las autovías A-30 (Madrid-Murcia), A-31 (Albacete-Alicante) y A-35 (Almansa-Xátiva), igualmente relevantes para las comunicaciones entre el centro y el sureste peninsular.

A escala provincial, el nuevo tramo, que con 23,4 kilómetros es el de mayor longitud de la A-33, contribuye a mejorar la vertebración territorial del norte de la provincia de Murcia, concretamente la comarca del Altiplano, hasta ahora comunicada por la N-340, vía de trazado montañoso y circulación media de 5.500 vehículos/día (el 23% pesados). El nuevo eje recorta el recorrido convencional en 11,1 kilómetros (de 38,3 a 23,4 km, más los 3,8 km que se realizan por la carretera RM-424), con un ahorro de 11 minutos en el tiempo de viaje (de 29 a 18 minutos) y de 5,1 litros en combustible para vehículos pesados (de 12,3 a 7,2 litros). También introduce mejores estándares de comodidad y seguridad, evitando el paso por tres travesías urbanas (polígono industrial Los Romerales, La Alquería y Fuente del Pino). Estos beneficios tienen un impacto muy acusado en Yecla (34.000 habitantes), municipio que estaba desconectado de la red de autovías y que ahora dispone de una conexión de alta capacidad con Jumilla, segunda ciudad de la comarca (24.000 habitantes), y con la capital autonómica, situada desde principios de octubre a 45 minutos de la capital del mueble.

División en tres subtramos

Para proceder a su licitación, y con objeto de adecuar la obra a la situación económica que vivía el país, el tramo Jumilla-Yecla se dividió a su vez en tres subtramos, que fueron adjudicados entre noviembre de 2014 y los primeros meses de 2015. De esta forma, el proyecto, cuya obra ha dirigido la Demarcación de Carreteras del Estado en Murcia, se compone de los subtramos Enlace N-344 (Jumilla)/Enlace RM-A26, de 7,3 kilómetros, construido por la UTE CHM-Padelsa, con asistencia técnica de Grusamar; Enlace RM-A26/Enlace RM-A26, de 7,5 kilómetros, ejecutado por la UTE FCC-Pavasal y asistencia técnica de Auraval-Ingeniería 63; y Enlace RM-A26/Enlace RM-424 (Yecla), a cargo de la



UTE Copasa-Altyum y asistencia técnica de Intef-Ingenier. La redacción del proyecto ha sido realizada por Incosa. La obra se ha prolongado durante 30 meses, terminándose 10 meses antes del plazo contractual, previsto inicialmente para el mes de julio de 2018.

El presupuesto total del contrato de obras ha ascendido a 71,9 M€, cantidad que, sumada al coste de redacción del proyecto (1,2 M€), al importe estimado de las expropiaciones (14,5 M€) y al coste de la asistencia técnica para el control y vigilancia de la obra (1,8 M€), arroja una inversión total de 89,6 M€, sufragados por el Ministerio de Fomento.

Características de la obra

El tramo Enlace N-344 (Jumilla)-Enlace C-3223 (Yecla) viene definido principalmente por un trazado de nueva construcción de 23,42 kilómetros de longitud, que discurre en sentido suroeste-noreste de forma más o menos

► Mapa de itinerarios Murcia-Valencia. Cuando esté terminado, el itinerario 1 (trazo azul oscuro, incluye la autovía A-33) será la principal alternativa interior de alta capacidad al existente itinerario 2 (trazo en verde) que discurre por la costa, ahorrando 46 kilómetros.



► El único viaducto del tramo (118 metros de longitud) permite salvar la Rambla de Jumilla.

paralela al corredor de la carretera N-344, aunque separado entre 4 y 10 kilómetros de la misma. De hecho, se desarrolla por el valle contiguo al de esta infraestructura, situado entre las sierras del Buey de un lado y de Enmedio y del Serral por el otro, un lugar por donde discurrió el trazado del ferrocarril de vía estrecha de Villena a Alcoy y Yecla (conocido como el Chicharra) durante casi medio siglo. En este valle predominantemente llano y de pequeñas ondulaciones, dedicado a los cultivos frutales, se ha construido un trazado de autovía con pendientes muy suaves (la pendiente media es del 1,2%), radios de gran amplitud (1.500 metros) y una cota máxima de 563 metros, en abierto contraste con el valle donde se sitúa la carretera nacional, de trazado abrupto, con rampas pronunciadas, cota máxima de 793 metros y problemas de vialidad invernal.

El nuevo tramo Jumilla-Yecla recorta el recorrido de la carretera nacional en 11,1 km con el consiguiente ahorro de tiempo y consumo

En el nuevo trazado, por tanto, reside la mayor parte de las ventajas de menor longitud, menor consumo y ahorros de tiempo que aporta el tramo de autovía, cuya velocidad de proyecto es de 120 km/h.

Como características generales, la sección tipo del tronco de autovía está formada por dos calzadas de dos carriles de 3,50 metros de ancho separados por una mediana de 10 metros, arcenes exteriores de 2,50 metros de ancho, arcén interior de 1 metro y berma interior de 1 metro. El paquete de firmes, colocado sobre una explanada tipo E-3, está formado por una subbase de sue-

lo cemento de 25 centímetros (se ha optado por esta tipología en vez de la zahorra artificial al encontrarse mejores materiales para ello en la zona) y tres capas de mezclas bituminosas en caliente con un espesor total de 20 centímetros.

A lo largo del tramo se han dispuesto tres enlaces, que son los elementos más relevantes del trazado y los que precisamente marcan la división entre cada uno de los subtramos. Al inicio del recorrido se sitúa el enlace con la carretera N-344 que permite el acceso al núcleo urbano de Jumilla, construido con tipología de glorieta central a distinto nivel y un radio de 60 metros. Fue puesto en servicio en julio pasado. En los subtramos 2 y 3 se han dispuesto sendos enlaces con la carretera RM-A26, que discurre de forma sensiblemente paralela a la traza. Situados en los PK 10+600 y 17+100, se trata de enlaces con tipología de diamante con glorieta, elevada en el primer caso e inferior en el segundo. Por otro lado, al término del subtramo 3 se ha construido una conexión provisional con la carretera de titularidad autonómica RM-424 de Yecla a Pino-so, con tipología de glorieta a nivel, que dará paso en el futuro al enlace definitivo con esa misma carretera. Su construcción se realizará en el contrato del

tramo contiguo de la A-33 que discurre entre Yecla y Caudete (Albacete).

El capítulo de estructuras ha comprendido la construcción de un viaducto, 13 pasos superiores y ocho pasos inferiores para garantizar la permeabilidad de la infraestructura. El único viaducto del trazado, situado en el subtramo 3, es una estructura de vigas prefabricadas

Unidades de obra

Excavación	2.748.621 m ³
Terraplén	3.076.601 m ³
Hormigón estructural	24.137 m ³
Acero	3.571.590 kg
Suelo estabilizado	272.594 m ³
Suelo cemento	166.345 m ³
Mezclas bituminosas en caliente	269.240 tn
Zahorra artificial	139.443 m ³

En el entorno de Murcia

En la inauguración del tramo de la A-33, el ministro repasó el estado actual y aportó las últimas novedades de dos infraestructuras viarias, las autovías del ban-cal y del Reguerón, consideradas fundamentales para la movilidad en la zona metropolitana de Murcia, séptima ciudad de España por número de habitantes.

En el primer caso, el ministro entregó al presidente autonómico un borrador del convenio para culminar el trazado de la RM-11, autovía de titularidad autonómica que en-lazará la autopista AP-7 en San Javier con la autovía A-7 en Santomera, al este de Murcia, y que está llamada a con-figurar la parte este de la circunvalación de Murcia. De los 40 kilómetros de trazado, el Gobierno regional puso en ser-vicio 29 kilómetros, restando 11 kilómetros (tramo Zene-ta-Santomera) para finalizarla. El convenio establece el compromiso firme de ambas administraciones para cons-truir este tramo, cuya inversión de 110 M€ será financia-da por el Gobierno central. La firma del convenio permiti-rá la transferencia de los créditos necesarios por parte del Ministerio de Fomento a la Administración regional, que asumirá la ejecución de unas obras cuyo inicio está pre-visto en 2018.

La otra actuación viaria que mencionó el ministro es la autovía del Reguerón, infraestructura que conformará la circunvalación sur y este de Murcia propiciando el enlace de las autovías A-30 y A-7 (está a través de la autovía del ban-cal), lo que permitirá aliviar el denso tráfico de la ca-rretera regional RM-300 y la Costera Sur. Su construcción, interrumpida en 2010, se reactivó en marzo de 2015. Seg-ún los datos aportados por el ministro, el tramo Este de esta vía de alta capacidad (7 kilómetros entre la RM-11 y la avenida de Beniaján, más otros 4 kilómetros de accesos y ramales) está en plena fase de obra, con un nivel de eje-cución del 20%, mientras se trabaja activamente para li-citar el tramo Oeste (9 kilómetros hasta la A-30).



► Segundo enlace con la carretera RM-A26, con tipología de diamante con glorieta inferior.

de tipo artesa, de 118 metros de longitud, que permite salvar la Rambla de Jumilla. Los pasos superiores, cuatro de los cuales corresponden a las estructuras de los enlaces situados en los subtramos 1 y 2, se han ejecutado mayoritariamente con tipología de losa postesada de canto variable, con longitudes que oscilan entre 70 y 151 metros. Por su parte, los pasos inferiores son marcos de hormigón contruidos *in situ*, con longitudes entre 12 y 40 metros, correspondiendo dos de ellos al enlace con la carretera RM-A26 del subtramo 3. En cuanto al drenaje transversal, a lo largo del trazado se ha construido casi una treintena de obras.

Medidas ambientales

En el apartado de medidas de integración ambiental, se han llevado a cabo una batería de actuaciones destinadas a minimizar o corregir el impacto de la construcción

y explotación de la infraestructura sobre el territorio y sobre la flora y fauna en él asentadas. De esta forma, se ha realizado la reposición de varias vías pecuarias que han sido interceptadas por el trazado, entre ellas la cañada de Albacete a Murcia, el cordel de la Rosa, el cordel de las Sanguijuelas (paso inferior) y la cañada de los Serranos (paso superior). En el capítulo de ordenación ecológica, se han revegetado los taludes de terraplenes y desmontes, con la extensión de más de 955.000 m² de hidrosiembra y más de 380.000 m² de tierra vegetal, y se han plantado especies autóctonas de árboles y arbustos en una superficie superior a 720.000 m².

Asimismo, se han implantado pasos específicos para la fauna local y se han adaptado las obras de drenaje para permitir el paso de la pequeña fauna. Paralelamente, se han instalado cerca de 8.000 m² de pantallas acústicas en determinados puntos del trazado cercanos a zonas pobladas. También se ha realizado el seguimiento arqueológico de las obras. ■



LA BIENAL NEXT STATION 2017, ORGANIZADA POR ADIF Y LA UIC,
ANALIZA CÓMO SERÁ LA ESTACIÓN INTELIGENTE

Eficiente, atractiva y digital

► La Estación Central de Viena, en servicio desde 2016, es un ejemplo de cómo las infraestructuras ferroviarias transforman la ciudad mediante la recuperación de zonas degradadas.

JAVIER R. VENTOSA

El concepto de estación de ferrocarril ha cambiado desde los apeaderos del siglo XIX hasta las terminales de alta velocidad del XXI. Hoy, en una nueva fase de su evolución, se están sentando las bases de la transformación hacia la estación inteligente, apoyada en la digitalización para mejorar su eficiencia y atractivo, enfocada a un cliente interconectado que demanda servicios de calidad en un espacio público integrado en la ciudad inteligente. Este fue el argumento central de Next Station 2017, conferencia bienal sobre estaciones organizada por la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC) y Adif, con el patrocinio especial del Ministerio de Fomento, Renfe e Ineco, que reunió en Madrid a expertos de 18 países para compartir visiones sobre la estación del futuro. La próxima cita será en Yazd (Irán) en 2019.



La conferencia, celebrada los pasados 19 y 20 de octubre bajo el título “Estaciones inteligentes en ciudades inteligentes”, fue inaugurada por el ministro de Fomento y clausurada por los presidentes de la UIC y Adif. En

las sesiones, representantes de alto nivel de gestores y operadores ferroviarios y de empresas del sector compartieron su visión sobre la modernización de la estación desde diversos ángulos: gestión innovadora, diseño, uso comercial, impacto de la digitalización, nuevos servicios a pasajeros, sostenibilidad, movilidad integrada, accesibilidad o seguridad.

Estas aportaciones configuraron una aproximación hacia lo que será la estación inteligente, concepto de definición amplia y proyectado en buena medida hacia las grandes terminales pero de implantación más incierta en la miríada de estaciones menores existentes (el 40%



ECE



de las que hay en Europa recibe menos de 100 pasajeros al día), según se apuntó. Para la UIC, no obstante, la terminal inteligente debe apoyarse en tres pilares: la gestión inteligente, la infraestructura inteligente y la movilidad inteligente. Seguidamente se desarrollan las principales ideas debatidas en estas áreas.

GESTIÓN INTELIGENTE

El mensaje de la conferencia fue nítido: la estación de ferrocarril atraviesa un proceso de transformación para adaptarse a los retos del transporte del siglo XXI (movilidad, crecimiento de viajes y pasajeros, intermodalidad, sostenibilidad) y atender las nuevas demandas sociales (conectividad, información en tiempo real, nuevos hábitos de ocio), tratando de anticipar las tendencias futuras. En opinión de directivos del área de terminales de seis de los principales gestores de infraestructuras ferroviarias (Alemania, Francia, España, Italia, Japón y Rusia), que representan a más de 50.000 estaciones, ese proceso conducirá a la estación inteligente, que estará enfocada al cliente y deberá ser más eficiente y atractiva que las actuales.

Con ese fin, los principales gestores avanzan en esa transformación mediante estrategias basadas en un enfoque *smart* o inteligente, cuyos ejes son la mejora del modelo de negocio, una nueva oferta de servicios, la re-

ducción de emisiones, la conectividad y la digitalización. También se busca una mayor integración con la ciudad inteligente que se está configurando. En ese enfoque, la tecnología jugará un papel central, ya que transformará la mayor parte de los sistemas, procesos y servicios de la terminal e interconectará en tiempo real a todos los actores que interactúan en la estación (gestores, operadores, comercios, logística, usuarios, administraciones...). El análisis inteligente de los datos que generará este modelo permitirá detectar tendencias de comportamiento del viajero, base para anticipar respuestas que mejorarán la gestión de instalaciones y crearán nuevas oportunidades de negocio.

Para los gestores, el enfoque inteligente tiene un doble objetivo: por un lado, mejorar la operativa y la seguridad, contribuyendo a una gestión más eficiente de las instalaciones, y por otro, optimizar la experiencia personal del viajero, pero también transformar la estación de mero lugar de paso en un destino en sí mismo para clientes que acuden en busca de ocio o trabajo, generando además un retorno económico. “Queremos que la estación inteligente sea el lugar donde al cliente le apetece estar, y que diga: esta es mi estación”, resumió un directivo de Adif. Precisamente el gestor español de infraestructuras ferroviarias es un alumno avanzado en ese enfoque, como prueban la formación continua de su plantilla en cultura *smart* y la política integral hacia la estación como nodo de transporte integrado, digitali-

► Conseguir que la estación sea un destino en sí mismo es un objetivo de la terminal inteligente. En la imagen, vestíbulo de la estación de Kings Cross en Londres.



► La identificación biométrica de pasajeros ya se utiliza en algunas estaciones. En la imagen, control automático de fronteras del servicio Eurostar en la terminal de St. Pancras (Londres). Debajo, a la derecha, el robot móvil B.AR.Y.L., que realiza labores de limpieza en algunas estaciones francesas, es un ejemplo de la tecnología al servicio del usuario.

zado y sostenible (programas Estación Abierta, Estación 360°, Last Green Mile Area, Dialoga, Alertas App o transformación digital).

En ambos ámbitos los expertos presentaron las soluciones implantadas o en proyecto en las estaciones más avanzadas. En seguridad y control de accesos, subrayaron la tendencia a agilizar al máximo el paso del viajero por estos dos procesos básicos de la operativa de la estación. En el campo de la seguridad, apuntaron a la combinación de nuevas tecnologías y sistemas tradicionales como mejor solución para el control de pasajeros y equipajes, destacando la importancia de recabar datos personales que optimicen esa seguridad, algo que, sin embargo, está sujeto al equilibrio entre eficiencia y privacidad. Desde Adif, además, se destacó que la estación inteligente, dado su carácter de infraes-

tructura crítica, debe disponer de una plataforma integral de ciberseguridad para garantizar el entorno tecnológico de la infraestructura, sus servicios e información. Y en control de accesos, mencionaron como tendencias actuales la implantación del billete intermodal, con servicios unificados para todo el viaje (tren, autobús, taxi, coche eléctrico o bicicleta), y la sustitución de los tornos para validar billetes por sistemas basados en telefonía móvil y biometría, algunos ya en servicio. En otro ámbito de la gestión, el mantenimiento, se expusieron innovaciones como el mantenimiento predictivo de instalaciones sensorizadas, el mantenimiento basado en *apps* o el empleo de robots y drones para vigilancia de instalaciones y vías.

Más abundantes fueron las soluciones expuestas para hacer la estación más atractiva para el visitante, que puede hacer ya la compra online: *shopping* virtual (el viajero adquiere un producto en un muro virtual y lo recibe en casa; ya está operativo en terminales de Corea del Sur y Canadá), supermercado de comestibles (gestionado desde *app* móvil, con entrega en el día) o servicio *e-commerce* de paquetería (en funcionamiento en varias estaciones europeas). O disfrutar de una estancia más agradable con servicios de valor añadido: robots para distintas tareas (información, traslado de equipajes, limpieza del aire), hoteles (St. Pancras o Málaga), traslado exprés de maletas aeropuerto-estación (Incheon, Corea) y los originales spas y podo-spas del operador nipón JR East. También puede ir a su estación local a trabajar en los nuevos espacios de *coworking* (proyecto Smart Cities de Deutsche Bahn) o a disfrutar las ofertas de ocio difundidas por los *community managers* (Nueva York Central), entre otros.





Adif

INFRAESTRUCTURA INTELIGENTE

La tecnología es un elemento nuclear de la estación inteligente. Y esta tecnología, como se apuntó en la conferencia, está alcanzando grados de madurez tales que en poco tiempo permitirán el salto definitivo desde la estación tradicional, inerte por naturaleza y analógica, a una infraestructura viva y digitalizada, un nuevo entorno donde todo, usuarios e instalaciones, estará interconectado mediante redes y sensores, abriendo un mundo de posibilidades en automatización o nuevos servicios. Representantes de Telefónica destacaron que las tecnologías básicas de esa transformación digital son la conectividad de alta capacidad (se augura una revolución con la quinta generación de telefonía móvil o 5G), la plataforma Internet de las Cosas (interconexión digital de objetos), la estrategia *cloud* (almacenamiento y flujo de datos) y la tecnología *Big Data* (aportará inteligencia a los datos de la nube).

Los grandes gestores, incluidos Adif y Renfe, diseñan hoy planes de digitalización con estas tecnologías para aprovechar las posibilidades que ofrecerán a la propia terminal y al usuario. En este ámbito, la tecnológica Indra presentó en la conferencia el proyecto Estación 4.0, un modelo de estación inteligente en desarrollo que, basado en la tecnología digital y en la integración de los actores relacionados con el operador (proveedores de servicios, comerciantes, administraciones públicas y ciudades), permitirá el control remoto de las instalaciones (*ticketing*, cámaras de seguridad, *check-in*, escaleras, ascensores, limpieza...), el análisis de los datos generados por los distintos actores (facilitará al gestor la to-

ma de decisiones sobre operaciones, seguridad y eficiencia energética) y adecuará los servicios al cliente según sus preferencias.

Junto a la tecnología, el diseño también será básico a la hora de inyectar eficiencia en la estación, como reflejaron varias presentaciones. Adif, por ejemplo, mostró cómo la integración de arquitectura y tecnología, proyectada en la estación de Chamartín, aportará al viajero toda la información que necesita para hacer su paso por la terminal sencillo y agradable: recorrido virtual sobre suelos interactivos, paneles de datos sensitivos, señalización dinámica, wifi, asistente virtual, etc. Por su lado, la ingeniería gala Systra presentó un sistema *smart* de gestión de ambientes, operativo en la estación de Toulouse, que mediante sensores centralizados adapta, en función de la hora o la densidad de flujos, la luminosidad, la ventilación y los *displays* de datos, facilitando los flujos de viajeros y el mantenimiento. Además, el operador coreano Korail anunció mejoras en los tiempos de trasbordo en la estación de Suseo con la simple mejora de señalización e instalaciones (iluminación, accesos, mayor racionalidad). Y en la fase de proyecto se subrayó la importancia de dos herramientas para mejorar el diseño de la terminal: la metodología Building Information Modeling (BIM) para un diseño óptimo de edificios, generadora de un gran caudal de datos a lo largo de su ciclo de vida que serán de gran interés para la gestión y el mantenimiento (presentado por Ineco); y el uso de la modelización y la simulación para gestionar los flujos de pasajeros y reordenar los espacios de la terminal (Laboratorio Ville Mobilité Transport francés).

► La gestión de los flujos de viajeros es un factor decisivo en el diseño de estaciones. En la imagen, estación María Zambrano, Málaga, que acogerá el piloto de digitalización de estaciones de Adif.



► La estación de Horrem es el primer exponente de la nueva generación de terminales descarbonizadas de la red ferroviaria alemana.

Next Station 2017 también analizó los nuevos desarrollos de la estación sostenible, otro componente de la infraestructura inteligente. Este modelo, que apuesta por las energías renovables y las medidas para reducir el consumo energético y las emisiones de CO₂, está ya generalizado en los nuevos proyectos, con exponentes como la estación de Cuenca, encuadrada en la iniciativa Estación Sostenible 360° de Adif, pero es más difícil de implementar en las estaciones existentes. En esta línea, el operador alemán DB ha dado un paso más con su programa de estaciones verdes, cuyo buque insignia, la estación de Horrem, es el primer edificio ferroviario de cero emisiones y

energéticamente autosuficiente. Estructura de acero y madera combinada con fachada de cristal y pizarra y una cubierta verde para aprovechar la luz solar y regular la temperatura interior, empleo de materiales reciclados, sistema fotovoltaico como fuente energética principal complementado por energía geotérmica (climatización) y solar (agua sanitaria), colector de lluvias para sanitarios e iluminación combinada luz solar-tecnología LED, más digitalización y confort máximo, son factores que hacen que la operación de esta terminal no produzca CO₂, iniciando así una nueva generación de estaciones verdes en Alemania que puede abrir camino en otros países.

Plan digital de Adif

El ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, anunció en la conferencia el lanzamiento del Plan Director de Transformación Digital para Estaciones de Viajeros, destinado a convertir las terminales de Adif en estaciones inteligentes y adaptadas a las necesidades reales de los usuarios. Esta iniciativa, asociada a un plan tecnológico con un horizonte de cinco años, definirá la estrategia de optimización de los sistemas, procesos y servicios que ayuden a las estaciones a mejorar su eficiencia, obtener información del usuario, ofrecer servicios de valor añadido e integrarlas como "smart place" en las ciudades.

En este proceso digitalizador jugarán un papel central la implementación de soluciones de Internet de las Cosas (IoT) y una infraestructura avanzada de comunicaciones. Con ello se pretende alcanzar no solo la conectividad plena del usuario, tanto en la terminal como en los trenes, sino también la interconexión del centro de operaciones de la terminal y el personal de Adif con los dispositivos de la estación sensorizada con objeto de mejorar los servicios prestados a los usuarios, a los operadores ferroviarios, a los comercios y a la propia ciudad. Esa hiperconectividad, ade-

más, generará un gran caudal de información (Big Data) cuyo análisis permitirá identificar patrones de comportamiento de los usuarios, base para anticipar la respuesta más eficaz a los distintos aspectos de gestión de la terminal: servicios al viajero, seguridad, movilidad, mantenimiento, tráfico de trenes, actividad comercial, etc.

Junto a la vertiente digital, el Plan también apuesta por la transformación de las estaciones en centros de intercambio intermodal sostenibles, mediante la adopción de soluciones arquitectónicas integradas y al servicio del viajero, la autogestión de necesidades energéticas, la accesibilidad plena, el fomento de la movilidad verde y la potenciación de la relación estación-ciudad, entre otros.

Las innovaciones tecnológicas previstas en el Plan serán testadas en un proyecto piloto a desarrollar en la estación Vialia Málaga María Zambrano. Este proyecto aprovechará la experiencia adquirida en el marco de la Red de Ciudades Inteligentes de España, así como la existencia en esta provincia del Centro de Tecnología Ferroviaria de Adif y del clúster de empresas innovadoras.

Integración en la ciudad

Los participantes en Next Station 2017 coincidieron en la necesidad de mejorar la integración de la estación en la ciudad inteligente. Para ello sugirieron medidas como la creación de una plataforma común de servicios y el incremento del flujo de datos hacia el municipio, que puede redundar en la mejora de las estrategias de movilidad sostenible de la ciudad. Junto a esta vertiente, se subrayó el potencial de las estaciones para influir en la transformación urbana, en colaboración con autoridades locales o nacionales, contribuyendo a "hacer ciudad" mediante nuevos desarrollos o distritos que recuperan zonas degradadas, como muestra la nueva estación central de Viena. Entre las presentaciones destacaron los proyectos de gran escala de operadores nipones para mejorar la interconexión de líneas o la intermodalidad de estaciones de Tokio y Osaka, operaciones de enorme complejidad por realizarse en zonas sin apenas espacio de urbes densamente pobladas y con enormes flujos de

pasajeros/día (entre 3,5 millones y 850.000), que regenerarán extensos entornos urbanos y crearán zonas de interacción social. También las estaciones de Teherán y Mashad, las principales de Irán, proyectan operaciones de este tipo para mejorar su intermodalidad. De España se citaron los casos de las futuras estaciones de alta velocidad de Ourense y Santiago, que "cosarán" mediante pasarelas los barrios separados por las vías y generarán vida pública con plazas exteriores. Y de Francia se mencionó la estación de Burdeos como impulsor económico e integrador urbano de un entorno degradado. De cara al futuro, Adif tiene previsto llevar a cabo el gran proyecto ferroviario de Madrid, Atocha-Chamartín, que, en palabras del presidente de la compañía, supondrá "la transición de la estación del siglo XX a una gran estación intermodal con dos terminales del siglo XXI", implicando una gran operación urbanística en la zona norte de la ciudad.

MOVILIDAD INTELIGENTE

En este campo, Next Station 2017 debatió sobre el papel de la estación inteligente como nodo intermodal de la cadena de transporte, un modelo cada vez más generalizado que facilita la movilidad de las personas, favorece el intercambio entre modos de transporte y reduce el impacto medioambiental de esa movilidad. En opinión de los participantes, la estación inteligente debe hacer frente a dos facetas de la movilidad: la movilidad de la información y la de los individuos, tanto interior como exterior.

La transformación digital hará de la estación un nuevo espacio hiperconectado, un nodo de intercambio de datos entre gestores, comercios y clientes que, una vez gestionados con inteligencia, beneficiará a todos, según apuntaron los participantes. Cómo hacer que esa información procesada llegue en tiempo real al destinatario para ser útil es clave para el modelo, para lo cual se apoya en la conectividad que aportan el *smartpho-*

ne y las redes wifi. Los grandes gestores ya tienen a disposición del viajero *apps* móviles con toda la información útil para elegir la solución de movilidad más adecuada entre todas las que se le presentan y moverse sin dificultades por la estación (tráfico en tiempo real, horarios de trenes, servicios, comercios, ofertas de ocio, camino a la plataforma, alertas, incluso compra de billetes). Adif en tu Móvil o Mein Bahnhof Zürich son exponentes de *apps* de éxito, que son replicadas por los operadores de nuevas líneas de alta velocidad (Marruecos e Irán). En los próximos años se espera un enorme desarrollo de esta herramienta, de gran potencial para ofrecer al cliente nuevos servicios personalizados e incluso para mejorar la gestión (Adif, por ejemplo, prepara la *app* Avisa para mejorar el mantenimiento de estaciones con ayuda del usuario), en un proceso en el que los gestores colaboran con compañías *startup*. Junto al canal móvil, la estación ofrece otras soluciones de información avanzadas, como las pantallas táctiles interactivas o como la plataforma multimedia Elcano de Adif,



► Render del acceso al parking de bicicletas de la estación de Utrecht (Holanda), solución intermodal para potenciar la movilidad sostenible en las terminales ferroviarias.



► La conectividad del pasajero con la estación es un factor decisivo en el modelo de la terminal inteligente. Debajo, las empresas ensayan distintas soluciones para mejorar el paso por la estación del colectivo de personas con movilidad reducida.

que ofrece datos sobre circulaciones en tiempo real por varios canales (cartelería, tótems, paneles, megafonía, sinóptico, interfonía y SMS); en 2017 se ha implantado en las grandes estaciones del país.

Si la movilidad de la información es básica para la estación inteligente, también lo es la movilidad de los individuos que la transitan, que no deben encontrar obstáculos para la libre circulación. En este ámbito se abordó sobre todo la accesibilidad para pasajeros con movilidad reducida (PMR), un factor ya incorporado en el diseño de las nuevas estaciones pero con margen de mejora en las existentes. Varias soluciones presentadas apuntaron importantes mejoras en la experiencia de estos colectivos en su tránsito por la estación, entre ellos un proyecto finés en pruebas que, combinando señales tradicionales, instalaciones adaptadas y nuevas tecnologías, guía con seguridad a las personas con disca-



pacidad visual hacia el cambio de modo de transporte; o un proyecto español que facilita el paso seguro por la estación de personas con discapacidad auditiva mediante dispositivos personales que, con el apoyo de sensores, traducen los sonidos en avisos visuales y sensoriales. El operador italiano RFI también mostró un servicio innovador para estos colectivos basado en tecnologías integradas (*app*, wifi, circulación sin obstáculos...) que apoya al viajero en todas las etapas del viaje y que está registrando altos índices de satisfacción.

Para los expertos, los traslados entre la estación y la ciudad (primera y última milla) deben ser sostenibles

Junto a la movilidad interior, en el exterior la estación es un actor decisivo en la redistribución de flujos a/desde la ciudad y, en suma, en la movilidad urbana sostenible, función que ya ejerce como nodo de intercambio modal entre el ferrocarril y otros modos de transporte (metro, cercanías, tranvía, vehículo particular, taxi, bicicleta, autobús...) y que tiene un gran potencial de mejora mediante la conexión con instituciones y entidades públicas urbanas y con otros servicios de transporte de la ciudad. Para los gestores, en este ámbito queda por resolver la cuestión de la primera y la última milla, esto es, el traslado ciudad-estación de viajeros en vehículo particular, causante de efectos negativos como contaminación, atascos y ruidos. "La primera y la última milla deben ser sostenibles", subrayaron, para lo cual el objetivo es limitar la actual primacía del coche en estos trayectos.

Como soluciones se presentaron los servicios de autobús puerta a puerta bajo demanda (iniciativa de los operadores estadounidense Amtrak y alemán DB), el *carsharing* o la cooperación ferrocarril-taxi, en fase de estudio, además de realidades como la gestión inteligente de parkings que garantiza plaza al cliente y evita rodeos junto a la estación (B-Parking, en servicio por el operador belga SNCB). A estas iniciativas se suman estrategias con vehículos sostenibles, cada vez más demandadas por ciudades y usuarios, que requerirán modificaciones en el exterior de la estación. Entre ellas destacan el empleo de la bicicleta tradicional o eléctrica (el gran exponente es la estación holandesa de Utrecht, que ha inaugurado la primera fase de un parking para 12.500 bicicletas), el vehículo eléctrico (requiere puntos de recarga, existiendo soluciones verdes como las ferrolinerías de Adif) o las *scooters* propulsadas por hidrógeno (SNCF realiza un piloto en Beziérs con un sistema equipado con expendedores de hidrógeno). El objetivo es hacer de la estación y su entorno una zona medioambientalmente sana que contribuya a la sostenibilidad de la ciudad. ■



*FOMENTO PONE EN MARCHA EL PLAN DE INNOVACIÓN
PARA EL TRANSPORTE Y LAS INFRAESTRUCTURAS 2017-2020*

Una hoja de ruta para encarar el futuro

► El Plan busca impulsar e integrar las actividades de innovación en el Grupo Fomento.



REDACCIÓN R. F.

El Plan de Innovación para el Transporte y las Infraestructuras define los objetivos y desafíos de futuro más inmediatos de las empresas e instituciones del Grupo Fomento. Destinadas a impulsar la digitalización de las infraestructuras y sistemas de transporte, sus iniciativas buscan dar respuesta a las nuevas demandas, reduciendo al tiempo su impacto ambiental y consumo energético. Una apuesta que se plantea como una mejora continua en los servicios al ciudadano y como la consolidación de nuestro país como uno de los más punteros en cuanto a los sectores de infraestructuras, movilidad y transporte, capaz de ofrecer las soluciones más avanzadas en el ámbito internacional.



El pasado 2 de noviembre, el ministro de Fomento, Íñigo de la Serna, dio a conocer las líneas maestras del Plan de Innovación para el Transporte y las Infraestructuras 2017-2020, del que destacó que “nace con el objetivo de impulsar e integrar las actividades de innovación desarrolladas por el Grupo Fomento, al tiempo que busca incrementar unas líneas de innovación más abiertas a la colaboración y la participación conjuntas con el sector privado y las universidades”. El ministro puso de relieve también que el Plan pretende promover asimismo el liderazgo mundial de nuestro país en ambos sectores –infraestructuras y transportes–, teniendo a los usuarios finales como centro del proceso e incentivando la máxima participación social.



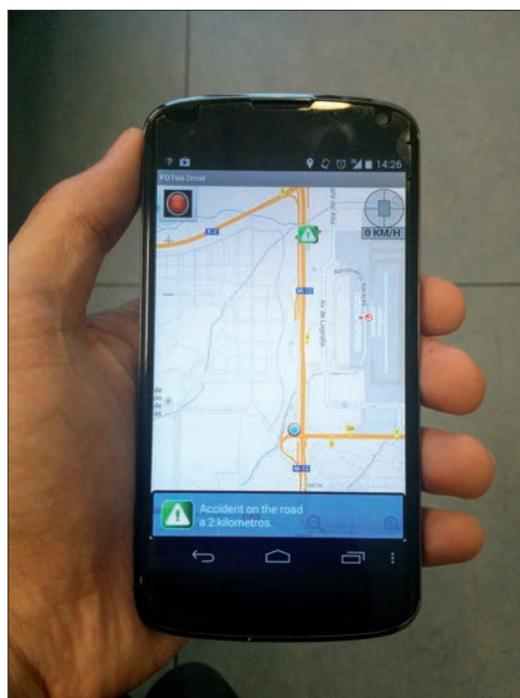
▲ Iniciativas concretas

El nuevo Plan, que fue encargado a la empresa Ineco, adscrita a Fomento, y en cuya elaboración han participado todas las empresas e instituciones del Ministerio: Adif, Renfe, Aena, Enaire o Puertos del Estado, entre otras, tiene como marcos de referencia preferentes la Estrategia Europea 2020 y el Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación, que se encuentra hoy en revisión. Los cuatro grandes objetivos del Plan son: acelerar la incorporación de la tecnología en favor del bienestar de la sociedad, favoreciendo especialmente la innovación en seguridad, accesibilidad y sostenibilidad; elevar la rentabilidad económica y social de las inversiones, en aras de una mayor eficiencia de la inversión pública y privada; impulsar un ecosistema o tejido productivo que haga de nuestro país un lugar más atractivo para las empresas e inversiones innovadoras en el ámbito de la movilidad y el transporte, y en cuarto lugar, movilizar la inversión y la tecnología desde fuera de nuestras fronteras a fin de consolidar el liderazgo internacional.

En sintonía con esos objetivos, la estrategia del Plan se ha articulado también en torno a cuatro grandes áreas de contenido, seleccionadas por cuanto condicionarán el futuro más inmediato de las infraestructuras y los sistemas de transporte: la digitalización, internet del futuro, la intermodalidad y la transformación energética en busca de la mayor eficiencia y sostenibilidad. Y a partir de ellas,

el Plan contempla una serie de ejes y líneas de acción donde se han agrupado las principales tendencias del sector, de modo que se identifican 67 iniciativas concretas en las que se trabajará ya en el período 2017-2020, si bien su ejecución puede prolongarse más allá de ese último año, en ejercicios posteriores.

► El ministro de Fomento en el acto de presentación del Plan. El uso de aplicaciones que faciliten el acceso a los sistemas de transportes es una de las prioridades del Plan.



Horizontes futuros

Previo al diseño de su hoja de ruta, el Plan parte de un análisis de la situación que define el panorama actual de las infraestructuras y el transporte y, en especial, de los efectos de la irrupción tecnológica que está transformando los servicios y procesos y posibilitando sistemas de gestión más eficientes, seguros e integrados. Así, se han tenido muy en cuenta las cuatro grandes tendencias globales que están caracterizando el horizonte futuro: la acentuación de los procesos de urbanización; la integración de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) en la gestión de las infraestructuras y el transporte; la apuesta por el medio ambiente en el sector del transporte y la movilidad, orientada a la mayor sostenibilidad y reducción de las emisiones, y la crucial tendencia al alza del envejecimiento de la población —las previsiones de Naciones Unidas apuntan a que la población mundial de más de 60 años pasará de los actuales 962 millones a 2.100 millones en 2050—, lo que sin duda acentuará la demanda de mejoras en la accesibilidad de los sistemas de transporte.

El análisis de esas tendencias ha marcado y definido los grandes retos y oportunidades del Plan: movilidad inteligente, soluciones al desarrollo urbano, accesi-

HUB ferroviario

Dentro de las distintas iniciativas del Plan de Innovación para el Transporte y las Infraestructuras cabe destacar de modo singular la puesta en marcha de un denominado HUB ferroviario de innovación, cuyo cometido principal será impulsar la tecnología y conocimiento del sector ferroviario a nivel internacional. Ello conllevará la generación de proyectos colaborativos de I+D+i, la comercialización de tecnología y know-how, la promoción del emprendimiento y la prestación de servicios especializados.

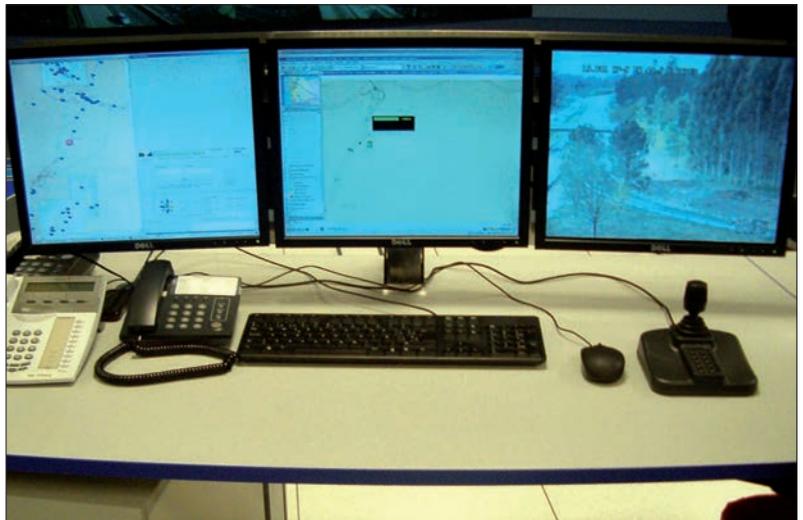
Como punto de partida, el HUB ferroviario de innovación se apoyará en el Centro de Tecnología Ferroviaria (CTF), emplazado en el Parque Tecnológico de Andalucía, a 13 km de la ciudad de Málaga, que actualmente da soporte a 37 empresas, con 14 de ellas manteniendo presencia y actividad continuas. Este Centro tiene, no obstante, una capacidad de acogida potencial para hasta 50 empresas y 200 investigadores, lo que hace de él un entorno ideal como acelerador e incubadora de nuevas empresas y startups.

Como principales actividades a desarrollar dentro del HUB ferroviario se han planificado las siguientes: gestión del conocimiento y comercialización de tecnologías; oficina de proyectos de I+D; emprendimiento y aceleración; punto de consulta internacional ferroviaria; promoción de servicios y formación; promoción de proyectos llave en mano, y eventos internacionales.



Innovación abierta y startups

El término anglosajón *startups* designa a aquellas empresas con un alto potencial de crecimiento y que, apoyadas en el uso de las nuevas tecnologías, son capaces de aportar soluciones altamente innovadoras a otros sectores y servicios. A fin de aportar más velocidad y eficacia en el modelo de innovación, en especial en el ámbito digital, el Plan puesto en marcha por el Grupo Fomento contempla favorecer y estrechar la colaboración con este tipo de empresas. Se buscará, sobre todo, fomentar una relación de beneficio mutuo, en la que los distintos sectores de las infraestructuras y el transporte puedan obtener soluciones basadas en la aportación de conocimiento de estas empresas, que a su vez podrán tener acceso a una amplia cartera de clientes, canales de contacto e, incluso, respaldo financiero.

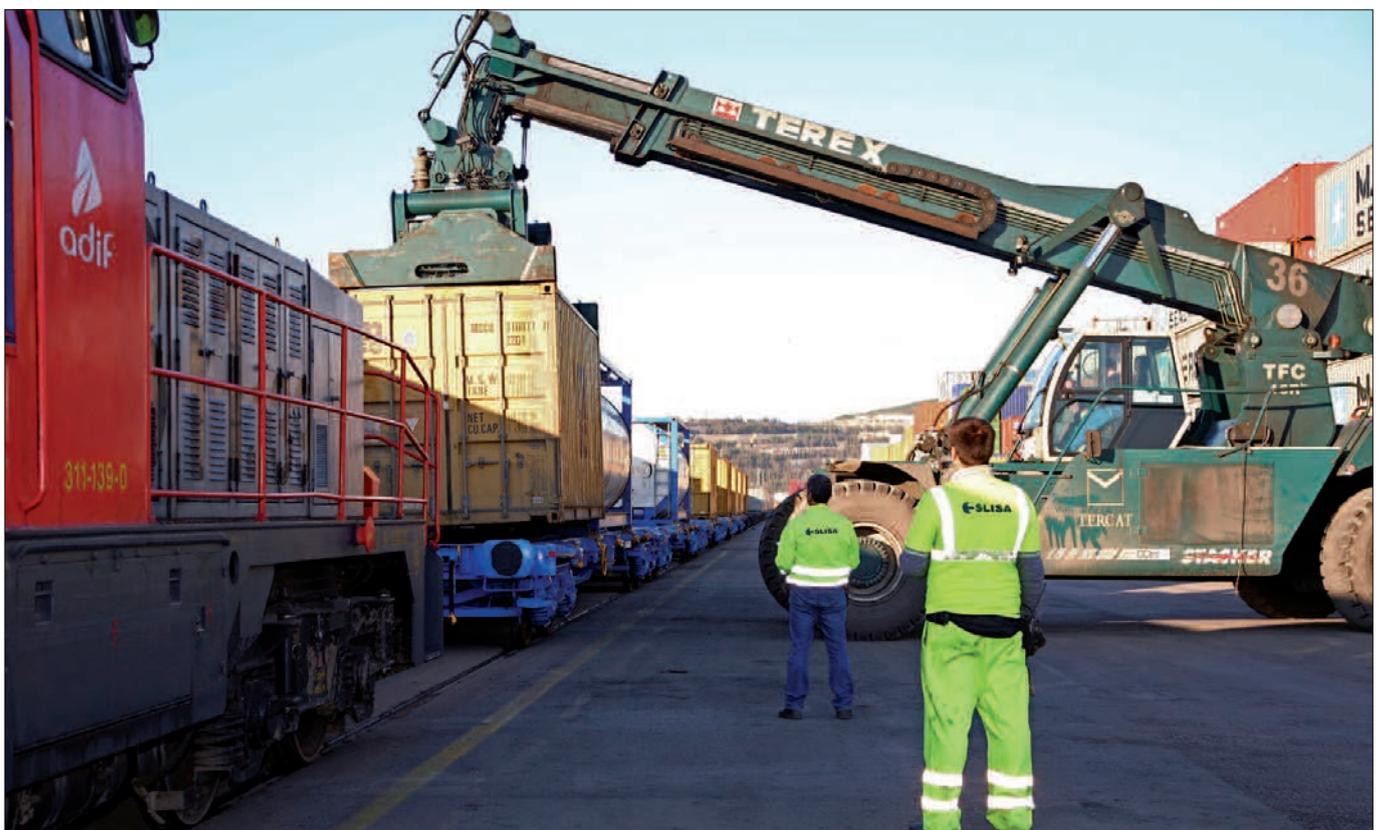


bilidad a infraestructuras y vehículos, intermodalidad, sostenibilidad, optimización energética y reducción de emisiones, etc. Seguidamente, y de acuerdo con ellos, se ha procedido al examen de todos los proyectos de innovación realizados en el periodo 2012-2016 por las empresas del Grupo Fomento que han participado en el estudio (Adif, Aena, Crida –Centro de Referencia en el que participan Enaire, la Universidad Politécnica de Madrid e Ineco–, Enaire, Ineco, Puertos del Estado y Renfe).

Proyectos y ejes

Durante ese proceso, se evaluó un total de 577 proyectos de innovación, de los que 267 han sido proyectos internos, desarrollados con recursos de las empresas analizadas, y los 310 restantes han sido proyectos colaborativos, que contaron con recursos de otros organismos, en gran medida procedentes del Programa Marco de Investigación e Innovación de la Unión Europea. Del examen de todos ellos se extrajeron como con-

► El Plan arranca con la evaluación de 577 proyectos de innovación ya en marcha en el Grupo Fomento.





clusiones más importantes: la necesidad de potenciar las sinergias y una mayor colaboración entre todas las empresas participantes; avanzar hacia una cultura más innovadora en todos los niveles; mantener el posicionamiento de España dentro de la UE, aprovechando las oportunidades de innovación en otros mercados internacionales, y utilizar la innovación para mejorar el posicionamiento de las diferentes marcas de las empresas del Grupo Fomento fuera de nuestro país.



Tomando como base ese análisis, en la siguiente fase de elaboración del Plan se procedió a identificar los que constituyen sus cuatro grandes ejes estratégicos. El primero de ellos, definido como Experiencia del Usuario, se orienta a facilitar la movilidad en todos los ámbitos, tanto el meramente físico o territorial como a través de aplicaciones digitales. El segundo gran eje, Plataformas Inteligentes, concebido para actuar transversalmente como apoyo a los demás ejes, busca recopilar y articular toda la información relativa a los diferentes servicios e infraestructuras. El consignado como Rutas Inteligentes, tercero de los ejes, se apoya en las plataformas transversales para compartir la información, además de en los sistemas predictivos a fin de hacerlas realmente inteligentes y no solo conectadas. El cuarto y último eje, Eficiencia Energética y Sostenibilidad, busca finalmente impulsar la definitiva implantación de ambas en los sectores de servicios e infraestructuras.

▲ Iniciativas destacadas

En torno a estos cuatro ejes principales, el Plan de Innovación para el Transporte y las Infraestructuras ha agrupado 21 líneas estratégicas que a su vez comprenden 67 iniciativas ya trazadas y a las que se dedicará una inversión de unos 50 millones de euros en los próximos tres años. Entre esas iniciativas y dentro del eje Experiencia de Usuario, cabe mencionar la definición

de un Modelo Nacional de Movilidad como Servicio, enfocado tanto a la generación de plataformas digitales que permitan la integración de datos de los distintos operadores como a ofrecer soluciones integradas de transporte multimodal. Otra iniciativa importante dentro de este mismo eje será la creación de nuevos sistemas de accesibilidad y pago, orientada a la eliminación de barreras y elementos físicos como el billete, conllevando su sustitución por otros medios como la telefonía móvil o la biometría. También el Big Data será otra herramienta esencial para mejorar la experiencia del usuario, a fin de conocer sus valoraciones y adaptar mejor la oferta de los servicios. Para ello se prevé la creación de un Portal de Participación Ciudadana, además de un Marketplace, dentro del Grupo Fomento, que potencie una oferta global de servicios de forma conjunta con los títulos de viaje.

Respecto al segundo de los ejes, Plataformas Inteligentes, se han agrupado dentro de él iniciativas como todas aquellas que buscan favorecer un ecosistema de plataformas inteligentes en los sectores de ferrocarril, puertos y aeropuertos, de modo que el usuario pueda acceder a cuanta información sea de interés en sus desplazamientos. En él habrá también una plataforma inteligente de mercancías, constituida como un elemento de innovación logística, intermodal, eficiente y automatizado, combinando la entrega de mercancías por ferrocarril y última milla a través de un sistema global de gestión de las flotas. Asimismo, otra de las iniciativas destacadas de este eje será el desarrollo del Cielo Único, cuyo objetivo es favorecer la navegación aérea en el marco de la mayor interoperabilidad y la optimización del uso del espacio aéreo. Concretamente se buscará generar el mayor número de proyectos con potencial exportador hacia otros países.



► El uso de energías limpias y el desarrollo de plataformas inteligentes son objetivos prioritarios del Plan



► Centro de Tecnología Ferroviaria de Adf en Málaga.

Por su parte, el eje Rutas Inteligentes reúne iniciativas especialmente orientadas hacia la digitalización de la carretera y el ferrocarril. También se han incluido en él una serie de ellas cuyo objetivo primordial es el desarrollo de sistemas de modelización y predicción que generen territorios inteligentes, adaptados a las demandas de los viajeros, favoreciendo la accesibilidad a las áreas rurales y contemplando la implantación de un proyecto piloto de rutas de transporte público dinámicas. Destacan asimismo iniciativas que buscan favorecer la conectividad vehículo/infraestructura/organizaciones/usuario, a fin de lograr sistemas de transporte más eficientes y seguros. En definitiva, con todo ello se busca favorecer tam-

El Plan busca potenciar las sinergias y una mayor colaboración entre todas las empresas del Grupo Fomento

bién el control dinámico del tráfico y evitar anticipadamente posibles congestiones en las rutas. El Ministerio de Fomento, por su parte, prevé desarrollar un Modelo Nacional de Transporte Multimodal para Viajeros y Mercancías integrado en el resto de plataformas inteligentes, de modo que todos los usuarios y agentes potenciales dispongan de una herramienta con información actualizada y unificada.

Finalmente, bajo el cuarto y último eje, Eficiencia Energética y Sostenibilidad, se han agrupado, entre otras, aquellas iniciativas orientadas a potenciar el uso de sistemas de generación de energía renovable, sistemas de almacenamiento y sistemas de distribución de la energía excedente para autoconsumo o bien su reversión a la red. En esta línea está prevista la elaboración de un Plan de Infraestructura para el Vehículo Eléctrico y otros vehículos impulsados mediante energías alternativas, donde también se contempla la implantación de una red de puntos públicos de recarga que permitan la máxima autonomía en desplazamientos. ■



JULIO MARTÍNEZ CALZÓN, PREMIO NACIONAL DE INGENIERÍA 2017

Ingeniero y humanista



► Estructura terminada del Estadio Wanda Metropolitano. Madrid.



PEPA MARTÍN MORA

Fomento ha concedido el Premio Nacional de Ingeniería Civil 2017 a Julio Martínez Calzón, un galardón con el que se reconoce no sólo su dilatada y brillante trayectoria profesional, sino también su enorme aportación en la proyección de la ingeniería española y su concepción de la misma desde una arraigada convicción humanista.

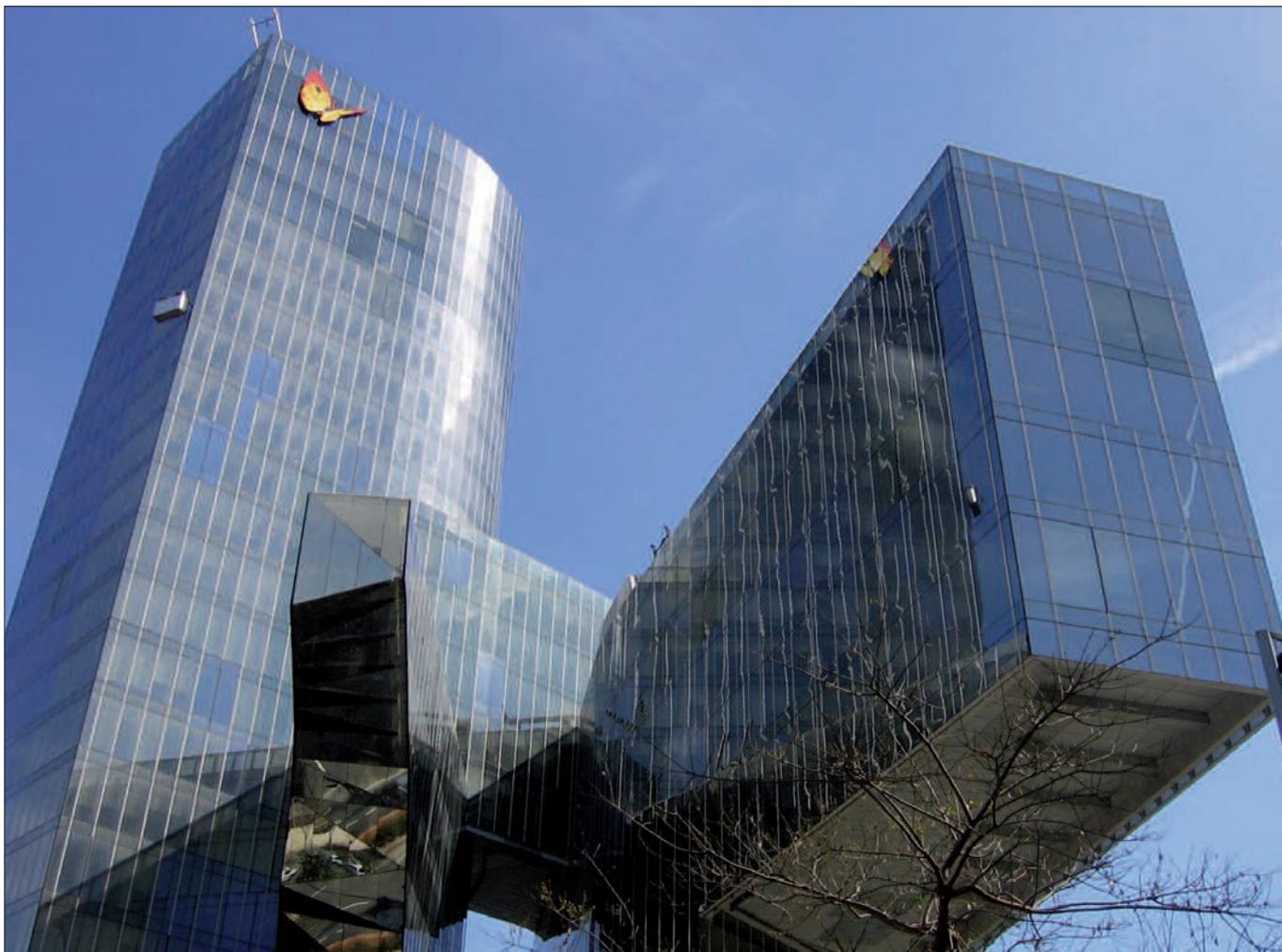


El Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Julio Martínez Calzón ha sido galardonado por unanimidad del jurado, presidido por el secretario de Estado de Infraestructuras, Transportes y Vivienda, Julio Gómez-Pomar, con el Premio Nacional de Ingeniería Civil que concede el Ministerio de Fomento anualmente.

“No tenía noticia de que me habían incorporado a la lista de posibles, por lo que ha sido una sorpresa total –asegura el galardonado–, además de una satisfacción grande porque el premio proviene de los propios com-

► Puente de Tortosa sobre el río Ebro.





pañeros, con lo cual gana en importancia, al margen del orgullo que representa tenerlo por su trascendencia profesional”.

Martínez Calzón tiene agradecimientos para quienes le han propuesto para este galardón, entre los que se encuentran ingenieros de la talla de Javier Rui Wamba, anterior Premio Nacional de Ingeniería Civil, y Mariano Navas, director del CEDEX hasta el pasado mes de septiembre, en que se jubiló. Una gratitud que hace extensiva al jurado que le ha premiado tras valorar la variedad de campos en los que ha trabajado, incluidos sus facetas como investigador y escritor, o por haber puesto en marcha un nuevo sistema de estructuras mixtas muy original, ya que cuando comenzó a desarrollarlo en España se había utilizado en pocas partes del mundo.

Todo ello consta en el acta del jurado, que además de destacar su dilatada y brillante trayectoria profesional, pone en valor su contribución al desarrollo de la ingeniería civil en el campo de las estructuras –tanto en el ámbito profesional como en el académico–, concretamente por su papel de introductor y máximo exponen-

te en el desarrollo de las estructuras mixtas de hormigón-acero en nuestro país.

Las obras de Julio Martínez Calzón, dice textualmente el acta, “son exponente de una vocación innovadora que a menudo han supuesto novedades mundiales en el uso de los materiales aplicados a la construcción de puentes” y sus trabajos, entre los que destacan especialmente algunos puentes de gran envergadura, “han contribuido a prestigiar la imagen de la ingeniería española en el ámbito internacional”.

Se le cita también como un “referente” cuando se trata de resolver estructuras de gran complejidad, y “son notables –se asegura en el acta– sus contribuciones en el campo de la edificación”, en el que ha colaborado con los más prestigiosos arquitectos, tanto españoles como extranjeros.

El Premio Nacional de Ingeniería está instituido como recompensa y reconocimiento a la meritoria labor de un profesional desarrollada fundamentalmente en España, en los distintos ámbitos de la ingeniería, y está dotado con una cuantía económica de 31.470 euros además de un diploma acreditativo.

► Edificio Torre Mare Nostrum. Gas Natural. Barcelona. Arquitectos: Miralles y Tagliabue.



► Torre de Collserola en Barcelona. Arquitecto: Norman Foster.

Trayectoria

En 1962, Julio Martínez Calzón se doctora en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, ámbito en el que ha realizado numerosas obras de puentes y edificios singulares, gran parte de ellos en la tipología que él más ha impulsado, estructuras mixtas de hormigón y acero, una técnica de la que se le considera su gran creador e impulsor en España.

“Yo trabajaba por las mañanas en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, especializado en estructuras de hormigón, en el que ocupaba el puesto de director de la sección de ensayos mecánicos –nos cuenta–, y por las tardes, en el estudio de un ingeniero, Juan Batanero, que se dedicaba al análisis de las estructuras metálicas, colaborando con él en la realización de patentes”.

Se planteó entonces la posibilidad de una colaboración entre ambos desarrollos tras advertir que, mientras la línea de trabajo relativa a las estructuras mixtas empezaba a germinar en Europa, en España aún se desconocía. En 1966 traduce y adapta del alemán al castellano un libro sobre la materia, al que incorpora sus planteamientos personales y que edita bajo el título de “Estructuras Mixtas. Teoría y Práctica”, y es justo a partir de ese momento cuando se considera que se inicia este tipo de construcción en nuestro país, primero a ini-

ciativa suya y después secundado por el resto de la ingeniería española.

Su actividad como ingeniero la ha compaginado con la filosofía, la investigación y también el arte –se declara “ingeniero humanista”– lo que le ha permitido desarrollar obras emblemáticas y singulares, con un profundo componente artístico. Ese gran salto evolutivo tiene lugar a través de la creación, en 1988, de su propio estudio de ingeniería, MC2, dedicado al desarrollo de proyectos y patentes aplicadas a las estructuras mixtas desde una perspectiva empresarial.

Martínez Calzón ha desarrollado también una intensa faceta docente –complementaria de la divulgadora, como participante muy activo en congresos y simposios–, de modo especial como profesor titular de estructuras metálicas y mixtas en la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid hasta el año 2003, lo que le ha permitido transmitir sus conocimientos y experiencias en este campo a sucesivas promociones de jóvenes ingenieros.

Es en 2006 cuando se puede decir que su actividad alcanza uno de sus momentos más culminantes, sobre todo a raíz de una exposición retrospectiva de su obra donde se recopilan sus proyectos como ingeniero estructural, y con la publicación también del libro “Puentes, Estructuras, Actitudes”, una biografía profesional en la que se compendian buena parte de sus proyectos.



Obras

“Sus obras son exponente de una vocación constantemente innovadora, que a menudo han supuesto novedades mundiales en el uso de los materiales aplicados a la construcción de puentes”, según versa el acta del jurado, y cuando se le pregunta por ellas, las que más orgullo le proporcionan, bien por su complejidad o por el resultado obtenido, destaca, no sin antes advertir que responder a ello es difícil, el paso superior de Juan Bravo sobre el Paseo de la Castellana (1968), en Madrid, “en el que introduje todos los factores innovadores, y que es la primera estructura mixta que se desarrolla en España en época moderna” asegura.

Este proyecto, sin duda alguna, merece una mención especial teniendo en cuenta, como él mismo dice, que supuso “el inicio de mi carrera en todas sus vertientes creativas, ya que no sólo fue la primera obra de estructura mixta en la que se utilizaron el hormigón blanco estructural y el acero corten, autoprotectido contra la corrosión” sino que cambió significativamente la manera de concebir los puentes en la ciudad, “que pasaron a ser estructuras de diseños refinados y creativos”.

También destaca el Puente de Tortosa “porque quizá sea la pieza en la que más se concitan todos los aspectos de innovación y complejidad de las estructuras mixtas, o el edificio de Gas Natural en Barcelona, en el que puse en marcha los procesos constructivos para edificación en construcción mixta”, nos cuenta.

Y entre sus triunfos personales menciona el de haber aplicado el procedimiento constructivo de elevación e inserción telescópica a la Torre de Collserola, pro-

Actividad actual

“Soy de los últimos de Filipinas –dice con cierta retranca– porque pertenezco a una generación en la que se hacía una ingeniería de carácter personal; el ingeniero tenía un nombre al que se atribuía una determinada obra, pero hoy en día son las empresas las que asumen la autoría de los proyectos. Se ha perdido el reconocimiento individual del papel del ingeniero, hasta el punto de que las empresas son celosas de dar los nombres de los proyectistas, una práctica que, sin embargo, no se ha extendido a los arquitectos”.

Como ingeniero humanista que dice ser, ha pensado mucho en cómo recuperar ese margen de personalidad de los ingenieros, “pero es muy complicado –asegura– desde una atalaya personal retomar esta senda, sobre todo porque hay aspectos, como el de la seguridad, que hacen que haya una enorme cantidad de gestión y control para que nadie haga una obra en la que por un error se falle. Ahora en los proyectos intervienen equipos multidisciplinares”.

Hace dos años que se jubiló. Su último trabajo conocido ha sido, curiosamente, un libro sobre pintura del siglo XIX, una obra ideada hace 50 años que ha podido materializar ahora. Por circunstancias personales ha estado muy vinculado con el mundo del arte; estuvo casado con María Corral, la que fuera directora del Museo Reina Sofía, quien le contagió esa inquietud. Además de ello, “mi suegro tenía una colección de pinturas de paisajes del siglo XIX muy interesante, lo que me permitió comprobar que no había una obra con fundamento que recogiera ese mundo tan maravilloso, por eso me decidí a hacerlo yo mismo, editando este libro”, que asegura es más una obra de consulta que de divulgación, por lo que es más fácil encontrarla en las bibliotecas universitarias que en las generalistas.

Como ingeniero está terminando su último proyecto en colaboración con MC2, que es la empresa que él mismo creó y en la que ha desarrollado toda su actividad, y que más tarde traspasó a Typsa cuando se jubiló. Se trata de la ampliación del puente de Rande, en Vigo (1981), obra en la que casualmente participó también en el jurado para seleccionar el proyecto de construcción y “casi 40 años después –dice– he tenido la oportunidad de realizar el diseño en una especie de revival extraordinario”.

Reflexiona, para terminar, sobre la posición del ingeniero civil en el mundo “es maravillosa –asegura– porque cuenta con una plataforma para su comprensión ya que, sin ser científico, puedes entender muy bien la ciencia y la técnica, a lo que se suma que el diseño de tus obras te lleva hacia la creatividad artística. Esto nos permite tener una profunda visión de los que es el cosmos o el universo, es la doble oportunidad de ver el mundo”.

► *Teatros del Canal.*
Madrid. Arquitecto:
Juan Navarro Baldeweg.



yecto de Norman Foster, en el que, en lugar de emplear grúas y sistemas de colocación de piezas, elevó el edificio en conjunto sobre sí mismo, como una flor, de modo que se izaba autoevolutivamente hasta su posición definitiva.

A estos ejemplos de los proyectos de estructuras innovadoras en España y en el mundo que ha desarrollado Martínez Calzón, también podríamos añadir el primer puente construido utilizando los sistemas con doble acción mixta, sobre la ría de Ciérvana, en Bilbao, de 1977; el primer puente con pretensado exterior en España, sobre el antiguo cauce del Turia, en Valencia, en 1989; el primer puente con recubrimiento de cobre, en el Arenal, Córdoba, en 1991, o asimismo el primero en el que se utilizó el acero inoxidable con carácter estructural, que fue en el Polígono de Granadilla, en Tenerife, en 1996.

Libros editados

- ✓ *Puentes, Estructuras, Actitudes (2006)*
- ✓ *Construcción Mixta. Hormigón-Acero (1978). Escrito en colaboración con Jesús Ortíz Herrera.*
- ✓ *Puentes Mixtos. Comunicaciones y mesas redondas de las 1ª Jornadas Internacionales (1993).*
- ✓ *Puentes Mixtos. Comunicaciones y mesas redondas de las 2ª Jornadas Internacionales (1996).*
- ✓ *Puentes Mixtos. Comunicaciones y mesas redondas de las 3ª Jornadas Internacionales (2002).*
- ✓ *Pabellón de España, Exposición Universal de Shanghai (2010)*
- ✓ *Pintura del Siglo XIX. (2017)*

También en el campo de las estructuras mixtas destaca por haber creado nuevos sistemas y tipologías, como el cajón estricto mixto, utilizado en los puentes de Vilobí d'Onyar y La Roca, sobre la A-7, en 1993, o el sistema ábaco, aplicado en los puentes sobre la ría de Santa Lucía en Uruguay, en 2005, y el Estrecho de Paredes, en Cuenca, en 2008.

Al margen, ha colaborado en la construcción de 26 puentes, la mayoría de ellos con el ingeniero José Antonio Fernández Ordoñez, desde 1970, en Martorell, Tortosa (puente del Milenario de Cataluña), Sevilla, Córdoba, Valencia, San Sebastián, Bilbao, así como pasos en ciudades, viaductos para la alta velocidad y diversos proyectos en Canadá y Uruguay.

También ha participado en la construcción de 24 estructuras para diferentes edificios proyectados por arquitectos como Navarro Baldeweg (Museo de Altamira y los Teatros del Canal); Pei (Torre Espacio); Rubio & Álvarez-Sala (Torre PwC); Cruz y Ortiz (estadio de La Peineta); Norman Foster (torre de Collserola); Miralles y Tagliabue (edificio de Gas Natural); Moneo (Diputación de Cantabria); Arata Isozaki (el Palau de Sant Jordi) y Vázquez Consuegra (torre de Cádiz).

Premios

Además del recientemente concedido Premio Nacional de Ingeniería Civil, sus obras han sido objeto de los más altos reconocimientos dentro y fuera de nuestras fronteras, habiéndosele concedido, entre otros galardones y premios la Medalla al Mérito Profesional que otorga el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; el premio Puente de Alcántara en 1992, por la torre de Collserola. ■

Arquitectura

BEATRIZ TERRIBAS.

FOTOS: ARCHIVO GENERAL DEL MINISTERIO DE FOMENTO.

Este año se conmemora el 75 aniversario de la inauguración del complejo administrativo de los Nuevos Ministerios, diseñado por el arquitecto Secundino Zuazo Ugalde para albergar los departamentos de Obras Públicas; Gobernación; Agricultura, Industria y Comercio; y la sede de la Dirección General de Seguridad. El proyecto de Zuazo completaba el Plan Nacional de Obras que Indalecio Prieto, ministro de Obras Públicas de la II República, había adoptado para Madrid con el fin de definir su expansión urbana y solucionar el problema del transporte y la falta de trabajo de los obreros de la construcción.

El 14 de abril de 1933 comenzaron a edificarse los Nuevos Ministerios, una extraordinaria obra institucional que serviría de base a la futura extensión de Madrid a través de la prolongación del paseo de la Castellana, que, inaugurada en la misma fecha, se convertiría en el gran eje de comunicación entre el norte y el sur de la capital.

En aquel momento Madrid continuaba el proceso de modernización, iniciado a principios del siglo XX, para convertirse en una gran metrópolis, amparada entonces por el extraordinario impulso que dio a la economía española la declaración de neutralidad adoptada por el Gobierno de Eduardo Dato ante la Primera Guerra Mundial. La gran demanda de productos del mercado extranjero favoreció el extraordinario desarrollo del sector industrial y comercial español, y por ende, el del transporte marítimo, enriqueciendo considerablemente las arcas públicas. Madrid, como punto neurálgico del país, acusó especialmente los efectos de esta situación que se tradujeron, entre otros aspectos, en una intensa actividad arquitectónica y urbana fruto del extraordinario aumento de su población, que pasó del medio millón de habitantes, censados en 1910, a más de setecientos mil tan solo una década después. En aquel momento el trazado urbano de Madrid había ido modificándose según las directrices del Ensanche, diseñado por el ingeniero Carlos María de Castro en 1860 con el fin primordial de dotar a la ciudad de viviendas, especialmente para el sector de la población menos acaudalado. El plan, que proponía el aumento del espacio urbanizable en más de 2.000 hectáreas, estableciendo tres zonas de expansión de Madrid hacia el norte, este y sur, así como el incre-



▶ Vista aérea de la explanada de acceso.

EL COMPLEJO DE NUEVOS MINISTERIOS CUMPLE 75 AÑOS

Inspirado en El Escorial



mento de zonas verdes como medida de salubridad, aunque se consolidó en algunos enclaves próximos al casco histórico de la ciudad, no consiguió, sin embargo, los resultados esperados. Ello se debió tanto al retraso de su desarrollo, que se prolongó hasta 1930, como a la especulación del suelo y al encarecimiento del precio de los arrendamientos de las viviendas en virtud de la Ley del Inquilinato, que permitía a los propietarios establecer libremente el precio de los alquileres. En consecuencia, el crecimiento urbano de Madrid continuó en algunas zonas según la planificación establecida y en otras de forma irregular, especialmente en el extrarradio donde fueron surgiendo pequeños núcleos de población en torno a los caminos que los comunicaban con el casco urbano. El aumento de población y extensión de la ciudad, con casi un millón de habitantes en 1929,

influyó decisivamente en el incremento del sistema de transporte público, que aquel año se cifraba ya en 44 líneas de tranvía, 10 de autobuses urbanos y suburbanos, 2 de Metro, 7 estaciones de ferrocarril, y más de 60 líneas de autocares de carácter provincial.

Ordenación urbana

En 1929 la planificación urbana de Madrid distaba mucho de la que necesitaba aquella ciudad en continua expansión y evolución, que, a pesar de estar tan densamente poblada debido al progreso de su actividad comercial, industrial y de servicios, seguía absorbiendo grandes flujos de inmigrantes, especialmente de jornaleros y artesanos que se establecían mayormente en chabolas levantadas en torno a las vías de entrada a Madrid.

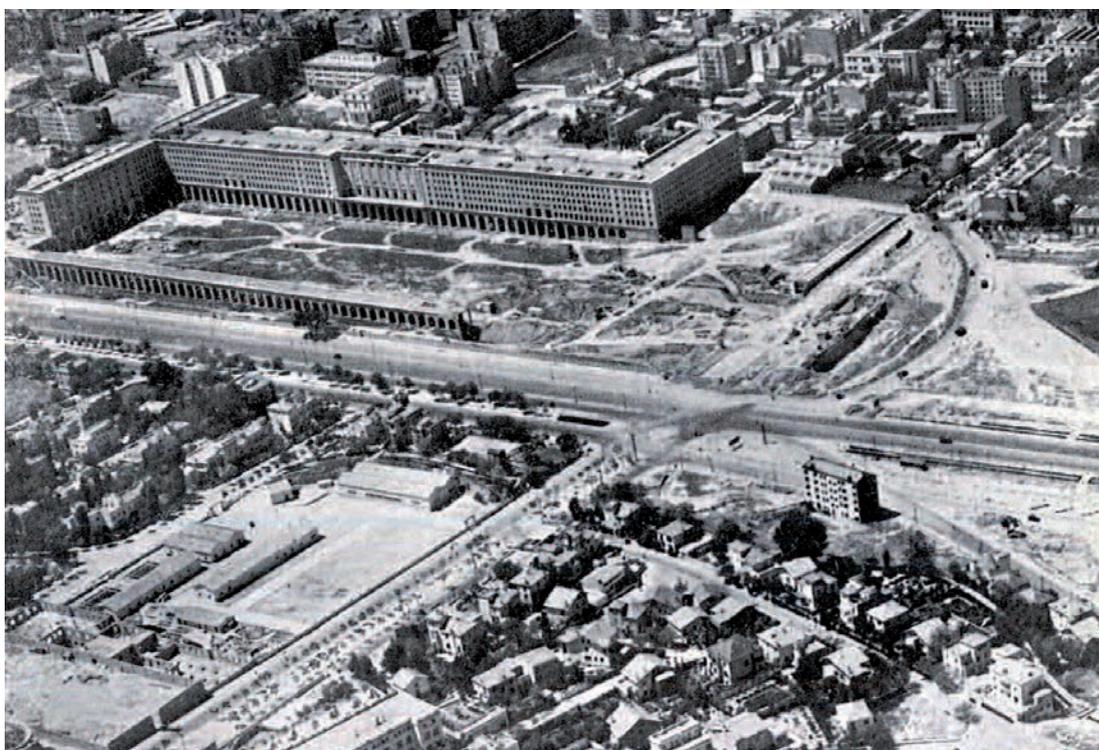


► Esquina del Paseo de la Castellana con Fernández Villaverde. Debajo, Vista aérea del complejo en 1949.

Esta situación impulsó a su Ayuntamiento a convocar el Concurso Internacional de Anteproyectos del Trazado Viario y Urbanización de Madrid, con el fin de recoger propuestas para definir la reforma del interior de la ciudad, su extensión fuera del término municipal y el enlace entre la metrópolis con los nuevos asentamientos de población de la periferia. En diciembre de 1930 el jurado declaró desierto el certamen, al estimar que ninguno de los 12 trabajos presentados respondía global-

mente a las exigencias que contemplaban las bases del concurso. Sin embargo, el Ayuntamiento seleccionó seis de ellos como base de un proyecto definitivo que se adecuase a las necesidades urbanas y viarias que habían motivado la convocatoria. El anteproyecto más notorio para el Ayuntamiento, presentado conjuntamente por el arquitecto Secundino Zuazo Ugalde y el urbanista Hermann Jansen, proponía desarrollar la ciudad en dirección norte-sur y establecer una red subterránea de ferrocarril, bajo el trazado viario del paseo de la Castellana, para enlazar la futura estación de Chamartín, al norte del paseo, con la estación de Mediodía, en Atocha, facilitando así la comunicación de la ciudad con las poblaciones del extrarradio.

Zuazo y Jansen también contemplaban la necesidad de dotar a las zonas de actuación de espacios verdes y de viviendas aisladas o colectivas, cuyo diseño debía garantizar los mínimos principios de higiene y salubridad de los que carecían muchos de los hogares decimonónicos. Las ideas concebidas por Zuazo recibieron el respaldo favorable del marqués de Hoyos, alcalde de la Villa, quien encargó al arquitecto diseñar un nuevo proyecto de prolongación del paseo de la Castellana en el que se incrementarían las zonas edificables en detrimento de los espacios verdes, con el fin de aumentar su rentabilidad. El proyecto, para el que se preveía una gran inversión de capital privado, que se obtendría de las plusvalías de los terrenos destinados a la construcción, finalmente no llegó a desarrollarse.





II República

En junio de 1931, dos meses después de la proclamación de la II República, Secundino Zuazo seguía insistiendo en la premura de solucionar los problemas urbanos de Madrid, que hasta entonces se habían intentado saldar buscando mayormente la rentabilidad económica y eludiendo en gran medida la construcción de viviendas dignas para los trabajadores con menor poder adquisitivo. Zuazo señalaba la importancia de controlar administrativamente la compraventa de los terrenos edificables, así como la de aprobar un plan de comunicaciones que, además de remediar los problemas de habitabilidad, también reactivaría la industria de la construcción.

La recesión económica a la que se enfrentaba la II República a causa de las malas cosechas de 1930; la caída del sector industrial y el de la construcción, debido al descenso de la inversión privada por su desconfianza en el nuevo régimen; el desplome de las cotizaciones de la Bolsa; el retorno de numerosos emigrantes de América; y los efectos, aunque lejanos, de la Gran Depresión de 1929, pese a reducir el número de licencias de construcción expedidas por el Ayuntamiento, no impidieron, sin embargo, que a partir de 1931 el Gobierno de la II República impulsara la finalización de las obras de la

Gran Vía, iniciadas en 1910; el desarrollo de infraestructuras como la pavimentación y el abastecimiento de agua en las zonas de Madrid más depauperadas, y la construcción de centros escolares, aprobando además la prolongación del Paseo de la Castellana hacia el Norte de la ciudad y la edificación de los Nuevos Ministerios, enclavados en la apertura de la vía como punto de partida de la nueva expansión urbana. Ambos proyectos formaban parte del Plan Nacional de Obras adoptado por el ministro de Obras Públicas, Indalecio Prieto, para reformar Madrid, mejorar la estructura ferroviaria nacional y reducir el paro obrero. Para acometer aquella empresa, Indalecio Prieto creó en 1932 la Comisión de Enlaces Ferroviarios y el Gabinete Técnico de Accesos y Extrarradio, asignando su vicepresidencia a Secundino Zuazo Ugalde, asesor del Gobierno en temas urbanísticos y de vivienda. Una vez descartados los proyectos ferroviarios del ingeniero Fernando Reyes, que proponían un enlace subterráneo bajo la Gran Vía para comunicar la estación de Príncipe Pío y la de Atocha, dotándole de un apeadero en la Plaza de Callao, por su importancia comercial, Indalecio Prieto aprobó la propuesta de Secundino Zuazo, ya definida en el anteproyecto que el arquitecto había presentado en 1929 en el Concurso Internacional convocado por el Ayuntamiento de Madrid. Su idea era conectar con una línea subterránea de ferrocarril el Paseo del Prado, Recoletos, el Paseo de

► Uno de los despachos en 1950.



► Rotonda en la escalera imperial.

la Castellana y la futura prolongación de la ciudad hacia el Norte. La obra se completaría con la construcción del complejo de los Nuevos Ministerios, destinado a agrupar los departamentos de Obras Públicas; Gobernación; Agricultura, Industria y Comercio; y la sede de la Dirección General de Seguridad, que hasta entonces ocupaban edificios de alquiler.

▲ El proyecto de Zuazo

El primer tramo de la prolongación de la Castellana se inauguró el 14 de abril de 1933, en conmemoración del segundo aniversario de la República. Ese mismo día comenzó la construcción del enlace ferroviario norte-sur, junto al de los Nuevos Ministerios en el solar del desaparecido Hipódromo Real, que fue derruido por que impedía la extensión del Paseo de la Castellana.

Secundino Zuazo elaboró un proyecto arquitectónico y urbanístico que contemplaba la ordenación de los edificios administrativos en paralelo al primer tramo de la ampliación del Paseo y separados del mismo por la arquería que cierra el conjunto ministerial y se superpone al trazado ferroviario y a la estación subterránea de los Nuevos Ministerios.

El arquitecto diseñó el conjunto ministerial siguiendo las directrices del clasicismo académico que había mar-

cado gran parte de su obra, caracterizada por el sobrio equilibrio compositivo y la austeridad ornamental. Muy influenciado por el Monasterio de El Escorial, Zuazo proyectó las cuatro unidades administrativas en torno a sendos patios que articulan el conjunto precedido por dos amplias plazas diáfanas, la de la República, ubicada al norte del recinto y limitando con la calle Raimundo Fernández Villaverde, que no llegó a ejecutarse como él había dispuesto, y la Gran Plaza o Plaza del Pueblo, la principal explanada del recinto. Dos espacios desnudos como las lonjas de El Escorial y las históricas plazas españolas, que en el entramado urbano de la ciudad se concibieron como elemento de solaz para el ciudadano, y en el caso de los Nuevos Ministerios también como lugar de celebración de actos institucionales.

Ante la Gran Plaza, Zuazo dispuso los Ministerios de Obras Públicas y Gobernación, actualmente Empleo y Seguridad Social, separados por el Cuerpo de Honor, y al sur del recinto, en perpendicular a sus fachadas, situó la Dirección General de Seguridad como cierre de la Plaza del Pueblo. En la zona septentrional, la Plaza de la República delimitaría el edificio del Ministerio de Agricultura, Industria y Comercio, cuya construcción fue suspendida por la Comisión de Presupuestos de 1934, tras el cese del gobierno de Azaña en septiembre de 1933 y, por ende, el de Indalecio Prieto, que cedió la cartera de Obras Públicas a Rafael Guerra del Río, abandonando

además la presidencia de la Comisión de Enlaces Ferroviarios y del Gabinete Técnico de Accesos y Extrarradio.

Zuazo proyectó las dependencias ministeriales sobre una arquería que, reservada a la circulación peatonal, a su vez circunda la Gran Plaza, reproduciendo la configuración estructural de las plazas porticadas españolas. Las sobrias fachadas de los edificios, que evocan una vez más el trazado del Monasterio de San Lorenzo de El Escorial, se perpetúan también en el Cuerpo de Honor, unidad común a los departamentos de Obras Públicas y Gobernación que, diseñada por el arquitecto como una solemne sala de recepción, conecta con el

Zuazo y Jansen contemplan la necesidad de dotar al complejo de una superficie de jardines equivalente a la edificada

Patio de Honor, en su parte posterior, a través de una zona de paso cubierta por severas bóvedas de cañón. Para diferenciar el Cuerpo de Honor de los edificios ministeriales y de la arquería que lo circunda, Secundino Zuazo adosó a los nueve arcos de su basamento sendas columnas dóricas, conformando un singular pórtico de reminiscencias palaciegas sobre el que se sitúa una amplia terraza a la que asoman los elevados ventanales de sus salas nobles. La fachada queda rematada por una última planta, abierta a una balconada, y por una gran cornisa. En la parte posterior del edificio el Patio de Honor, inspirado en el claustro de la iglesia romana de Santa María della Pace, obra de Donato d'Angelo Bramante, es una de las obras maestras de Zuazo, combinando la disposición a modo de claustro de la planta baja con

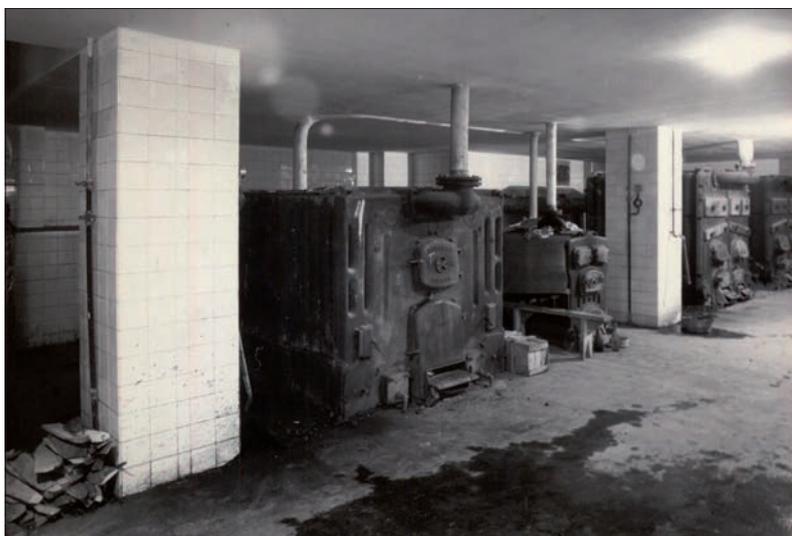


► Lucenario de la escalera imperial en 1949.

el cuerpo adintelado del primer piso, de hormigón armado recubierto con un enchapado de piedra.

En 1935, siendo ministro de Obras Públicas Manuel Marraco, comenzó a construirse la Dirección General de Seguridad, conectada perpendicularmente con el Ministerio de Gobernación. Un amplio patio precede a su entrada, que se estableció por motivos funcionales por la Plaza de Ríos Rosas, hoy San Juan de la Cruz, levantándose en el extremo oriental del edificio, y como continuación al cuerpo bajo del mismo, un ingreso monumental a la Gran Plaza, que delimita la prolongación de la Castellana con la calle de Ríos Rosas. Dada la si-





► De arriba a abajo: Patio de Honor, cuarto de calderas y salón de actos.



Bibliografía

- *Guía de la Arquitectura de España 1920-2000*. Ministerio de Fomento.
- *Guía de la Arquitectura del siglo XX*. Antonio Piza.
- *Arquitectura del siglo XX: España*. Sociedad Estatal Hannover 2000, S.A.
- *Cincuenta años de arquitectura española*. Rodolfo Ucha Donate.
- *Zuazo, arquitecto del Madrid de la Segunda República*. Biblioteca Nacional.
- *Zuazo*. Lilia Maure Rubio.

tuación estratégica de la Dirección General de Seguridad, al inicio de la prolongación del Paseo de la Castellana, Zuazo proyectó un solemne acceso a sus dependencias configurado por un gran pórtico de líneas clásicas con tres arcos cuyos pilares, provistos de esbeltas columnas de orden dórico, soportan una amplia terraza reproduciendo la propuesta adoptada por el arquitecto para el Cuerpo de Honor. Elementos dignos de destacar en la fachada son también, por un lado, la escalinata que precede a la puerta, con la que Zuazo consiguió unificar la diferencia de nivel que existe entre la Plaza del Pueblo y la calle de Ríos Rosas, y por otro, las diminutas ventanas de las celdas de seguridad situadas bajo la cornisa que corona la obra.

En 1936, las obras de la Dirección General de Seguridad y las de los Ministerios de Obras Públicas y Gobernación estaban muy avanzadas, al igual que las de la estación ferroviaria de Nuevos Ministerios, pero el estallido de la Guerra Civil truncó su clausura, transformando la obra cumbre de Zuazo en almacén de materiales de guerra. Desde su exilio en Francia el arquitecto continuó trabajando en el proyecto del Ministerio de Agricultura, Industria y Comercio para retomar las obras del complejo ministerial una vez finalizada la contienda. Sin embargo, cuando regresó a España fue retirado de la empresa, que continuó su curso en 1940 en manos de un equipo de arquitectos, entre los que se encontraban Miguel Ángel García Lomas y José Rodríguez Cano, que además de eliminar del proyecto de Zuazo algunos elementos, como el monumental arco del triunfo previsto para la actual Plaza de San Juan de la Cruz, o el rascacielos destinado al Ministerio de Agricultura, Industria y Comercio, sustituyeron el ladrillo rosa previsto para las fachadas por placas de piedra, entre otras modificaciones. El complejo se dio finalmente por inaugurado en 1942, si bien a lo largo de las dos siguientes décadas prosiguieron algunas obras de acondicionamiento, tanto en los exteriores, como en interiores, de manera que su ala norte sólo pudo ser ocupada por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo en 1958. ■



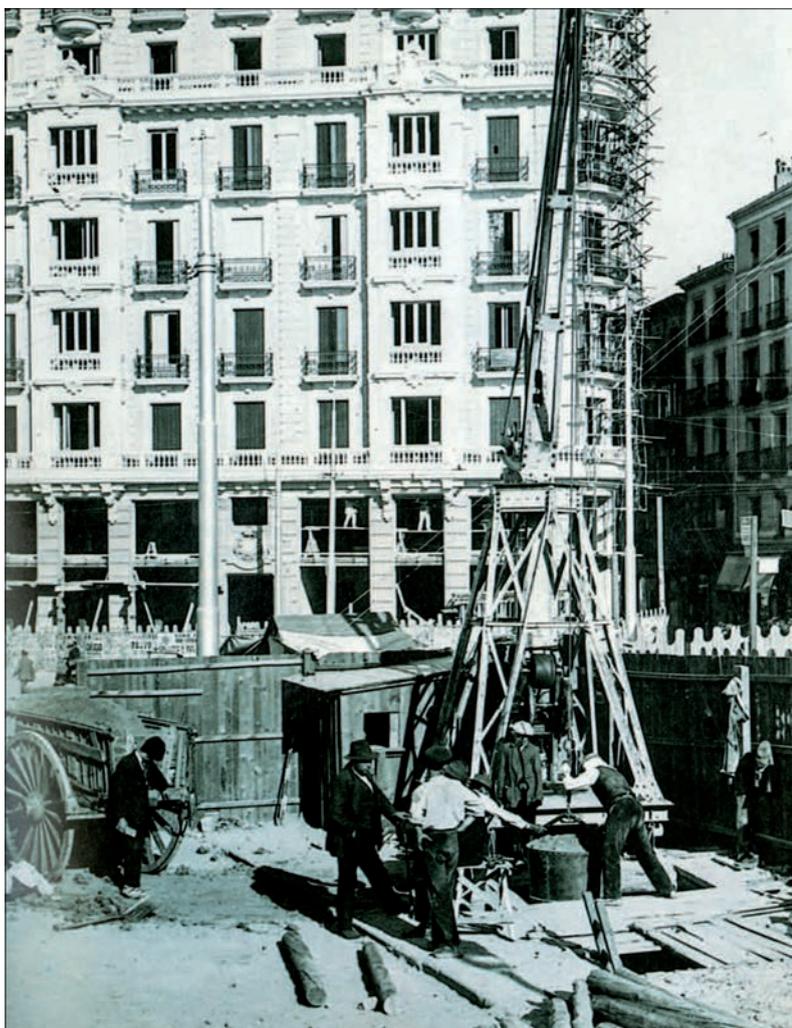
► Octubre 1919.
El rey Alfonso XIII
durante el acto de
inauguración de
la estación de
Cuatro Caminos.

CENTENARIO DEL INICIO DE LAS OBRAS DEL METRO DE MADRID

De utopía a realidad

JULIA SOLA LANDERO, FOTOS: ARCHIVO METRO DE MADRID

El primer tramo del Metro de Madrid, inaugurado por Alfonso XIII el 17 de octubre de 1919, constaba de 3,48 kilómetros entre la Puerta del Sol y Cuatro Caminos, y se tardaba en recorrer 10 minutos, a razón de 25 kilómetros hora, una velocidad mucho mayor que el tranvía, que necesitaba 30 minutos para hacer el mismo trayecto. Las obras de aquel primer tramo se habían iniciado el 19 de septiembre de 1917, cuando una nutrida cuadrilla de obreros descargó en la Puerta del Sol desde una carreta de bueyes, los aperos necesarios para empezar a construir la estación más emblemática de Madrid. Este año se cumple el primer centenario de aquel comienzo.



► Inicio de las obras en la red de la estación de Sol.



► Convoy en la estación de Cuatro Caminos.

El objetivo de aquellas obras impulsadas por la recién creada Compañía Metropolitana Alfonso XIII, era enlazar Sol y Cuatro Caminos con ocho estaciones intermedias: Puerta del Sol, Red de San Luis, Hospicio, Bilbao, Chamberí, Martínez Campos, Ríos Rosas y Cuatro Caminos. Los trabajos comenzaron entre el general escepticismo de los madrileños, porque, a pesar de que en Londres y Nueva York ya funcionaba desde hacía casi medio siglo y de que empezaba a extenderse en toda Europa, en España muy pocos creían en el metro.

Sin embargo, cuando se puso en marcha aquella modalidad de transporte nunca antes vista en la ciudad, tuvo tan buena acogida y fueron tantos los madrileños que se agolparon en las estaciones para viajar en aquellos trenes subterráneos, que la Compañía tuvo que publicar anuncios en la prensa para advertir de posibles accidentes.

Pero poner en pie el proyecto no fue tarea fácil, pues en aquellos primeros años del siglo XX (el primer coche en Madrid se matriculó en 1907) era difícil imaginar el crecimiento exponencial que tendría el tráfico rodado. Sin embargo, ya desde los últimos años del XIX hubo quien pensó en crear en Madrid una red de transporte subterráneo. El ingeniero Pedro García Faria elaboró en 1892 una propuesta con mucho de utopía para construir cinco líneas que confluirían en la Puerta del Sol. Fue el año en que comenzó el cambio de la tracción animal por la tracción eléctrica. La idea era que los ríos más próximos a la capital, mediante saltos de agua, proporcionarían la energía necesaria al sistema. El proyecto no



cuajó, a pesar de que estaban previstos todos los detalles: habría una primera, segunda y tercera clase, cuyo precio hubiera oscilado entre los 20 y los 13 céntimos, además de transporte de ganado.

Aquel mismo año, Manuel Becerra, efímero ministro de Fomento años antes, presentó ante el ministerio un proyecto para la creación de una red interior de tranvías rodeada por un cinturón ferroviario, por encargo de Arturo Soria, que desde su escaño parlamentario venía denunciando con vehemencia las deficiencias de los medios de transporte urbano. Un proyecto que, aunque logró obtener concesión, tampoco llegó a realizarse.

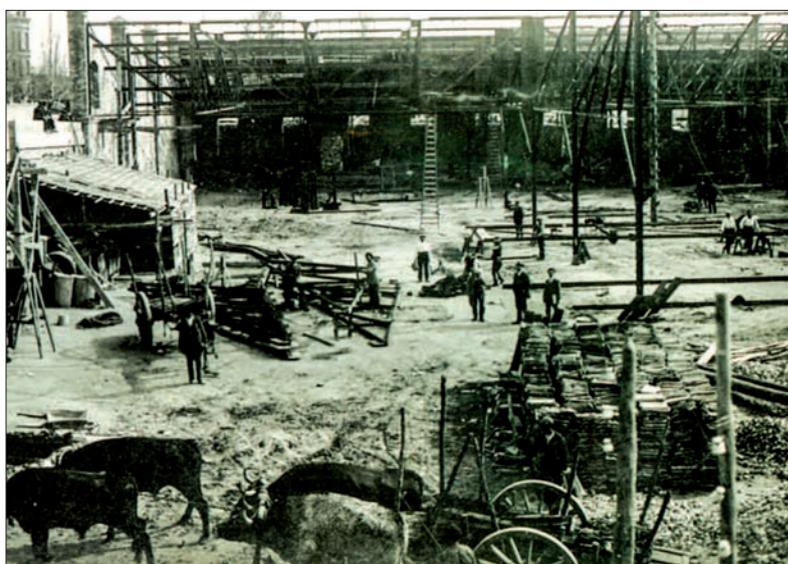
Adiós al tranvía

Sin embargo, a finales del siglo XIX ya se empezaba a ver que el tranvía, que había tenido un enorme desarrollo, estaba empezando a tocar techo y comenzaba un largo declive hasta 1972, en que circuló por última vez. Por entonces, las siete líneas existentes en Madrid tenían parada en la Puerta del Sol y se concentraban en el escaso espacio de 200 metros cuadrados, en seria competencia con multitud de carruajes. Se imponía encontrar soluciones.

En 1914, el ingeniero de caminos donostiarra Miguel Otamendi presentó en el Ministerio de Fomento su proyecto de ferrocarril metropolitano de Madrid, cuya con-

cesión compartía con los empresarios Carlos Mendoza y Antonio González Echarte. El proyecto incluía cuatro líneas: la I, que recorría la ciudad de norte a sur; la II, que conectaba los barrios del este y el oeste con el centro urbano; la III, que discurría por la calle Serrano y enlazaba con la línea II, y la IV, Ferraz-Bulevares-Alcalá, que unía las dos cabeceras de la línea II a través de los bulevares. Esta vez sin servicios de mercancías.

► *Diversos aspectos de obras en superficie.*



► Trabajos en la construcción del túnel bajo la glorieta de Bilbao. Debajo, templete de la estación de la red de San Luis hacia 1924.



Para materializar aquel proyecto, la primera batalla que hubo que librar fue la de convencer a las autoridades de que el metro era el transporte del futuro. Una ardua tarea que sólo terminó cuando el Banco de Vizcaya puso encima de la mesa los cuatro millones de pesetas de los ocho que se necesitaban para acometer aquella primera línea norte-sur, si Madrid daba los otros cuatro. Pero aquel era un tiempo incierto, con una Europa en plena I Guerra Mundial, y no abundaban los visionarios, de modo que hizo falta que Alfonso XIII suscribiera un millón de pesetas para infundir confianza y animar a los indecisos a participar en el proyecto. Lo consiguió con relativa rapidez, de modo que el 12 de enero de 1917 se otorgó la concesión y se constituyó la Compañía Metropolitana Alfonso XIII, con un capital inicial de 19 millones de pesetas. Arrancaba así el metro de Madrid.

.\ Dejen salir antes de entrar

El arquitecto Antonio Palacios fue el encargado de diseñar las estaciones, accesos y edificios de la Compañía. Obtuvo un éxito impresionante con la primera línea: el primer año la utilizaron 14 millones de viajeros, y dos años más tarde se inauguraría la primera ampliación hasta la estación de Atocha.

Se veía claramente el potencial del transporte subterráneo y la tarea de ampliar las líneas fue una constante. Tal fue la envergadura de los nuevos tramos y los beneficios obtenidos que la Compañía creó su propia área de obras. Los tramos Ópera-Norte fueron responsabilidad de la Sección de Proyectos y Construcciones, dirigida por los ingenieros José María Aguirre y Alejandro San Román, que más tarde fundarían su propia compañía: Agromán.

La gestión comercial también fue progresando: en 1924 se instaura el billete de ida y vuelta y se gana en

agilidad. En 1926, a sólo seis años de la inauguración de la primera línea, el metro había multiplicado su longitud por cuatro, llegando hasta los 14,6 Km. Cada vagón había recorrido 70.000 kilómetros y hecho 140.000 paradas en sus estaciones. En 1929 quedó terminado el tramo Cuatro Caminos-Tetuán, que conectaba dos populosos suburbios de la capital, y para 1931, el metro había transportado a cerca de 100 millones de viajeros.



Por entonces, el parque móvil era tan numeroso, que hubo que disponer una gran superficie destinada a talleres y cocheras en Cuatro Caminos. Se impone poner orden en las estaciones, y a los viajeros se les advierte en cada puerta: "dejen salir antes de entrar".

La actividad continuó, aunque ralentizada, incluso durante los años de la Guerra Civil, periodo en el que el metro permaneció abierto y sirvió como refugio durante los bombardeos, y también para transportar ataúdes hacia los cementerios. En aquel periodo se llegó a inaugurar el primer tramo de la línea 3 entre Sol y Embajadores. Su crecimiento imparable y sin competencia llegó hasta los años 50 del siglo XX, años en los que ya había transportado 377 millones de pasajeros frente a los 186 del tranvía.

Una línea de metro equivalía a cuatro líneas de autobús recorriendo pistas independientes cada 30 segundos. Sin embargo, el metro comenzó a compartir protagonismo con los autobuses urbanos, que también ampliaban sus líneas y estrenaban vehículos más amplios y veloces, y que comenzaron a hacer una seria competencia al tren subterráneo, sobre todo, en los barrios periféricos de la capital.

.\ Dificultades

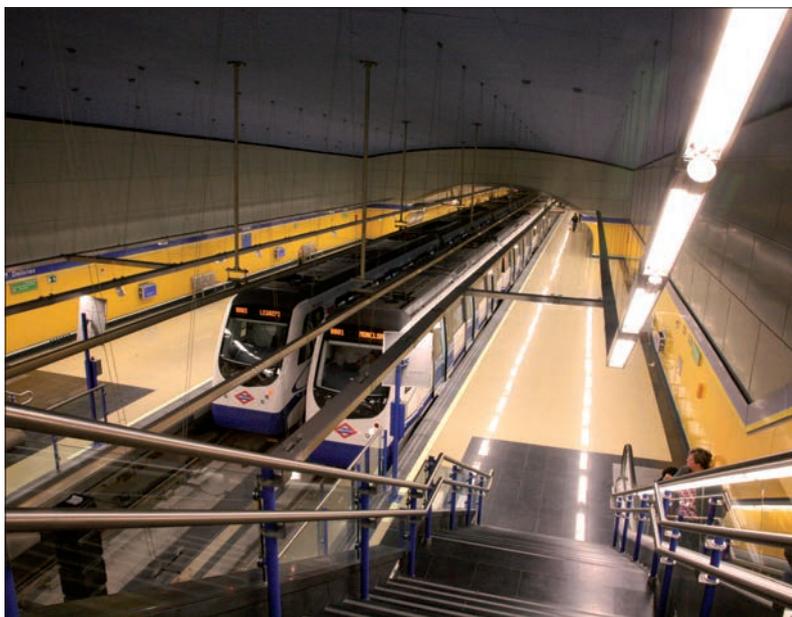
Los altos costes de construcción de la infraestructura subterránea comenzaron a pesar sobre la compañía. Para paliar la situación, el Gobierno firmó un decreto-ley



el 22 de septiembre de 1955 que establecía un régimen compartido de financiación, de forma que el Ministerio de Obras Públicas aportaría el coste de la construcción de la infraestructura de los nuevos tramos, mientras que Metropolitano aportaba la instalación y electrificación de vías, el material móvil y su explotación. Un año después se eliminan las múltiples tarifas dependiendo del destino y se unifica el billete sencillo con una tarifa única de 60 céntimos.

► Un grupo de primeros conductores y operarios posan en la estación de Gran Vía. Debajo, trabajos de construcción de la estación de Cuatro Caminos.





► En la imagen superior, convoy del Metro Ligero. Debajo, estación de Delicias.

En 1957 el gobierno aprobó una inversión plurianual de 11.600 millones de pesetas a desarrollar en 12 años, con el objetivo de ampliar la red de metro en 55 Km, lo que sumaría un total de 100 kilómetros de vías. La prioridad era mejorar el tráfico en el centro urbano, incluyendo un nuevo eje en la Gran Vía que articulara los movimientos interiores; se buscaba también conectar los nuevos núcleos periféricos de la capital, que crecían rápidamente al calor de la oleada inmigratoria que llegaba a Madrid desde otras provincias españolas.

Si París tenía 25 kilómetros de red de metro por cada millón de habitantes, Madrid no quería ir a la zaga y planeaba que en 1980, cuando se calculaba que la ciu-

Carrera de fondo

En los años 90, el Metro de Madrid comienza una etapa de relanzamiento sin precedentes. En 1995 se planteó la necesidad de ampliar la red del Metro de Madrid y en sólo 12 años de trabajos intensivos se triplicó la longitud y se duplicó el número de estaciones. En una primera fase (1995-1999), se construyeron 56 km nuevos de metro con 38 estaciones que llegaron a barrios periféricos muy alejados del centro urbano y al aeropuerto Madrid-Barajas Adolfo Suárez. El objetivo era extender la red hasta los 76 km, lo que la situaría en la octava mayor red del mundo.

Entre las actuaciones de aquella etapa de crecimiento, la línea 12, Metrosur, fue la más emblemática. Es la línea más larga, con casi 42 kilómetros y 28 estaciones, con capacidad para atender a un millón de habitantes del cinturón metropolitano de la capital: Alcorcón, Fuenlabrada, Móstoles, Leganés y Getafe. A día de hoy, esta línea es utilizada por 155.000 viajeros cada día.

Más adelante, y ya durante los primeros años del siglo XXI, se llevó a cabo otra fase más de la ampliación acometida por metro: entre 2003 y 2007 se construyeron 59 nuevos kilómetros de líneas, de los que 27,77 km de fueron de Metro Ligero, con un total de 81 estaciones.

Actualmente, la red de metro va más allá del núcleo urbano de la capital y recorre doce municipios de la Comunidad de Madrid. A través de Metronorte, llega a los municipios de Alcobendas y San Sebastián de los Reyes; con Metroeste, hacia el Corredor del Henares, con municipios tan poblados como Coslada y San Fernando; y el nuevo Metro Ligero lleva las líneas a Pozuelo de Alarcón y Boadilla del Monte. Con la integración de estas ampliaciones, ya puede considerarse la red como un metro de alcance regional.

Actualmente, con 13 líneas y un ramal de 294 kilómetros y 301 estaciones, Madrid tiene la séptima red de metro más grande del mundo por detrás de Shanghai, Londres, Nueva York, Chicago, Pekín y Moscú. Más de 2.300 trenes circulan a diario por sus vías, utilizados por 585 millones de usuarios cada año.

dad tuviera cerca de 4 millones de habitantes, el 80% de la población tendría una estación de metro a menos de 400 metros de su casa. Para ello, se estableció en 500 metros la distancia ideal entre estaciones en el centro, y en 800 metros en la periferia. Se aspiraba a tener capacidad para atender a 500.000 viajeros en horas punta y a un total 2,5 millones cada día. Mientras tanto, la saturación de la línea 1 hizo necesario aumentar la longitud de los andenes de 60 a 90 metros para permitir la circulación con convoyes de seis coches; se pusieron en funcionamiento nuevos tramos que ampliaron las líneas existentes y se construyó la nueva línea 5 que uniría el sudoeste y el noreste de la ciudad.

Malos tiempos

Pero se avecinaban malos tiempos. Durante la década de los 70, el número de viajeros disminuía sin cesar y la Compañía empezó a sufrir importantes pérdidas. Para paliar la situación, se subió progresivamente el precio de los billetes, que sólo alcanzaba a cubrir el 60% del coste, con lo que el déficit del metro crecía exponencialmente. Pero esta medida no detuvo la sangría económica; era necesario actualizar el sistema, modernizar el servicio, y llevar a cabo planes de expansión. Demasiado para una empresa en crisis, por lo que el Estado decidió intervenir. El Gobierno firmó un Real Decreto el 7 de junio de 1978, por el que se creaba un Consejo de Intervención que asumió temporalmente la gestión del metro, con el encargo de modernizar el sistema en el plazo de cinco años, lo que incluía la adquisición de nuevo material móvil y la renovación de las líneas más antiguas. También se incluía inversión en publicidad para mejorar la imagen de este medio de transporte, modificar horarios, mecanizar los vestíbulos e introducir medidas de ahorro energético.

En el primer año de puesta en servicio, en 1919, 14 millones de personas viajaron en el metro

Poco después, el 15 de noviembre de 1979, se desprivatizó la Compañía Metropolitana de Madrid, S.A. por ley, declarando su utilidad pública y adquiriendo sus acciones, vía expropiación forzosa, que pasarían a la Diputación Provincial en un 25% y al Ayuntamiento de Madrid en un 75%. Con las actuaciones llevadas a cabo por el Estado ya se había cortado la sangría de viajeros, que crecieron en más de ocho millones, y los tramos inaugurados en aquellos primeros años 80 fueron los correspondientes a las líneas 6, 8 y 9, que ya habían sido iniciados anteriormente. La longitud de la red se incrementó en un 50 por ciento en el período 1979-1983 y el metro superó los 100 km.

Por entonces, el Ministerio de Obras Públicas ya proyectaba crear un organismo que coordinara todo el sistema de transportes madrileño. Paralelamente, y para ordenar el transporte del área metropolitana, la Comisión de Planeamiento y Coordinación del Área Metropolitana de Madrid (Coplaco), organismo dependiente de la Administración del Estado, trabajaba en un Plan Especial de Transporte para Madrid. Había sonado la hora del tren de Cercanías, que enlazaría la periferia con el centro urbano de Madrid.



Ante la ingente tarea de relanzar al gigante maltrecho, el 24 de marzo de 1986 –año definitivo en su andadura– el Ayuntamiento y la Comunidad de Madrid asumieron la propiedad de la Compañía Metropolitana de Madrid, cesaron al Consejo de Intervención que venía funcionando desde 1978 y nombraron un Consejo de Administración. Posteriormente, transfirieron sus acciones al Consorcio Regional de Transportes de Madrid, que se encargaría de diseñar y gestionar el sistema de transporte. Con ello finalizó el tormentoso camino en pos de la sostenibilidad económica de Metro. ■

► Estación de Pinar del Rey y estación en el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

ÍNDICE TEMÁTICO REVISTA **Fomento** 2017

AEROPUERTOS

El DORA marca el rumbo para mejorar la eficiencia y la calidad de la red aeroportuaria española

LA COMPETITIVIDAD COMO META

Nº 668. Pág. 2

La Red de Aena alcanza su mejor registro histórico y supera los 230 millones de pasajeros en 2016

UN AÑO PARA RECORDAR

Núm. 670. Pág. 40

ARQUITECTURA

La X Bienal Iberoamericana de Arquitectura se exhibe en la Trienal de Milán

TRASPASANDO FRONTERAS

Nº 673. Pág. 32

Julio Martínez Calzón, Premio Nacional de Ingeniería 2017

INGENIERO, Y HUMANISTA

Nº 678. Pág. 24

El complejo de Nuevos Ministerios cumple 75 años

INSPIRADO EN EL ESCORIAL

Nº 678. Pág. 30

ASTRONOMÍA

Investigadores españoles desarrollan proyectos punteros de observación astronómica a través de ALMA

TRAS LOS SECRETOS DEL COSMOS

Núm. 670. Pág. 32

AVIACIÓN

Airbus ultima su modelo A350-1000, la variante de mayor tamaño y una autonomía de 14.800 kilómetros

GRANDES EN CAPACIDAD, LIGEROS EN CONSUMO

Nº 671. Pág. 48

Presentación del Plan de Navegación Aérea 2017-2020

ENAIRE SE PREPARA PARA EL FUTURO

Nº 673. Pág. 12

Vuelta al mundo de una joven piloto para impulsar la presencia femenina en las carreras técnicas y la aviación

UN VUELO INSPIRADOR

Nº 677. Pág. 18

CARRETERAS

El tramo Villalbilla-Quintanadueñas culmina la circunvalación de Burgos BU-30

ANILLO CERRADO

Nº 669. Pág. 2

Reparación de emergencia en el histórico puente mayor de Castrogonzalo, dañado por una crecida

REHABILITACIÓN EN EL ESLA

Núm. 670. Pág. 24

Nuevas soluciones tecnológicas aplicadas a la mejora de la vialidad invernal

CONTRA LA NIEVE Y EL HIELO

Nº 671. Pág. 26

Un tramo de carretera pone fin al aislamiento de un municipio de Gran Canaria

NUEVA ERA EN LA ALDEA

Nº 672. Pág. 22

El enlace de Recajo mejora la movilidad y la seguridad vial al este de Logroño

PEQUEÑA GRAN OBRA

Nº 673. Pág. 20

La construcción del tercer tramo de la B-40, la obra de carreteras más importante de Cataluña

AVANCES EN EL VALLÉS

Nº 675. Pág. 2

La variante de la A-33 elimina el paso de 14.000 vehículos/día por La Font de la Figuera

ADIÓS TRAVESÍA ADIÓS

Nº 675. Pág. 16

En servicio el segundo tramo de la autovía de la Ribagorza (A-14) en Lleida

CONTINUIDAD EN EL SAGRÀ

Nº 676. Pág. 16

Entra en servicio el tramo más largo de la autovía del Altiplano en Murcia

LA A-33 CRECE

Nº 678. Pág. 2

CARTOGRAFÍA

La exposición Ecúmene, La evolución de la imagen del mundo, en la Casa del Mapa del IGN

LA TIERRA DESVELADA

Nº 673. Pág. 40

EXPOSICIONES

La Exposición Dron: Evolución, en la Sala de la Arquería del Ministerio de Fomento

DRONES DE AYER Y HOY

Nº 668. Pág. 36

Eduardo Torroja: Propuestas para la Bahía de Cádiz 1927-28

VISIONES ANTICIPADAS

Nº 672. Pág. 46

La exposición de maquetas históricas rememora las obras públicas más singulares

HECHO A ESCALA

Nº 675. Pág. 50

El Museo del Ferrocarril de Madrid acoge más de 600 piezas de la colección de modelismo ferroviario de Pascual Quirós

MODELOS ÚNICOS

Nº 676. Pág. 42

FERROCARRIL

Adif e Ineco asesoran a India en el diseño de su red de alta velocidad

EXPORTACIÓN DE EXPERIENCIA

Nº 668. Pág. 28

Restauración de la estación de ferrocarril de Toledo

ARTESANÍA DE VANGUARDIA

Nº 669. Pág. 22

Innovación de los túneles de Bolaños, en el tramo Lubián-Ourense excavados

BAJO LA MONTAÑA GALLEGA

Núm. 670. Pág. 10

El parque minero de Riotinto conserva algunas de las máquinas de vapor más antiguas de España

A TODO VAPOR

Núm. 670. Pág. 47

Trenes de Adif evalúan el tramo Valencia-Castellón del Corredor Mediterráneo

TIEMPO DE PRUEBAS

Nº 671. Pág. 2

Adif y Adif Velocidad actualizan sus declaraciones de Red para el 2017

INVENTARIO AL DÍA

Nº 671. Pág. 20

Los Proyectos de desarrollo de líneas de Alta Velocidad en Estados Unidos (V)

LA ALTA VELOCIDAD LLEGA A NUEVA YORK

Nº 671. Pág. 34

25 años de la puesta en servicio de la Línea de Alta Velocidad Madrid-Sevilla

EL TREN QUE REJUVENECIÓ EL FERROCARRIL

Nº 672. Pág. 10

Renfe Operadora inicia la temporada de trenes turísticos con nuevas e interesantes propuestas

VIAJAR EN TREN, TODO UN PLACER

Nº 672. Pág. 28

El consorcio español inicia las pruebas de alta velocidad en la línea La Meca-Medina

ENSAYOS EN EL DESIERTO

Nº 673. Pág. 2

La Fundación de los Ferrocarriles Españoles publica el Atlas de la Alta Velocidad en España

EL AVE EN SUS COORDENADAS

Nº 673. Pág. 26

Recorrido circular en tren por las dos vertientes pirenaicas y el corazón de La Cerdanya

VENTANILLAS CON VISTAS

Nº 675. Pág. 36

Los proyectos de desarrollo de líneas de alta Velocidad en Estados Unidos (VI): Chicago-Connection

DESDE EL MISSISSIPPI A LOS GRANDES LAGOS

Nº 676. Pág. 24

Adif desarrolla un plan de mejora y modernización que alcanza a 433 estaciones de su red convencional

PUESTA AL DÍA

Nº 677. Pág. 10

Los proyectos de desarrollo de líneas de Alta Velocidad en Estados Unidos (VII): del Pacífico al Gran Lago Salado por la meseta de Columbia

SEATTLE CONNECTION

Nº 677. Pág. 34

El tren turístico Felipe II inicia sus viajes a El Escorial

VIAJE AL CENTRO DEL IMPERIO

Nº 677. Pág. 42

ÍNDICE TEMÁTICO REVISTA **Fomento** 2017

La Biental Next Station 2017, organizada por Adif y la UIC, avanza cómo será la estación inteligente

EFICIENTE, ATRACTIVA Y DIGITAL

Nº 678. Pág. 8

FILATELIA

Un sello muy especial homenajea la larga historia del Teatro Real

EL REAL, O LA FUERZA DEL DESTINO

Núm. 670. Pág. 2

HISTORIA

70 años del primer vuelo comercial Madrid- Buenos Aires

VOLANDO A LAS AMÉRICAS

Nº 669. Pág. 28

150 aniversario del ferrocarril Ciudad Real-Badajoz

UN TREN MUY DISPUTADO

Nº 669. Pág. 34

La Sala de las Ciencias de la Tierra y el Universo del Real Observatorio de Madrid guarda una valiosa colección de instrumentos astronómicos

TESOROS DEL SABER

Nº 671. Pág. 42

Corta de la Merlina, primer desvío del Guadalquivir que desde 1795 hizo más segura su navegación

EL RÍO ATAJADO

Nº 672. Pág. 34

La Compañía Auxiliar de Ferrocarriles (CAF) cumple 100 años

UN SIGLO DE INNOVACIÓN

Nº 672. Pág. 40

El arte del grabado y el ferrocarril del siglo XIX al XXI

UN TREN DE INSPIRACIÓN

Nº 673. Pág. 46

Cuarto centenario de la plaza Mayor de Madrid

MONUMENTAL TRANSFORMACIÓN

Nº 675. Pág. 42

1900 aniversario de la proclamación de Adriano como emperador

ROMA EN SU MÁXIMO APOGEO

Nº 676. Pág.32

La estación del Norte de Valencia cumple 100 años

LA CATEDRAL DE LOS TIEMPOS MODERNOS

Nº 677. Pág. 26

Centenario del inicio de las obras del metro de Madrid

DE UTOPIA A REALIDAD

Nº 678. Pág. 38

I+D+i

Varias líneas de Investigación buscan reducir el consumo de energía y las emisiones de CO₂ en el ferrocarril

EL RETO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Nº 669. Pág.14

Fomento pone en marcha el Plan de Innovación para el Transporte y las Infraestructuras 2017-2020

UNA HOJA DE RUTA PARA ENCARAR EL FUTURO

Nº 678. Pág. 16

INGENIERÍA

Empresas españolas construyen los principales puentes atirantados en el nuevo continente

ICONOS FUTUROS DE AMÉRICA

Nº 676. Pág. 2

Viaducto sobre el río Guarga en la autovía A-23 en Huesca

OSCENSE SINGULAR

Nº 677. Pág. 2

PRESUPUESTOS

El proyecto del presupuesto global para el Grupo Fomento asciende a 17.104 M€ en 2017

AFIANZAR LA RECUPERACIÓN

Nº 671. Pág. 10

PUERTOS

El Plan de Accesibilidad Portuaria destina 1.418 millones de euros para impulsar la conectividad

NUEVOS CAMINOS PARA LOS PUERTOS

Nº 668. Pág. 10

Nueva terminal estratégica del puerto de Huelva

VOCACIÓN MINERA

Nº 669. Pág.8

El puerto de Ceuta amplía sus instalaciones

INTEGRADO EN LA CIUDAD

Nº 675. Pág. 10

RADIOASTRONOMÍA

El Observatorio de Yebeles acoge el Centro de Desarrollos Tecnológicos del IGN y realiza observaciones avanzadas

ESCUCHADO EL UNIVERSO

Nº 675. Pág. 28

SALVAMENTO MARÍTIMO

Sasemar y el Centro Jovellanos liderarán el proyecto Picasso para mejora de la seguridad marítima

FORMAR PARA PREVENIR

Nº 668. Pág.16

Salvamento Marítimo prestó auxilio a un total de 17.921 personas durante 2016

UNA MANO TENDIDA EN EL MAR

Núm. 670. Pág. 18

El ejercicio internacional Poles pone a prueba efectivos de Salvamento Marítimo en aguas de Santander

COORDINADOS CONTRA LA CONTAMINACIÓN

Nº 676. Pág.10

TERCER CENTENARIO NACIMIENTO CARLOS III

El salón del Prado, paradigma del nuevo urbanismo ilustrado

MADRID, LA BELLA Y LA CIENCIA

Nº 668. Pág.42

Camino de las Pesquerías Reales y patrimonio del alto Eresma

SOLAZ DE LA CORTE

Nº 669. Pág. 40

TRANSPORTES

El sistema de navegación europeo Galileo comienza a ofrecer sus primeros servicios

PASO DE GIGANTES

Nº 668. Pág. 22

URBANISMO

Fomento promueve la Agenda Urbana española

POR UNAS CIUDADES MÁS SOSTENIBLES

Nº 675. Pág. 22

VIVIENDA

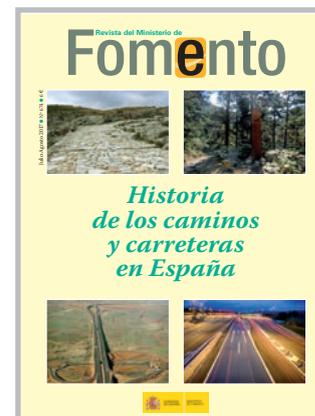
Presentado el borrador del Plan Estatal de Vivienda 2018-2021

UNA AYUDA PARA CADA NECESIDAD

Nº 672. Pág. 2

NÚMERO

EXTRAORDINARIO



Calzadas y vías romanas: una red para un imperio

A BUEN CAMINO MEJOR VIAJE

Nº 674. Pág. 4

Edad Media: la difícil conservación del legado romano

TIEMPOS DE CAMINANTES INTRÉPIDOS

Nº 674. Pág. 16

Los caminos en la España de los siglos XV, XVI y XVII

EL LARGO ADIÓS AL MEDIEVO

Nº 674. Pág. 30

Caminos y carreteras en el siglo de la Ilustración

PENSANDO EN EL TRANSPORTE

Nº 674. Pág. 42

De 1800 a 1960: hacia la Red Nacional de Carreteras

DE LA GRAVA AL ASFALTO

Nº 674. Pág. 54

1960-2017 Crecimiento y modernización de las carreteras

LA CONFIGURACIÓN DE LA RED

Nº 674. Pág. 72

Como serán las infraestructuras viarias del futuro

CARRETERAS 4.0

Nº 674. Pág. 84

Especial



30

Vías Verdes por España

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

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



PVP: 10 €

2017

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



Edición 52
P.V.P.: 22,74€

También en el DVD:

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

Centro virtual de publicaciones

Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es



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 678, diciembre 2017**

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

Año de edición: 2017

Características Edición:

1ª edición electrónica: enero 2018

Formato: PDF

Tamaño: 12,73 MB

Edita:

© Ministerio de Fomento
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

NIPO: 161-15-006-6

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

P.V.P. (IVA Incluido): 1,50 €

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

