

# mitma

Revista del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

nº 707 / octubre 2020

## Apuesta por el desarrollo sostenible

# AGENDA URBANA ESPAÑOLA





Puertos del Estado



Salvamento Marítimo



# Investigación y Desarrollo al servicio de las personas



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

**#ESTE VIRUS LO PARAMOS UNIDOS**

# Sumario

nº 707/ octubre 2020

04

## Agenda Urbana Española

Implementación de la Agenda Urbana Española

08

## Actualidad

14

## La puerta de Sevilla al mar

Nueva esclusa que brinda protección frente a inundaciones

22

## Esos barcos naranjas

Salvamento Marítimo

28

## Galicia y Madrid, más cerca

Línea de Alta Velocidad

40

## Observar y ensayar

Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX

50

## 10 años de la autovía A-67

Balance histórico y técnico de la autovía Palencia - Santander

60

## Nuevo paradigma estructural

John Hancock Center. Obra favorita de Julio Martínez Calzón

66

## Arturo Soria y Mata

Centenario del fallecimiento

72

## Lecturas



## STAFF

**Edición y coordinación de contenidos:** Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma). **Página web:** [www.mitma.gob.es](http://www.mitma.gob.es). **Colaboran en este número:** Ángela de la Cruz, Sonia Hernández, Pedro Echeverría Ibáñez, Pepa Martín Mora, Christian de la Calle Otero, Aida Murcia Gayol. **Fotografía:** Daniel Ramo. **Comité de Redacción:** Presidencia: Jesús M. Gómez García (Subsecretario de Mitma). Vicepresidencia: Angélica Martínez Ortega (Secretaría General Técnica). Vocales: Alfredo Rodríguez Flores (Director de Comunicación), Francisco Ferrer Moreno (Director del Gabinete de la Secretaría de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana), Belén Villar Sánchez (Jefa del Gabinete de la Subsecretaría), Mónica Marín Díaz (Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras), Roberto Angulo Revilla (Jefe del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes y Movilidad), María Isabel Badía Gamarra (Jefa del Gabi-

nete Técnico de la Secretaría General de Agenda Urbana y Vivienda). **Diseño:** Sergio Gavilán. **Maquetación:** Pulse Comunicación, S.L. **Dirección:** Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. Teléfono: 915 970 000. Fax: 915 978 470. **Suscripciones:** Esmeralda Rojo. Teléfono: 915 977 261. **E-mail:** [cpublic@mitma.es](mailto:cpublic@mitma.es)

*Dep. Legal: M-666-1958. ISSN: 1577-4589. ISSNe: 1577-4929. NIPO: 796-20-023-9. NIPOe: 796-20-024-4. Esta publicación no se hace necesariamente responsable solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas. Esta revista se imprime en papel FSC o equivalente.*



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA



# La implementación de la Agenda Urbana Española

La Agenda Urbana Española (22 de febrero de 2019) marca un antes y un después en la forma de orientar las políticas públicas relativas al desarrollo rural y urbano sostenible desde la visión de la Administración General del Estado. Conjuntamente con los trabajos de elaboración de la Estrategia de Movilidad sostenible, segura y conectada, ha propiciado, incluso, un cambio en la denominación del Ministerio que refleja la superación de una tradición basada fundamentalmente en la inversión vinculada a la ejecución de infraestructuras, y que camina hacia un cambio de paradigma que se apoya en la planificación estratégica con carácter territorial.

■ Texto: ÁNGELA DE LA CRUZ (Subdirectora General de Políticas Urbanas) y SONIA HERNÁNDEZ (Subdirectora Adjunta de Políticas Urbanas).

## La Agenda Urbana Española es la

“Política Nacional Urbana” que surge del marco internacional de

los objetivos de desarrollo sostenible (Agenda 2030) y de los objetivos globales más concretos vinculados con los asentamientos humanos (Nueva Agenda Urbana de Naciones Unidas y Agenda Urbana para la Unión Europea), que persiguen garantizar comunidades

seguras, sostenibles, inclusivas y resilientes. Por ese motivo, el Plan de acción del Gobierno de España para la implementación de la Agenda 2030 identificó a la Agenda Urbana como una de sus principales políticas palanca, reconociendo así su papel impulsor

para la consecución transversal de varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Actualmente se configura, además, como un instrumento clave dentro del Plan de Recuperación del Gobierno para superar las graves consecuencias que la pandemia sanitaria motivada por la covid-19 ha generado, precisamente, en las ciudades y en los entornos urbanos.

La Agenda Urbana Española es una estrategia que pone al servicio de las Administraciones Públicas, de las universidades, de los profesionales, del sector privado y de la sociedad civil, un instrumento que facilita la toma de decisiones que tienen incidencia sobre los fenómenos urbanos, dentro de un marco estratégico y con una visión integrada. Contiene el Plan de acción de la propia Administración General del Estado, y dentro del mismo se identifican las actuaciones concretas que pondrá en marcha para la consecución de los 10 objetivos estratégicos propuestos por su Decálogo, dentro de su ámbito específico de competencias.

Este Plan estructura sus actuaciones en los cinco aspectos identificados como determinantes en las agendas urbanas internacionales: la normativa y la planificación, la financiación, la gobernanza, la participación ciudadana y en el intercambio y difusión del conocimiento.

La Agenda es, en definitiva, "un instrumento transversal para facilitar la generación de sinergias, de modo que conecten diferentes actores, sectores y políticas en una visión común e integrada"<sup>1</sup>. Y en estos momentos representa,

además, una oportunidad en el marco de la recuperación del país.

### Actuaciones en materia de normativa, planificación y financiación

Entre las actuaciones incluidas en este primer apartado destacan:

- La tramitación de lo que será la primera Ley de vivienda estatal de la democracia.
- La puesta en marcha de una Ley de arquitectura y de calidad del entorno construido (el proceso de participación ha sido recientemente anunciado por el ministro de Infraestructuras, Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, que destacó el papel que la misma jugará para contribuir a que los pueblos y ciudades estén más cohesionados socialmente y ofrezcan una mayor calidad de vida).
- La actualización de la orden ministerial de accesibilidad universal a los espacios públicos urbanizados, que se espera esté aprobada en el primer semestre de 2021.
- La Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación, que ya ha sido remitida a la UE mereciendo una calificación de sobresaliente.
- El Plan de Acción Nacional de Rehabilitación y Regeneración Urbana, que implementará las medidas identificadas en la Estrategia referida en el apartado anterior y que constituye, además, un marco fundamentalmente para aplicar los fondos del Plan de Recuperación con objetivos claros, argumentados y que dan respuesta a las necesidades de la ciudadanía y del sector.
- La coordinación con el Ministerio de Hacienda para conseguir que la Agenda Urbana Espa-

ñola, como política nacional urbana, así como los planes de acción local que permitirán su implementación, conformen un elemento clave en la asignación de los fondos europeos correspondientes al nuevo período de financiación del desarrollo urbano sostenible.

Aún siendo muy importantes todas las acciones anteriormente reseñadas, las actuaciones que se están llevando a cabo para implementar la Agenda Urbana Española van más allá de las que pueden tener un componente estrictamente competencial y, como ella misma declara, incide de manera especial en tres aspectos que, desde una perspectiva trasversal, tienen mucha trascendencia en las políticas públicas: la mejora de la gobernanza, el intercambio y difusión del conocimiento y la formación.

### La Gobernanza

La mejora de la coordinación entre los distintos niveles de Administración Pública, e incluso dentro de la estructura de cada una de ellas, es una de las principales propuestas que contiene el Plan de acción de la AGE. Es lo que las agendas internacionales identifican como la mejora de la gobernanza, que reclama además de manera especial la que tenga que ver con la Administración más cercana a los ciudadanos, es decir, la Administración local. A este objetivo concreto responden los convenios de colaboración que el Mitma ha firmado con la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) que, además de dotar de continuidad a los trabajos del grupo de trabajo técnico y permanente de la Agenda Urbana Española, incluyen planes de difusión, de formación y de capacitación para impulsar la elaboración de los planes de acción por parte de las entidades locales (ayunta-

1. Informe de Progreso sobre la implementación de la Agenda 2030 en España, fue aprobado por el Consejo de Ministros el día 20 de setiembre de 2019 y recoge todas las actuaciones puestas en marcha en cumplimiento del Plan de acción para la implementación de la Agenda 2030 en España.

mientos, diputaciones provinciales, cabildos y consells insulares). Fruto de dicha colaboración son: la Guía divulgativa de la Agenda Urbana Española para alcaldes y técnicos y la celebración de talleres específicos de capacitación para técnicos locales, sobre la elaboración de los planes de acción. También se ha firmado otro convenio (21 de julio de 2020) para crear el marco jurídico que permita constituir y poner en marcha el Foro Local a nivel político e institucional, que contribuirá a la consecución del Objetivo Estratégico 10 de la Agenda Urbana Española, que busca impulsar y facilitar estructuras de coordinación, colaboración y cooperación con el resto de Administraciones Públicas y, especialmente, como se dijo, con los entes locales.

### La Agenda Urbana y los planes de acción local: los Protocolos de Actuación

Quizás uno de los principales beneficios que aporta la Agenda Urbana Española sea la capacidad de ordenar la toma de decisiones con una visión estratégica, garantizando su coherencia, sistemática e integración. Todo ello, además, sobre la base de una coordinación y cooperación previas y organizada entre todas las áreas sectoriales afectadas, además de, por supuesto, con el resto de las Administraciones Públicas y demás agentes involucrados. Se trata de contar con verdaderas estrategias de ciudad que tengan en cuenta los desafíos sociales, económicos, territoriales y medioambientales, bajo el prisma de la sostenibilidad, y sin que queden limitadas por la convencional suma inconexa de proyectos de inversión.

En este sentido, el Mitma propuso la firma de unos protocolos de actuación con



las entidades locales que han manifestado su interés por elaborar planes de implementación en su escala territorial, como forma de impulsar proyectos piloto que puedan servir de ejemplo y posible transferencia –con las adecuaciones necesarias– para el resto de municipios. Mediante la firma de estos protocolos se busca, por un lado, reconocer el esfuerzo de quienes, desde un principio, vieron en la metodología que propone la Agenda Urbana Española, una oportunidad para elaborar planes estratégicos de ciudad, y comenzaron a trabajar en sus correspondientes planes de acción (A Coruña, Murcia y Alfaro en La Rioja), y por otro, facilitar a todas aquellas entidades locales interesadas en transitar por esta nueva senda, el acompañamiento y soporte necesarios para alcanzar aquel fin. Entre los municipios con los que ya se han firmado estos protocolos se encuentran Castellón, Fuenlabrada y Murcia, y, en total, son aproximadamente 30<sup>2</sup> los que en este momento están elaborando sus planes de acción con el enfoque integrado y los objetivos estratégicos

2. Municipios como Algeciras, La Rinconada, Sevilla en Andalucía; Salamanca y Valladolid en Castilla y León; Viladecans, Sant Boi de Llobregat y Gavá en Cataluña; Logroño en La Rioja; Torreldones en Madrid; Pamplona en Navarra; y Alicante, Alcoy, Torrent y Valencia en la Comunidad Valenciana, entre otros.

que persigue la Agenda. Todos ellos aportarán, cuando estén aprobados, un buen mecanismo de intercambio de conocimiento y de trabajo en red con metodologías homologables y posibilidades prácticas de transferencia a modo de buenas prácticas.

Mención aparte merecen los planes de acción de las diputaciones de Granada, Barcelona y del Consell insular de Menorca que, desde una perspectiva innovadora, han visto en la Agenda Urbana un instrumento para orientar políticas, unificar criterios y desarrollar acciones concretas y efectivas desde una perspectiva más territorial y para todos los municipios que engloban.

### La Formación

Este compromiso aparece reflejado del modo siguiente: “poner en marcha un plan de formación para crear conciencia política, técnica y ciudadana y generar conocimiento en relación con el desarrollo urbano sostenible”. A tal fin se han llevado a cabo distintas actuaciones que, además de la capacitación profesional, buscan llevar los objetivos de la Agenda Urbana desde las escuelas de infantil hasta las universidades. Con el primer objetivo se ha firmado con el Ministerio de Educación y Formación Profesional un Protocolo de actuación que tiene por objeto coordinar los esfuerzos de ambos departamentos en relación con la concienciación sobre los entornos

urbanos y rurales. Este instrumento de colaboración apuesta por una mejora de la gobernanza que fomente el intercambio de información, documentación y recursos sobre los temas educativos a través de los canales de comunicación disponibles por ambas partes, así como la voluntad de compartir e implementar los objetivos de la misma, en el marco de los ODS 4 y 11 de la Agenda 2030.

Una de sus primeras y más relevantes acciones ha sido la coedición de la "Guía didáctica de la Agenda Urbana Española para educación primaria", que pretende ser una herramienta especialmente destinada a los profesores y que busca promover que los niños y niñas se sientan protagonistas del entorno en el que viven, para que lo entiendan, lo disfruten y lo respeten, como si fuera una continuación de su propia casa.

La Guía busca traducir los objetivos de la Agenda Urbana Española a un lenguaje fácil y cercano para la comunidad infantil que, de una manera didáctica y educativa, quiere contribuir a crear la necesaria conciencia ciudadana que permita alcanzar en un futuro próximo la cultura participativa que permita que todas nuestras voces, incluyendo las de los más pequeños, se oigan y sean tenidas en cuenta. Para llegar a las universidades, y también a modo de proyectos piloto, se está trabajando con las escuelas técnicas superiores de arquitectura de Madrid y de Navarra, y con las universidades de Murcia y de la Rioja, mediante la organización de jornadas y seminarios: En el caso concreto de la Universidad de Navarra se han organizado talleres que, en el marco de la asignatura "Urban Regeneration", buscan acercar la nueva metodología de trabajo que propone la Agenda Urbana a quienes pronto serán los profesionales del futuro.

## Conclusión

En un momento crítico como el actual, con una grave crisis sanitaria que se proyecta en una crisis económica y también social que afectan fundamentalmente a los entornos urbanos (sean pueblos o ciudades), la implementación de la Agenda Urbana Española debe verse como una oportunidad que permite repensar el modelo urbano heredado y ponerlo en relación con los valores que reclama una sociedad del S XXI. Unos valores que ponen en el tapete la necesidad de garantizar una mayor equidad y cohesión social, que demandan economías competitivas y generadoras de empleo estable y digno y que persiguen como

anhelo global una protección ambiental que reclama ya el planeta en su conjunto para garantizar su/nuestra propia supervivencia. Valores que, en suma, conforman el principio del desarrollo urbano sostenible que está en la esencia de las agendas urbanas y, por ende, en la de la española.

Todas las manos serán necesarias para alcanzar estos objetivos tan ambiciosos que tienen en el centro de la diana a las personas. En esa dirección, la Agenda Urbana Española ofrece un marco estratégico y un verdadero método de trabajo coordinado que puede ser un instrumento útil para afrontar los retos del presente y los desafíos del futuro. ■

## El intercambio de conocimiento



Entre las principales acciones de implementación de la Agenda propuestas para los próximos meses se encuentra la organización de la primera edición del Foro Urbano de España, con la colaboración de ONU-Habitat (nuevamente en virtud de un Convenio firmado al efecto). Este Foro se plantea como una plataforma de intercambio y fomento de la participación, que busca conectar a todos los actores y agentes relevantes para fomentar un desarrollo urbano estratégico, sostenible e integrado en España. El lema elegido para esta primera edición es: "El papel de las ciudades en la recuperación social y económica", y su desarrollo se abordará a través de cuatro ejes temáticos: 1. Transición ecológica y modelo de ciudad; 2. Ciudad y salud; 3. Equidad y cohesión social, y 4. Transición digital e innovación.

Aunque como consecuencia de la crisis sanitaria provocada por la covid-19, se ha considerado oportuno posponer su celebración para la próxima primavera, su presentación oficial está prevista para el próximo 13 de enero de 2021 y con ella, el lanzamiento de la plataforma *web* elaborada al efecto y la apertura de la convocatoria para participar mediante la organización de eventos paralelos en formato *on line*.

Se espera que las conclusiones que puedan alcanzarse en este Foro, en el que está prevista la mayor participación posible de todos los actores interesados, incluyendo a la sociedad civil, sean un punto de partida para avanzar en la implementación de la Agenda Urbana Española y una inspiración para desarrollar nuevas formas de colaboración y de trabajo participado en beneficio de todos.

4.982 millones de euros corresponderán al Plan Europeo de Recuperación

# El Presupuesto de Mitma crece hasta 16.664 M€ en 2021



El ministro José Luis Ábalos durante su intervención en la presentación.

Los Presupuestos del Mitma para 2021, que ascenderán en conjunto hasta los 16.664 millones de euros –lo que supone casi un 53% más que los actuales–, muestran ya las que serán las grandes líneas maestras de inversión a lo largo del próximo año. Así, con motivo de su presentación el pasado día 28 en la sede del Ministerio, José Luis Ábalos avanzó que “la vivienda, junto a la reorientación de las políticas del transporte, serán dos de las principales prioridades del Departamento”. El ministro también se refirió a estos nuevos Presupuestos como “un cambio radical de tendencia, que hará que la inversión alcance el nivel más alto de los últimos diez años y se supere el viejo enfoque de

la austeridad, permitiendo utilizar la inversión como forma de impulsar la actividad y acelerar la recuperación”.

De las nuevas partidas del Departamento para el próximo año, 4.982 millones de euros corresponderán al Plan Europeo de Recuperación. En el marco de este Plan, unos 1.651 millones de euros se destinarán a programas de rehabilitación y renovación de viviendas y espacios urbanos, y otros 1.177 millones de euros para favorecer la movilidad sostenible en entornos urbanos y metropolitanos. Asimismo, con cargo también a los fondos del Plan Europeo, los corredores Atlántico y Mediterráneo recibirán asignaciones por un valor de 1.259 millones de euros, mien-

tras que la Red Transeuropea de Transportes contará con 462 millones de euros.

## La vivienda, política clave

El gasto asignado a Vivienda multiplica por cinco su dotación, hasta alcanzar un total de 2.252 millones de euros, de los que 1.934 millones de euros se gestionarán a través de convenios y concurrencia competitiva junto a comunidades autónomas y ayuntamientos. Del total, está previsto comprometer unos 1.150 millones de euros para el programa de recuperación en entornos residenciales y para rehabilitación y edificación; otros 81 millones de euros irán destinados a actuaciones en sostenibilidad y digitalización de edificios de todos los niveles de la Administración; 30 millones de euros, para rehabilitación arquitectónica; 215 millones se presupuestan para el Plan de vivienda de alquiler asequible, además de 354 millones para el actual Plan de vivienda. Por último, otros más de 20 millones se reservan para los convenios locales en planes de agenda urbana.

## Impulso a Cercanías

Dentro de las inversiones por modos de transporte, destacan sobre todo las destinadas al ferrocarril y su apuesta por la sostenibilidad, que un año más concentran cerca del 42% del total de la inversión del Ministerio,

con 5.876 millones de euros, casi unos 1.500 millones de euros más que en 2020.

Por lo que concierne al transporte ferroviario, el ministro se refirió a la necesidad de avanzar en la reorientación de estas políticas, de modo especial, a la necesidad “de apostar por nuestra red convencional, abandonada durante muchos años, y el transporte metropolitano, el de Cercanías, el que más viajeros mueve y más críticas suscita”. Se refirió también al nuevo impulso que recibirán las conexiones portuarias, para modernizarlas y convertirlas en los auténticos nodos logísticos que el país necesita.

Conforme a esas prioridades el ministro anunció una dotación récord para Cercanías, que se verá incrementada hasta en un 160%, con 1.500 millones de euros. También las Obligaciones de Servicio Público de Renfe contarán con ayudas por unos 410 millones, destacando que por primera vez el Ministerio asumirá las subvenciones a consorcios metropolitanos, para los que se prevé una dotación de hasta 373 millones de euros. En conjunto, las inversiones en la red convencional ascenderán a 1.826 millones de euros, unos 963 millones más que en 2020 (111,6 % de incremento), mientras que el presupuesto previsto para actuaciones en la red de Alta Velocidad será de 2.877 millones de euros. Crece también la asignación a Renfe, con una partida de 857 millones de euros, lo que supone 476 millones de euros más que en 2020.

### Carreteras, puertos, aeropuertos

Por lo que respecta a Carreteras, el Presupuesto se incrementa hasta los 2.340 millones de

euros, de los que unos 1.240 millones se prevén para actuaciones de conservación en la Red del Estado, representando un 58% más que en 2020.

Crece asimismo las dotaciones para el transporte marítimo y el sistema portuario, donde se consignan inversiones por valor de 1.141 millones de euros. Por su parte, el transporte aéreo dispondrá de un presupuesto de 1.063 millones de euros, con la previsión de Aena de invertir 923 millones para incrementar la calidad de servicio, la seguridad operacional, atender mejoras medioambientales y la optimización de la capacidad. Enaire contará también con 126 millones de euros para el desarrollo de proyectos relacionados con la implantación del Cielo Único Europeo.

### Bonificaciones al transporte

Finalmente, el ministro desglosó algunas de las ayudas del Ministerio para el sector y los usuarios de los distintos modos de transporte. En concreto las OSPs (obligaciones de servicio público), que ascenderán a un total de 1.205 millones de euros, tanto para familias como para empresas, de entre las que destacan por su aumento (casi un 54%) las ayudas para el transporte extrapeninsular. Con ellas se busca sobre todo ofrecer respaldo presupuestario a las bonificaciones al transporte aéreo y marítimo del 75% del importe de los viajes para los residentes de Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla, una partida que, según afirmó Ábalos, “no estaba considerada en los presupuestos heredados de 2018”.

Asimismo, en el nuevo Presupuesto ministerial también se incorporan diversas ayudas diri-

gidas directamente a las empresas de transporte, a través de los mecanismos de financiación europeos. Supondrán un total de 240 millones de euros e irán destinadas sobre todo a proyectos de digitalización de empresas, renovación del parque móvil de mercancías (vagones, locomotoras, camiones), fomento de nuevas tecnologías y energías alternativas en los sectores ferroviario y marítimo, o a la innovación en el transporte de mercancías.

# Mitma, motor del Plan de Recuperación

En sendas intervenciones en Barcelona y Madrid, el ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana se ha referido al papel destacado que desempeñará el Ministerio como motor del Plan de Recuperación elaborado por el Gobierno. Así, el 8 de octubre, durante su intervención en la jornada “Construyendo puentes con las infraestructuras”, organizada por Foment del Treball en Barcelona, José Luis Ábalos, señaló el papel fundamental del Mitma en el Plan, que destinará importantes recursos a modernización e inversiones, y una semana más tarde, durante su comparecencia en el Foro PRISA “Construyendo un Futuro Sostenible”, celebrado en Madrid, Ábalos tuvo también oportunidad para poner de relieve el protagonismo del Ministerio en

esa recuperación, mediante el impulso a las políticas de movilidad y vivienda, dos de las claves esenciales para la reactivación y la transformación económicas. A lo largo de esa segunda intervención ante responsables de distintas empresas, organizaciones y administraciones, el ministro incidió en que “la recuperación deberá orientarse en la dirección de modernizar nuestra economía y hacerla más sostenible, inclusiva y resiliente, con la movilidad y la vivienda como palancas fundamentales”. Ábalos se refirió asimismo al Fondo de Reconstrucción Europeo como el mejor marco para impulsar la recuperación en nuestro país, “con medidas que tienen que estar bien orientadas y diseñadas con realismo, para ser acometidas efectivamente. Y todo

ello en un plazo breve de tiempo, como corresponde a la situación excepcional y de emergencia que estamos viviendo. En este sentido, el Ministerio es conocedor de la línea a seguir dado que ya ha trabajado sobre estos temas en la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada, actualmente en debate público, y en la Agenda Urbana Española, aprobada en 2019”.

El ministro puso de relieve en Barcelona que, dentro del ámbito del Departamento, “hay que aprovechar el impulso de la recuperación y los fondos europeos para encarar los retos de la digitalización y la sostenibilidad de la movilidad, la vivienda, la edificación y las infraestructuras de los próximos años y modernizar nuestro tejido productivo.

## Programa Horizonte contra la violencia de género

Durante su intervención en el acto de firma de varios convenios de colaboración con organizaciones de ayuda a las víctimas de violencia de género, el ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, José Luis Ábalos, destacó el firme compromiso del Departamento por la igualdad con la puesta en marcha del Programa Horizonte, orientado a la sensibilización frente a ese problema y al acompañamiento para el acceso al mundo laboral de las mujeres que lo sufren.

Ábalos subrayó así la importancia de la firma de los convenios suscritos entre la presidenta de Ineco, Carmen Librero, y las representantes de la Asociación Eslabón, Ana Cristina Duque, y la Asociación de Mujeres Unidas contra el Maltrato (MUM), Carmen Benito.

El ministro también afirmó que significaban un hito especial en Ineco y en el Ministerio, y simbolizaban el compromiso de las administraciones públicas con la puesta en marcha de acciones que permitan superar las barreras que aún dificultan el día a día a las mujeres.



## Mitma participa en la construcción de 3.614 viviendas de alquiler asequible en Barcelona



La colaboración entre Mitma y el Ayuntamiento de Barcelona para fomentar la promoción de viviendas destinadas al alquiler asequible o social hará posible la promoción de 3.614 viviendas destinadas a alquiler asequible en suelos municipales de esa ciudad. 1.849 serán públicas, promovidas por gestión directa del consistorio barcelonés, y el resto, 1.765, se promoverán licitando derechos de superficie sobre suelo público mediante colaboración público-privada. El ministro José Luis Ábalos aseguró, al término de la firma del Protocolo suscrito entre el Ayuntamiento barcelonés y el Ministerio para la construcción de las viviendas, que este documento “señala el camino a

otros grandes ayuntamientos para movilizar suelo y aumentar la oferta pública de vivienda como la forma más eficaz de intervenir en el mercado de la vivienda y, especialmente, en zonas muy tensionadas por la escalada de precios del alquiler”. El Protocolo tiene como objetivo establecer las bases generales de colaboración y cooperación mutuas para fomentar la promoción de viviendas en régimen de alquiler asequible o social en los suelos de titularidad municipal o de sus organismos dependientes, calificados para uso residencial de vivienda o dotacionales que admitan el uso residencial de vivienda dentro del municipio de Barcelona.

Se crearán 40 nuevos puestos de trabajo

## Nuevo Centro de Robótica en el taller de Renfe de Alcázar de San Juan

El ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, José Luis Ábalos, anunció el pasado día 1 de octubre la creación de alrededor de 40 puestos de trabajo cualificados en el nuevo centro de Robótica e Inteligencia Artificial que se ubicará en el antiguo taller de Renfe en Alcázar de San Juan, donde desarrollará las tecnologías digitales más avanzadas de robotización y análisis inteligente de datos y permitirá la creación de unos 40 puestos de trabajo altamente cualificados. Así lo avanzó el ministro durante la presentación del Plan de Deslocalización de Renfe en Toledo, donde también aseguró que estas iniciativas se van a seguir impulsando en otros puntos de España, lo que

hará posible que la gente no tenga que abandonar su ciudad en busca de oportunidades e, incluso, que algunos de quienes ya lo han hecho tengan la oportunidad para regresar. El Centro de Robótica e Inteligencia Artificial supondrá el desarrollo de las tecnologías digitales más avanzadas de robotización y análisis inteligente de datos. Este proyecto se enmarca dentro de los objetivos de digitalización del Plan Estratégico 2019-2023 y tiene como objetivos impulsar la eficiencia tecnológica, acelerar la transformación digital de Renfe y situar a Renfe en el conocimiento y aplicación de tecnologías digitales claves en el escenario de liberalización.

Con la puesta en marcha de este Centro de Competencias Digitales, Renfe se sitúa en la vanguardia de la transformación digital en su sector, y además lo hará desarrollando estas nuevas capacidades industriales, con sus propios profesionales en Alcázar de San Juan. Ábalos mantuvo previamente una reunión con el presidente de la Junta de Castilla-La Mancha, Emiliano García-Page, con quien compartió la Agenda de su Departamento en dicha Comunidad Autónoma y ha recordado que, pese a la difícil situación sanitaria, entre enero y agosto de este año la inversión del Departamento ha sido un 20% más y la licitación un 85% más que el pasado año.

# Nuevos accesos Sur al puerto de Barcelona

Convertir a Barcelona en el nodo logístico y multimodal más avanzado del Sur de Europa, ese es el principal objetivo del proyecto de los “Nuevos accesos Sur, viario y ferroviario, al puerto de Barcelona”. Así lo ha afirmado el ministro de Mitma, José Luis Ábalos, quien durante la firma del Protocolo de actuaciones ha asegurado que el compromiso del Ministerio con el desarrollo del Espacio Único Europeo del Transporte y con los corredores ferroviarios es incuestionable, en concreto con el Mediterráneo, con una inversión de más de 650 millones de euros ejecutados y 2.050 millones de euros licitados desde junio de 2018.

El ministro se refirió también a otras actuaciones del Estado en las infraestructuras catalanas, destacando la intención de seguir trabajando por el Corredor Mediterráneo: “tras la puesta en servicio de la Variante de Vandellós el pasado mes de enero, este verano pusimos en marcha las obras de adaptación del tramo entre Castellbisbal y el nudo de Vilaseca al ancho internacional”.

Ábalos señaló también otras grandes actuaciones que van a dinamizar el flujo de transporte ferroviario en Barcelona, como es el caso de la estación de La Sagrera.



## Fuenlabrada, referente de la Agenda Urbana Española

Fuenlabrada, un municipio considerado hasta ahora como prototipo de las viejas ciudades-dormitorio, avanza con paso decidido hacia un nuevo horizonte. Así lo reconoció el ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, José Luis Ábalos, quien no dudó en situar Fuenlabrada como ciudad referente para el desarrollo de la Agenda Urbana Española, durante la firma del Protocolo de Actuación en el municipio madrileño que permitirá abordar, con el acompañamiento del Ministerio, la elaboración de su propio Plan de Acción. El acto, en el que estuvieron también presentes el delegado del Gobierno en Madrid, José Manuel Franco; el secretario general de Agenda Urbana y Vivienda, David Lucas; el director general de Agenda Urbana y Arquitectura, Iñaqui Carnicero, y el alcalde de Fuenlabrada, Francisco Javier Ayala, significa el primer gran paso para el desarrollo del Plan. Con él se podrá abordar una estrategia para repensar la ciudad y definir objetivos, líneas de actuación y directrices capaces de orientar, de manera integrada, el desarrollo urbano de los próximos años, con propuestas a corto, medio y largo plazo, de conformidad con la metodología que propone la Agenda Urbana Española, que pretende, según el ministro, el desarrollo de ciudades sostenibles, inclusivas, seguras y resilientes.

## Incidentes con orcas restringen la navegación de veleros en Galicia



A finales de septiembre y durante una semana, la Dirección General de la Marina Mercante (DGMM) del Mitma prohibió, mediante una resolución de la Capitanía de Ferrol, la navegación a los veleros de eslora igual o inferior a 15 m entre la Punta de Estaca de Bares y el Cabo Priorio Grande. Durante otra semana, la prohibición se extendió hasta el Cabo de Fiste-

rra, afectando a la Capitanía de A Coruña. ¿El motivo?. Una serie de episodios accidentados entre un grupo de orcas y veleros de tamaño medio que, en alguna ocasión, acabaron con daños materiales. El objetivo de esta medida fue salvaguardar la seguridad de los navegantes y proteger la integridad de las orcas, catalogadas como especie vulnerable.

## Controlado el vertido de hidrocarburo en la Ría de Arousa



El pasado 13 de octubre, en torno a las 14.00 horas, el avión de Salvamento Marítimo 102 daba la voz de alarma cuando se encontraba en labores de reconocimiento: una mancha de hidrocarburo de un tamaño aproximado al de 15 campos de fútbol (1.500 x 400 metros) se extendía por las proximidades de la ría de Arousa, entre Ribeira y la isla da Rúa, poniendo en riesgo uno de los principales bancos marisqueros de Galicia. De inmediato, la Capitanía Marítima de Vilagarcía de Arousa, dependiente de la Dirección General de la Marina Mercante

del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, activó el Plan Marítimo Nacional de respuesta ante la contaminación marina, en situación de emergencia 1, e inició el operativo destinado a frenar el vertido y limpiar la mancha. Coordinados por el Centro de Salvamento de Fisterra y bajo la dirección de la Capitanía Marítima de Vilagarcía de Arousa, efectivos de Salvamento Marítimo, el Servicio de Gardacostas de Galicia y la Autoridad Portuaria, entre otros, trabajaron sin descanso durante las siguientes jornadas para lograr contener el vertido y limpiar el contaminante ya emitido al océano utilizando para ello las técnicas apropiadas, como el despliegue de barreras de contención o la dispersión mecánica. Por fortuna, y gracias al esfuerzo humano y material de las instituciones implicadas y a las condiciones meteorológicas favorables, el viernes, día 16, la mancha ya casi era imperceptible, por lo que se retiraron las barreras y solo quedó en la zona un pequeño equipo de vigilancia.

## Álvaro Siza recibe el Premio Nacional de Arquitectura

Durante un acto celebrado por videoconferencia y con un aforo muy reducido debido a la situación sanitaria, el presidente del Gobierno, Pedro Sánchez, hizo entrega el pasado 30 de octubre del Premio Nacional de Arquitectura, correspondiente a 2019, al arquitecto Álvaro Siza Vieira. En el acto también participaron el primer ministro de Portugal, Antonio Costa, y el ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, José Luis Ábalos.

El Premio Nacional de Arquitectura (PNA) 2018 fue concedido por el Mitma a Álvaro Siza Vieira como uno de los grandes maestros que más ha influido en la arquitectura española, tanto como referente para los arquitectos españoles como por su prolífica obra construida en nuestro país. Su arquitectura ha actuado a menudo como instrumento de reequilibrio social, de reducción de desigualdades y mejora de la calidad del entorno construido. El jurado



estuvo presidido por Manuel Gallego Jorroto, Premio Nacional de Arquitectura 2018, quien destacó de Siza "el valor de su singular aportación como un referente para la sociedad y el colectivo de arquitectos y estudiantes de arquitectura de todo el mundo, y en particular españoles".



La nueva esclusa brinda más protección a la ciudad frente a inundaciones

# La puerta de Sevilla al mar

El Puerto de Sevilla es una infraestructura de gran relevancia estratégica para la ciudad y para la región, tanto por la importancia como motor económico como por las ventajas medioambientales derivadas de su carácter de puerto interior marítimo. Es el único puerto marítimo de interior de España, enclave estratégico para la Unión Europea (nodo prioritario de la Red Transeuropea de Transporte) y es completamente multimodal con conexiones marítima, ferroviaria y por carretera. **Dispone de una amplia superficie para el desarrollo logístico e industrial y cuenta con 5 terminales portuarias y 3 muelles públicos, más de 4.000 metros de atraque y un 1 millón de metros cuadrados de almacenes, así como con la primera Zona de Actividades Logísticas de Andalucía y con una Zona Franca.**

■ *Texto: Autoridad Portuaria de Sevilla*



Tablero levadizo fabricado en el polígono industrial del Puerto de Sevilla a su paso por la esclusa.

## El Puerto también es

motor económico para su entorno, con más de 200 empresas, 23.000 puestos de trabajo y un impacto en el PIB de 1.100 millones de euros. Recientemente, la Autoridad Portuaria de Sevilla ha elaborado un ambicioso plan estratégico para aprovechar al máximo las ventajas de contar con el mar en el corazón de Andalucía y con el que pretende mejorar la competitividad del puerto en base a una mayor eficiencia en las operaciones, la transformación tecnológica y la digitalización y la excelencia ambiental.

La construcción de la esclusa de Sevilla, conocida como la 'Puerta del mar', responde a una necesidad de modernización de una estructura, la antigua esclusa, terminada de construir en los años 50, y de capacidad. La ría del Guadalquivir a la altura de Sevilla cuenta con una carrera de marea media de 2 metros, lo que hace necesaria una infraestructura que permita elevar o bajar el nivel para entrar o salir del puerto cuya lámina de agua está a cota fija para facilitar así las operaciones de estiba y desestiba de buques. El funcionamiento es sencillo y análogo al de un ascensor: el buque se sitúa entre las compuertas, se modifica el nivel del agua mediante gravedad, el barco sube o baja y, finalmente, con la apertura de la compuerta el barco sale con el nuevo nivel. La antigua esclusa tenía 24.36 m de manga y 200 m de eslora, mientras que la nueva esclusa cuenta con 400 m entre compuertas exteriores, 40 m de manga, y 293 m de eslora, pudiendo entrar buques con más carga y aumentando la capacidad del Puerto de Sevilla.

Además, la esclusa de Sevilla tiene otra función, que es la de proteger de avenidas a Sevilla y de las históricas inundaciones, manteniendo el nivel de agua de la dársena. Sevilla está protegida por un muro de defensa que la rodea, y la esclusa 'Puerta del Mar' actúa como cierre del lado sur. Las compuertas situadas en lado del río Guadalquivir están coronadas a la cota +9 metros –que es la cota de máxima avenida para un periodo de retorno de 500 años– con un resguardo suficiente. En el caso de grandes avenidas estas puertas exteriores de la esclusa se cierran, quedando así protegida la ciudad de Sevilla.

### Proceso constructivo

El proceso constructivo de la obra ha supuesto la conjunción y programación previa de una larga lista de tareas complejas, y el funcionamiento de equipos de producciones muy elevadas no empleados habitualmente en otro tipo de obras, los cuales se pueden agrupar en las siguientes fases:

1. Ejecución del recinto de construcción de la estructura de la esclusa.
2. Construcción de la estructura de hormigón armado de la esclusa. Fabricación y colocación de los elementos electromecánicos (puertas metálicas y puentes basculantes). Ejecución de los muelles de tablestacas.
3. Inundación del recinto y trabajos de acondicionamiento en anteesclusa y enlace nueva esclusa (dragados, formación de diques de cierre y viales sobre el canal de Alfonso XIII).
4. Apertura de la dársena y puesta en funcionamiento.

Dado que la estructura de hormigón armado que conforma la esclusa propiamente dicha se cimenta de forma directa a las cotas –14,0 m (cuenco central y puentes) y –16,0 m (zonas de garajes) en las gravas presentes en el aluvial subyacente (de espesor variable, situadas generalmente entre la cota absoluta –13,0 m y la –19,0 m), fue preciso crear un recinto estanco bajo el nivel del río que permitiera alcanzar esta cota y poder efectuar los trabajos previstos en seco, es decir trabajar a 18 m bajo el nivel freático y a una distancia de unos 90 m del río Guadalquivir. La ubicación y orientación de la nueva esclusa en la orilla del canal de Alfonso XIII fue señalada tras minuciosos estudios de navegación que tuvieron en cuenta tipos de barcos,

corrientes, vientos, etc. Debido a esta ubicación ha sido preciso ganar una importante porción de terreno al río, para lo cual se diseñó una ataguía compuesta de material todo uno de cantera (aprox. 500.000t) apoyada parcialmente sobre el fondo del cauce, el cual se dragó previamente hasta garantizar un apoyo en material suficientemente competente (cota –15,0 m).

El relleno con todo uno de cantera tendría que ser después atravesado con una pantalla de bentonita-cemento, por ello se buscó una granulometría continua y un tamaño máximo de 400 mm que permitiera posteriormente excavarlo con una cuchara de 1 m de ancho. Paralelamente, y aprovechando la presencia de la draga junto al recinto, se dragó en el interior del mismo hasta la cota –5,0 m el material limo-arcilloso presente en el mismo, que podría dificultar después el tráfico de vehículos para su excavación. Mientras se procedía a la formación completa del perímetro del recinto de construcción con la ataguía, se fue excavando el recinto con medios terrestres, hasta alcanzar el nivel freático, y se fue ejecutando una pantalla de impermeabilización de bentonita-cemento de 1,0 m de espesor (aproximadamente 54.000 m<sup>2</sup>) empotrada en las margas azules situadas aproximadamente a la cota –20 m. Una vez ejecutada toda la pantalla que circundaba el recinto de construcción, se procedió a ejecutar el rebaje del nivel freático en el interior del mismo. Para ello se contó con dos bombas flotantes de 260 l/s y una vez eliminada el agua superficial, se continuó el achique mediante pozos comunicados con las gravas anteriormente comentadas.

Área de la plataforma logística multimodal del Puerto de Sevilla que se encuentra en la Dársena de Batán.



Debido a la presencia de estratos limo-arcillosos en los taludes, existía el peligro de que se produjeran fenómenos de desembalse rápido si se quedaba colgado el nivel freático en alguno de esos niveles. Esto obligó a la realización de un estudio de redes de filtración, que estableció que el ritmo máximo de vaciado del recinto con coeficientes de seguridad aceptables era de 1m/semana. Para controlar estos fenómenos y confirmar que el modelo de filtración era correcto, se estableció una red de piezómetros alrededor de toda la pantalla y se constató que no quedaban niveles colgados y que el nivel freático en los taludes iba acompañando al de lámina de agua. Una vez achicado el recinto se procedió a la excavación del material presente mediante equipos mecánicos terrestres de gran rendimiento (en total se llegó a contar con cuatro equipos de movimiento de tierras

trabajando en doble turno para excavar 1,7 millones de m<sup>3</sup>). Durante todo el proceso de excavación, ejecución de la estructura y posterior trasdosado de la misma se han controlado los asentamientos y desplazamientos horizontales del perímetro del recinto de construcción, con especial atención sobre la ataguía de cierre del mismo, mediante la instalación de una red de inclinómetros y de hitos topográficos para el control de asentamientos (el valor máximo de desplazamiento hacia el interior del recinto ha superado los 80 mm en la coronación de la ataguía, mientras que el asentamiento máximo ha superado los 140 mm), estando en todo momento dentro del intervalo previsto por el cálculo previo efectuado.

### La estructura de la esclusa

La estructura de hormigón armado de la esclusa tiene una

longitud de 434 m (293 m entre puertas) y 40 m de ancho (35 m útiles), con muros de hasta 20 m de altura y 4 m de espesor (en los garajes hay zonas masivas de hormigón de más de 10,0 m de espesor).

Esta se divide en:

- Zona de puentes lado puerto y zona de puentes lado río: son las partes de la estructura donde se apoyan los puentes basculantes, situadas en ambos extremos de la estructura. Se caracterizan principalmente por la disposición de contrafuertes de 3,0 m de espesor en las zonas de anclaje de las pilas de los puentes.
- Zona de garajes lado puerto y zona de garajes lado río: en esas partes de la estructura se disponen las puertas que permiten el funcionamiento de la esclusa, de desplazamiento horizontal/transversal al eje de la esclusa, además

de la zona de alojamiento de las mismas para efectuar trabajos de mantenimiento. También incluyen los denominados canales de llenado y vaciado, cuya función principal es garantizar el flujo de agua entre las diferentes zonas de la esclusa para elevar o bajar el nivel de agua, gracias a ocho compuertas de accionamiento vertical cuyas guías y carriles quedan embebidos en esta parte de la estructura. En los extremos de esta zona y embebidos en las zapatas, existen galerías que permiten el paso de un lado a otro de la esclusa de servicios, personas, instalaciones, etc.

- Cuenca central: es la zona en la cual se produce la elevación o descenso de las embarcaciones, teniendo como principal característica la solera perforada de 0,50 m de espesor

y las zonas de difusores por donde entra o sale el agua. La forma de estos difusores en conjunto, con los canales de llenado y vaciado, fue estudiada en modelo a escala reducida en el Laboratorio de Puertos del CEDEX con el objeto de minimizar la turbulencia producida al barco y minimizar al máximo el tiempo de esclusada.

Para la ejecución se han empleado un total de 300.000 m<sup>3</sup> de hormigón (con medias de 600 m<sup>3</sup>/día y puntas de algo más de 2.000 m<sup>3</sup>/día) de diversas resistencias, fundamentalmente HA-30, 20 millones de kg de acero corrugado en armaduras, 100.000 m<sup>2</sup> de encofrado (del cual el 70% corresponde a encofrado trepante) y 1,2 millones de m<sup>3</sup> de relleno de tierras en trasdosado de la estructura, que iba acompañando la ejecu-

ción de la misma para no retrasar el global de la obra.

### Muelles de tablestacas

Para materializar la transición entre los taludes de las márgenes del canal de Alfonso XIII y los paramentos verticales de la esclusa, se han diseñado unos muelles de tablestacas de 225 m de longitud en las márgenes norte, formados por un tramo recto y una parte final circular, y de 90 m en las márgenes sur totalmente circulares. La profundidad alcanzada por estos elementos se ha calculado empleando los datos obtenidos mediante un exhaustivo análisis geotécnico complementario al de proyecto, necesario debido a la variabilidad de características de los materiales subyacentes, alcanzando hasta 28,5 m de profundidad en el caso más desfavorable.



Ejemplo de multimodalidad coincidiendo el paso de un buque portacontenedores con el de un tren por la esclusa 'Puerta del Mar'.

## Elementos electromecánicos

En paralelo a la ejecución de la estructura se han construido las puertas metálicas (en las instalaciones de los astilleros situados en el Puerto de Sevilla) y los puentes basculantes. La función desarrollada por las puertas es primordial para la operatividad de la esclusa, al ser los elementos que materializan la separación entre las distintas zonas de operación definidas anteriormente. Son unos grandes cajones de chapa de acero, arriostrados mediante perfiles.

Se deslizan sobre carriles transversales al eje de la esclusa, apoyadas en un carro inferior y otro superior, con cuatro ruedas cada uno de 1,200 mm de diámetro. Cuando las puertas están abiertas quedan recogidas en un espacio de dique perpendicular a la esclusa (garaje).

En total hay cuatro puertas, dos para el garaje del lado río y dos para el garaje del lado puerto, duplicadas para minimizar los problemas en caso de avería (se funciona habitualmente con solamente una puerta por lado). Sus dimensiones principales son 42 x 20.3 x 6 m para las del

lado río y 42 x 17.3 x 5 m para las del lado puerto, empleando en su fabricación un total de 3,25 millones de kg de acero.

Durante la fabricación de las puertas en el astillero, se formaron unos tanques de flotación provisionales que posibilitaran la flotación de la compuerta en posición horizontal, para así poder trasladarlas desde el astillero hasta la obra pasando por la esclusa antigua (flotando en posición de servicio, vertical, no pasaban por la esclusa antigua que tenía un calado inferior a la nueva).

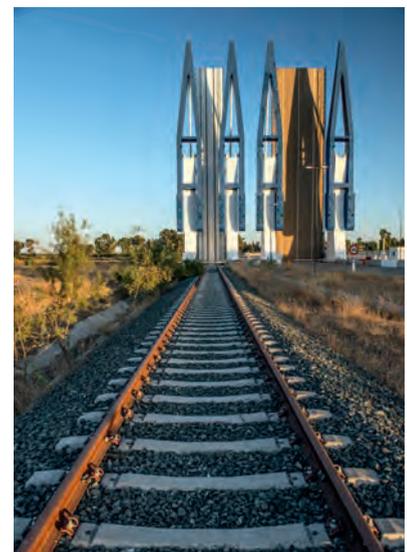
## Puentes

Igualmente se han construido tres puentes basculantes, dos para carretera y uno para ferrocarril, accionados mediante gatos hidráulicos situados en las bases de las pilas, también metálicas, ayudados por los contrapesos superiores alojados en los bastidores ubicados sobre las pilas y conectados a los tableros en su parte media mediante unos tirantes. Las dimensiones principales de los puentes son 42x12 m para los de carretera y 42x6 m para el de ferrocarril, con 3,0 m de canto total, pilas de 25 m de altura y un peso total de 3,1 millones de kg en acero estructural para pilas, tableros y bastidores y 2,1 millones de kg de acero en contrapesos. Los puentes fueron construidos en dovelas en factorías fuera de la obra y posteriormente ensamblados en la obra en plataformas ejecutadas a tal efecto. Estos puentes permiten dar permeabilidad transversal a la nueva esclusa para los viales de

carretera y ferrocarril incluidos en el proyecto, que completan la red interna de comunicaciones viarias del Puerto de Sevilla.

También durante la construcción de la esclusa se han fabricado ocho válvulas de tajadera que son las que gobiernan el flujo de agua que por gravedad llena o vacía la esclusa. Estas válvulas son estructuras metálicas con ruedas que se mueven sobre carriles verticales. Tienen unas dimensiones de 5x3 m y un peso de unos 9,100 kg cada una. Su accionamiento es mediante un cilindro hidráulico vertical que está conectado a la válvula mediante una cadena. A ambos lados de cada válvula se pueden colocar unas válvulas de emergencia que permiten achicar el agua entre ellas y así acceder en seco a las válvulas para operaciones de reparación; como los conductos se dividen en dos partes a la altura de las válvulas, la esclusa puede seguir funcionando con una sola válvula por conducto.

Una vez terminada la estructura de hormigón y el tablestacado dentro del recinto de construcción se procedió a la inundación del cuenco y la rotura del tapón del lado puerto para proceder al montaje de las puertas y los puentes.



Puentes móviles con viales de carretera y ferrocarril.

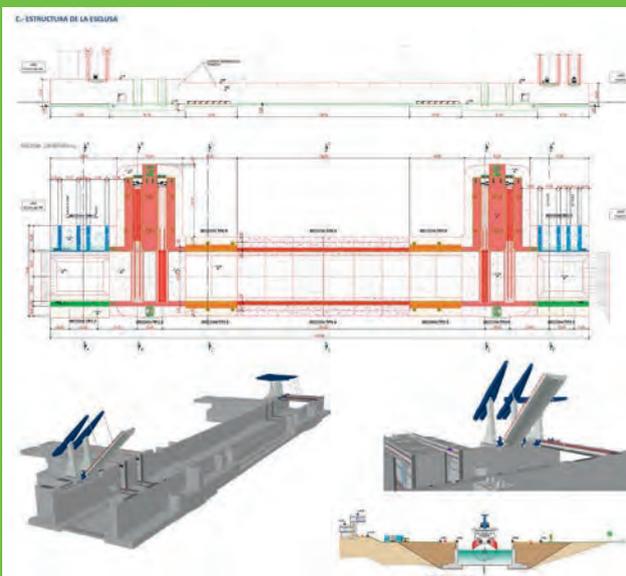
El traslado de las puertas se realizó mediante dos remolcadores, uno en proa y otro en popa y tuvo especial dificultad en el paso de la esclusa actual en la que, en las puertas lado río, existía sólo un margen de 1,50 cm por cada lado de la puerta. Una vez llegaron a la nueva esclusa se procedió a ponerlas de nuevo en vertical mediante el tiro de una grúa de 750 t sobre cadenas, procediéndose mediante un sistema de tiros y reenvíos a la ejecución de la maniobra de entrada en los garajes. A continuación se colocaron las puertas en posición de mantenimiento para proceder al montaje de todos los elementos de tiro de las puertas, maderas de impermeabilización, montaje de carros superiores, inferiores, pruebas de instalaciones, y demás elementos que permiten el correcto funcionamiento de las puertas. Posteriormente y con esa misma grúa se procedió al lanzamiento de los tableros de los puentes desde el lado sur de

la esclusa y a la colocación de los contrapesos sobre las pilas desde el lado norte.

### Puesta en funcionamiento

Una vez que el canal de Alfonso XIII se desvió para que el tráfico fluvial pasara por la nueva esclusa y se finalizaron con éxito la colocación y puesta en servicio de los equipamientos mecánicos e hidráulicos de puertas, puentes y válvulas, se anuló la esclusa antigua y se puso en funcionamiento la nueva, para lo cual fue necesario excavar, en primera instancia, y dragar a continuación la zona de apertura de la dársena del puerto, poniéndola en comunicación con el enlace nueva esclusa y con la esclusa actual. Para la gestión integral de todos los elementos electromecánicos descritos anteriormente y la explotación de esclusa, se disponen cuatro edificios en la zona anexa a la nueva esclusa (edificio de control, de servicios

generales y dos de maquinaria, uno para el lado puerto y otro para el lado río), en los cuales se realiza el control y gestión de esta nueva infraestructura portuaria, junto con una nueva zona urbanizada de 70 ha dotada de todos los servicios necesarios (abastecimiento, saneamiento, red de pluviales, red contra incendios, instalación eléctrica, alumbrado, telefonía y comunicaciones) y unos viales de acceso para carretera y ferrocarril anteriormente citados. La esclusa es, por tanto, la puerta de Sevilla al mar y una infraestructura singular en España. Desde su puesta en funcionamiento en 2010 esta infraestructura ha permitido la entrada de buques con mayor capacidad y, por lo tanto, con más carga; ha favorecido el acceso marítimo a Sevilla e impulsado las potencialidades logísticas e industriales del Puerto y de la ciudad, así como el transporte en barco, el medio más sostenible y eficiente para mover mercancía. ■



### Proceso de construcción de la esclusa





Desde su entrada en funcionamiento, la esclusa ha favorecido los accesos marítimos a Sevilla y las capacidades logísticas del Puerto

Salvamento Marítimo

# Esos barcos

# naranjas.....





“¿Alguien sabe lo que es el aposematismo? Es un fenómeno que consiste en que algunos organismos presenten rasgos llamativos a los sentidos como el color, generalmente destinados a alejar a sus depredadores. En el caso de Salvamento Marítimo nuestro objetivo al usar el color naranja es conseguir visibilidad para que cualquier persona en peligro advierta rápido nuestra presencia”. De esta manera tan original iniciaba su charla sobre Salvamento Marítimo (Sasemar) a los alumnos del Colegio Hispano Británico, la jefa del Centro de Coordinación de Tenerife, Loli Septién. Y no menos rompedora fue la idea de llenar el aula de salvamares de papel naranja. Estamos seguros de que estos niños lo pasaron muy bien y no van a olvidar la importancia de acercarse al mar con respeto.

■ Texto: PEDRO ECHEVERRÍA IBÁÑEZ

## Las unidades marítimas de

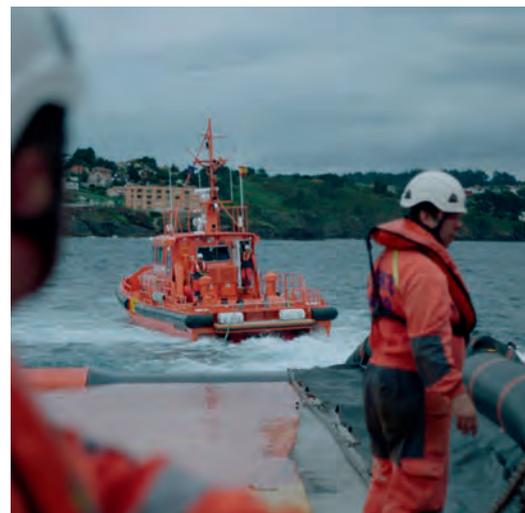
Salvamento Marítimo son naranjas, naranjas a rabiar, no son las únicas, pues Sasemar también cuenta con una flota aérea, pero sí son las más conocidas y coloristas para todos los que se acercan a la mar y que muchos denominan al primer vistazo como “barcos naranjas”. Este color caracteriza las embarcaciones y es utilizado principalmente para mejorar su visibilidad, los colores naranja estándar, salvamento o naranja internacional, ofrecen un contraste óptimo respecto a colores existentes en la naturaleza y sin duda, en el entorno marino, facilitan su

sivamente y en este año ha incorporado dos nuevas embarcaciones a la flota de intervención rápida denominada “salvamares”. Son las salvamares “Gienah” y “Enif”, cuya adquisición ha estado enmarcada en el proceso de actualización de medios contemplado en el Plan Anual de Actuación 2019.

La salvamar Gienah se incorporó el pasado mes de enero a la base de Motril (Granada), para sustituir a la salvamar Hamal, que a su vez ha sido trasladada a la base de Caleta de Vélez (Málaga) y su zona de actuación es el Mar de Alborán. Por su parte, la salvamar Enif se incorporó a su base de Barbate (Cádiz) a finales del mes

a la salvamar Acrux, que está prestando servicio en Ibiza. Estas nuevas embarcaciones, al igual que casi todas las salvamares, deben su nombre a una estrella del firmamento, y por supuesto al igual que el resto también son de color naranja. Su construcción se ha realizado en los astilleros de Auxiliar Naval del Principado de Asturias, con sede en Navia (Asturias) y han supuesto una inversión de unos 2,1 millones de euros cada una.

En su construcción se han incorporado mejoras y novedades frente a sus antecesoras, como es la consola del puente, más integrada y cuenta dos pantallas donde están todos los



rápida localización a distancia y son fácilmente reconocibles por cualquier persona que necesita o espere ayuda en la mar.

### Nuevas incorporaciones “naranjas”

La flota de Salvamento Marítimo va actualizándose progre-

de junio en sustitución de la salvamar Gadir y su zona de operaciones es el estrecho de Gibraltar y el golfo de Cádiz. Y la última incorporación ha sido la salvamar Libertas, que comenzará a operar en el mes de noviembre desde su puerto base en Puerto Portals (Mallorca). Esta embarcación sustituye

equipos de navegación, sonda, plotter y un Max Sea con los que poder hacer patrones de búsqueda.

Estas nuevas salvamares cuentan además con un sistema integral de automatismo desde el que se controlan todos los equipos y sistemas auxiliares como son el arranque y acople motor

auxiliar, el acople corriente de tierra, el arranque para bombas contra incendios (C.I.), hidráulica, ventiladores y extractores, luces de navegación y luces del barco, nivel de tanques de combustible, etc. Con este sistema integrado se han podido eliminar todos los interruptores y cajas eléctricas que sí tenían las unidades anteriores.

El foco de búsqueda es tipo LED con cámara térmica al que se le ha instalado, como novedad, un sistema de seguimiento de un blanco desde el radar principal, lo que facilita su funcionamiento en operaciones de búsqueda y rescate sin visibilidad y durante la noche. Además incorporan, por primera vez en una salva-

plazamiento a máxima carga de 38,7 t y una potencia de tiro a punto fijo de 6 t.

Su reciente incorporación al servicio de salvamento para la protección de la vida humana en la mar, sin duda alguna contribuirá a salvar miles de vidas en nuestros mares, como ya hicieron las salvamares a las que sustituyen.

### Embarcaciones "salvamares"

Las 55 salvamares con las que cuenta Salvamento Marítimo a lo largo de toda la costa española, son las "estrellas" de la flota, aunque no sean las de mayor tamaño pues hay otras unidades más grandes, sí son embarcacio-

Se va a construir un remolcador de altura con una eslora de 82 metros, capaz de operar drones en búsquedas en la mar, optimizar sus consumos energéticos y recoger hidrocarburos

nudos. Construidas en aluminio y con borda baja, son adecuadas para recoger náufragos del agua, además de dar remolques



mar, un botiquín tipo "B" para primeros auxilios.

Las nuevas embarcaciones de salvamento tienen 21,50 metros de eslora y 5,5 metros de manga, cuentan con una velocidad punta de 40 nudos y una autonomía de 400 millas al 80% de la potencia, con dos motores de 1.029kW, un des-

nes que ofrecen extraordinarias prestaciones de alta velocidad, gran maniobrabilidad y poco calado, apropiadas para actuar en circunstancias difíciles, en las que la rapidez de respuesta juega un papel fundamental. Pues las "salvamares", de 15 ó 21 metros de eslora, pueden alcanzar velocidades superiores a los 30

y asistencias. Participan en la mayoría de las emergencias atendidas por el servicio de Salvamento Marítimo, gracias a su rápida respuesta y versatilidad, ya sea resolviendo directamente la emergencia o como apoyo a otros medios de intervención. La anaranjada flota marítima de Sasemar está compuesta

Toda esta gran flota de la que dispone Salvamento Marítimo representa el esfuerzo que España realiza para que los mares de nuestro país sean seguros y estén limpios para desarrollar cualquier actividad lúdica o profesional

además de por las salvamares, por otros buques con características y funciones diferenciadas: 4 buques polivalentes de salvamento y lucha contra la contaminación marina, 10 remolcadores de salvamento y 4 embarcaciones tipo "guardamar". Asimismo, a través de un convenio con Cruz Roja cuenta con 42 embarcaciones de salvamento ligeras.

#### Buques polivalentes y nuevo buque con drones de búsqueda

Salvamento Marítimo cuenta con 4 buques polivalentes: "Don Inda", "Clara Campoamor", "Luz de Mar" y "Miguel de Cervantes", cuya característica principal es su polivalencia en tres aspectos principales:

- El salvamento de personas.
- La lucha contra la contaminación marina, con capacidad de recogida de residuos en la mar.
- Asistencia y remolque a buques y otras operaciones marítimas.

Los buques "Don Inda" y "Clara Campoamor" tienen 80 metros de eslora, 20.600 C.V. de potencia y 228 toneladas de potencia de remolque. Cada uno cuenta con 1.750 m<sup>3</sup> de capacidad de almacenamiento de residuos a bordo y los más potentes medios para combatir graves accidentes por vertidos contaminantes. Son los auténticos gigantes de la flota de Salvamento Marítimo.

Los buques "Luz de Mar" y "Miguel de Cervantes" tienen 56 metros de eslora. Cada uno de ellos cuenta con 290 m<sup>3</sup> de capacidad de almacenamiento de residuos y además disponen de brazos de recogida de contaminación con bombas de aspiración, barreras de contención y *skimmers*.

Próximamente va a haber también novedades en la flota de este tipo de buques polivalentes, ya que el Consejo de Ministros ha aprobado la licitación del contrato de suministro, por un valor de 46 millones, para la fabricación de un buque remolcador de altura. Este tendrá una eslora de 82,35 metros, convirtiéndose en el mayor y más moderno buque de la flota de Sasemar. Aporta también importantes novedades como su capacidad, desde una plataforma en su cubierta, para operar con drones en búsquedas en la mar con la optimización de sus consumos energéticos con propulsión diésel-eléctrica. Tendrá también capacidad de recogida de hidrocarburos mediante brazos. La recepción de este nuevo gigante de la flota está prevista para el primer tercio de 2023.

#### 10 Remolcadores de Salvamento

Salvamento Marítimo cuenta con 10 remolcadores que, por sus prestaciones, aseguran la posibi-

lidad de dar remolque a grandes buques y cuentan con capacidad operativa para intervenir en grandes siniestros (incendios, contaminación, salvamento, etc). Las esloras de los diferentes buques varían entre 40 y 63 metros y la capacidad de tiro entre 5.092 y 8.800 CV.

#### 4 Embarcaciones "Guardamares"

El aspecto más importante de estos buques es que todo su casco y superestructura están contruidos en aluminio e incorporan los medios más modernos, tanto en navegación, comunicaciones, como en medios de búsqueda y rescate. Su eslora es de 32 metros.

#### 42 embarcaciones de Salvamento Marítimo operadas por Cruz Roja Española

Otras embarcaciones de la Sociedad de Salvamento que quizá no son tan conocidas son las embarcaciones que actúan gracias al convenio suscrito con Cruz Roja, en el que se contempla la gestión y mantenimiento de las bases en las que operan embarcaciones de salvamento ligeras. Algunas son propiedad de Salvamento Marítimo y otras de Cruz Roja.

Toda esta gran flota de Salvamento Marítimo representa un esfuerzo que España realiza para que los mares de nuestro país sean seguros y estén limpios para desarrollar cualquier actividad lúdica o profesional. Si a lo largo de la costa se encuentra con "esos barcos naranjas" sepa que representan el servicio público de Salvamento Marítimo del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma) y que está preparado para actuar en todo momento. ■

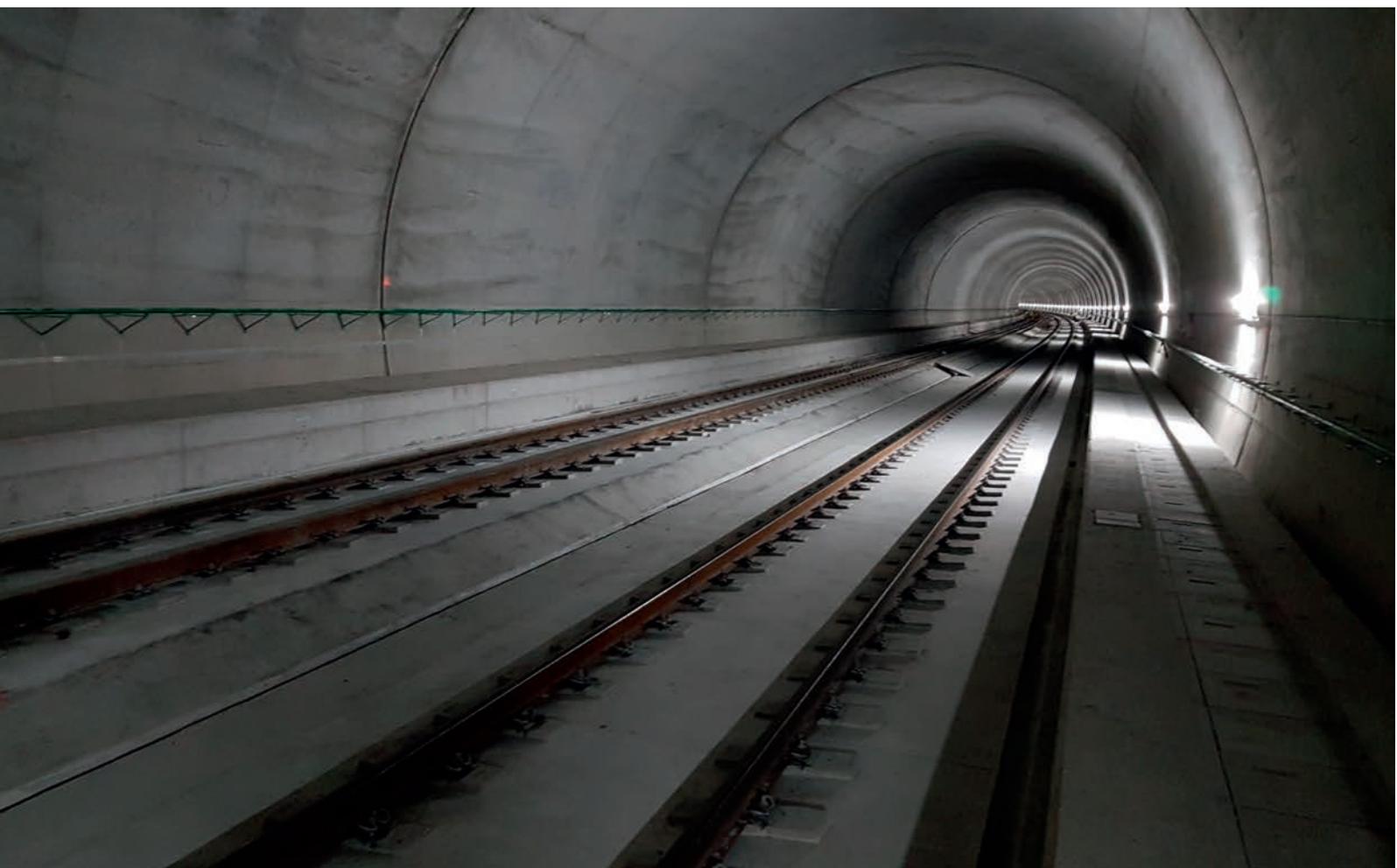


Línea de Alta Velocidad

# Galicia y Madrid, más cerca

**A pesar de las dificultades inherentes a la situación de pandemia por la que atraviesa España, que ha contribuido a incrementar las ya de por sí grandes dificultades geotécnicas de las obras de construcción de la Línea de Alta Velocidad Madrid-Galicia, los trabajos desarrollados durante los últimos meses en los diversos tramos de la LAV entre Zamora y Ourense, han permitido la entrada en servicio, el pasado 26 de octubre, del tramo Zamora-Pedralba de la Pradería de la nueva conexión de alta velocidad a Galicia, y posibilita la continuidad de los trabajos en la línea con el objetivo de completar dicha conexión entre ambas Comunidades Autónomas en el menor plazo posible.**

■ *Texto: Comunicación ADIF*



## Esta nueva conexión

amplía en 110'75 km la red de alta velocidad española, que ya suma un total de 3.567 km, y supone la continuación de la LAV Madrid-Olmedo-Zamora, en servicio desde 2015, hacia el noroeste de la península. El tramo de alta velocidad Zamora-Pedralba, que ha significado una inversión de 898 millones de euros (IVA incluido), ha generado una importante reducción en los tiempos de viaje en las relaciones entre Galicia y Madrid, contribuyendo a la vertebración social y económica de los territorios que atraviesa.

Este tramo de alta velocidad ferroviaria, que parte de la estación de Zamora, tiene doble vía en ancho estándar (1.435 mm) en todo su recorrido, salvo una pequeña sección inicial de 8 km a la salida de Zamora, que se resuelve con vía única de ancho mixto en tres carriles, además de un tramo de ancho estándar en vía única, con el fin de integrar las redes de alta velocidad y convencional en una única plataforma.

El trayecto Zamora-Pedralba está diseñado para velocidades máximas de hasta 350 km/h, con electrificación 2x25 kV 50 Hz en corriente alterna, sistemas de control de tráfico ERTMS N2 y Asfa, y sistema de comunicaciones móviles GSM-R. Hoy se ha puesto en servicio el ERTMS nivel 2 en el tramo Olmedo-Zamora.

El trazado incluye, como elementos principales, 14 viaductos, 9 túneles, el PAET (Puesto de Adelantamiento y Estacionamiento de Trenes) de Tábara, el PB (Puesto de Banalización) de Otero de Bodas, la nueva estación de Sanabria y un cambia-

dor de ancho en Pedralba de la Pradería.

Entre los puntos singulares del trazado destacan los viaductos de Puebla Este (756 m) y río Tera (645 m), así como los túneles de Puebla (1.563 m) y Otero (1.144,46 m).

### Una línea de gran complejidad técnica

De la gran complejidad técnica de la Línea de Alta Velocidad (LAV) Madrid-Galicia, sin duda, debido a la orografía, una de las infraestructuras más complicadas en el desarrollo de toda la red ferroviaria española de alta velocidad, da una idea aproximada tanto el número de viaductos (46), algunos de ellos dobles, con una longitud total de 14'2 km, como de túneles y falsos túneles (40), también algunos de ellos dobles, con una longitud conjunta de 130'5 km, tres Puestos de Adelantamiento y Estacionamiento de Trenes (PAET) y cuatro estaciones, así como un cambiador de ancho y una base de montaje. Todo ello en una longitud conjunta de alrededor de 225 km.

De este modo, la conclusión de las obras en el tramo comprendido entre Pedralba de la Pradería y Ourense, en el que todos los subtramos se encuentran con las obras finalizadas y se han iniciado ya las pruebas de los distintos subsistemas que componen la infraestructura, constituirá el último paso pendiente para completar la conexión de alta velocidad Madrid-Galicia, entre Pedralba de la Pradería y Ourense, una vez en servicio el trayecto Zamora-Pedralba de la Pradería, que permite por sí mismo una importante reducción de los tiempos de viaje entre la comunidad autónoma gallega y el centro peninsular.

En este sentido hay que recordar que hasta este momento el tiempo de viaje directo desde Galicia hasta Madrid era de 4 horas y 22 minutos desde Ourense, pero, con la puesta en servicio del nuevo tramo Zamora-Pedralba, se reduce el tiempo de viaje con todas las capitales gallegas, lo que supone un hito en el transporte por ferrocarril entre ambas comunidades: 1h 26 min entre Madrid y Pontevedra, 1h 2 min con Lugo, 41 min con Santiago de Compostela, 39 min con Ourense, 31 min con Vigo y 24 min con A Coruña. Estos tiempos de viaje volverán a reducirse con la posterior entrada en servicio del nuevo trazado ferroviario entre Pedralba y Ourense, cuando se situará en el entorno de 2 horas y 15 minutos.

### Una línea con dos tramos

En su trazado entre Zamora y Ourense, la Línea de Alta Velocidad Madrid-Galicia presenta dos tramos diferenciados pero de características semejantes y longitudes similares: el tramo Zamora-Pedralba de la Pradería, de 110'75 km de longitud y puesto en servicio el pasado 26 de octubre, y el tramo Pedralba de la Pradería-Ourense, de 114 km de longitud, en el que se están abordando las distintas fases de pruebas en todos los subsistemas.

Mitma ha puesto recientemente en servicio el tramo Zamora-Pedralba de la Pradería de la nueva conexión de alta velocidad a Galicia



El hecho de que buena parte de la infraestructura discurra a través de una sucesión de túneles y viaductos contribuye decisivamente a la protección del entorno natural, que constituye uno de los ejes estratégicos de las obras que ejecuta Adif.

En este aspecto, el compromiso de Adif con el medio ambiente se traduce en la utilización de diferentes medidas medioambientales y de integración paisajística específicas para cada zona, entre las que destacan la aplicación, en bastantes casos, de los denominados *tecnosoles* –suelos nuevos elaborados a partir de residuos orgánicos e inorgánicos inertes, formulados para resolver problemas concretos–, sistemas para evitar posibles arrastres y escorrentías de tierras a las aguas de los ríos, o la depuración, tratamiento y rehabilitación de las aguas procedentes de las obras antes de su vertido a los cauces, entre otras.

### Características principales del tramo Zamora-Pedralba de la Pradería

Una vez terminadas las obras e infraestructuras de todos los tramos y subtramos en el trayecto Zamora-Pedralba de la Pradería, incluyendo túneles, viaductos, pasos superiores e inferiores, etc., y realizadas todas las pruebas internas necesarias, (de carga, de auscultación interna, tanto geométricas como dinámicas de vía y catenaria con trenes laboratorio de Adif, etc.); así como las pruebas del Sistema Europeo de Gestión del Tráfico Ferroviario, más conocido por sus siglas ERTMS N2, a distintas velocidades y con uno y varios trenes, a principios de julio se realizaron los recorridos de fiabilidad para validar todas las prue-

bas de todas las instalaciones, con resultados satisfactorios; lo que permitió la reciente entrada en servicio del tramo tras la correspondiente formación de maquinistas.

### Elementos singulares

El cambiador de ancho dual de Pedralba de la Pradería posibilitará la continuidad de las conexiones ferroviarias Madrid-Galicia, permitiendo el uso de los 110,75 km de trazado de alta velocidad entre Zamora y Pedralba de la Pradería mientras finaliza la construcción del tramo Pedralba-Ourense. Su objetivo es la mejora en el aprovechamiento de la explotación conjunta de la red de alta velocidad y la red de ancho convencional, lo que redundará en ahorros en los tiempos de viaje y en la mejora de la gestión de los activos ferroviarios.

El cambiador, que conecta la vía de ancho convencional de la línea Zamora-A Coruña con la de ancho internacional del tramo de alta velocidad Zamora-Pedralba consta, entre otras instalaciones, de una nave y un foso principal donde se ubica la plataforma de cambio de ancho para trenes, tanto con tecnología Talgo como con tecnología CAF (plataforma dual).

La Base de La Hiniesta, localizada en el término municipal de La Hiniesta (Zamora), se construyó sobre los terrenos del antiguo apeadero y dispone de acceso por carretera y por vía en ancho convencional. Ha servido de apoyo al montaje de la vía del tramo Zamora-Pedralba y, una vez puesto en servicio, será una base de mantenimiento de la nueva línea.

Dispone de 11 vías, 9 de ancho estándar (1.435 mm) y dos de ancho convencional (1.668 mm),

así como 15 desvíos (11 en conexiones de vías de ancho internacional y 4 en vías de ancho convencional).

### ERTMS Nivel 2

El ERTMS Nivel 2 instalado en el tramo Zamora-Pedralba es un sistema interoperable de supervisión permanente del tren, según el estándar europeo. La comunicación entre las instalaciones de vía y los equipos embarcados en los trenes está basada en el sistema de radio GSM-R.

El sistema ERTMS Nivel 2 posibilita velocidades de hasta 300 km/h, a la vez que aumenta el grado de capacidad, fiabilidad y disponibilidad de las instalaciones, permitiendo una explotación más eficiente del tramo.

### Características principales del tramo Pedralba de la Pradería-Ourense

Con una longitud de 114 kilómetros y construido en su mayor parte con dos vías independientes, las especiales características geográficas y geotécnicas de las montañas de las distintas sierras zamoranas y del macizo orensano que atraviesa han convertido la construcción del tramo Pedralba de la Pradería-Ourense en uno de los hitos de la ingeniería ferroviaria en nuestro país. Esta compleja orografía ha obligado a que más del 60 por ciento del recorrido del tramo se realice en subterráneo o en viaducto, lo que ha supuesto la construcción de un total de 32 viaductos y 31 túneles, muchos de ellos bitubo.

Así, el trayecto suma algo más de 10 kilómetros de viaductos –de los cuales el más largo es el de Requejo, 1,72 kilómetros–, y 126 kilómetros de túneles

## Datos relevantes de la infraestructura Zamora-Pedralba de la Pradería

- Longitud: 110,75 km, con doble vía en ancho estándar (1.435 mm) en todo su recorrido.
- Electrificación: 2x25 kV 50 Hz en corriente alterna.
- Sistemas de seguridad: Control de tráfico ERTMS N2 y Asfa, y sistema de comunicaciones móviles GSM-R.
- Subtramos de plataforma: Cinco (Zamora-La Hiniesta / La Hiniesta-Perilla de Castro / Perilla de Castro-Otero de Bodas / Otero de Bodas-Cernadilla / Cernadilla-Pedralba de la Pradería).
- Elementos principales: El trazado incluye, como elementos principales, 14 viaductos, 9 túneles, el PAET (Puesto de Adelantamiento y Estacionamiento de Trenes) de Tábara, la nueva estación de Sanabria y un cambiador de ancho en Pedralba de la Pradería, lo que posibilitará la continuidad de las conexiones ferroviarias Madrid-Galicia, permitiendo el uso de los 110,75 km de trazado de alta velocidad entre Zamora y Pedralba mientras finaliza la construcción del tramo Pedralba-Ourense.
- Viaductos: Catorce (Valderrey, Ricobayo, Misleo, Pozuelo de Tábara, Burga, Castrón, Valle, Tera, Valchano, Asturianos, Palacios, Otero, Puebla Este y Puebla Oeste), con una longitud total de 3.918 m, siendo el de mayor longitud el viaducto de Puebla del Este, con 756 m.
- Todos los viaductos se han ejecutado con un ancho de 14 m para doble vía, mientras los falsos túneles y túneles de nueva construcción son de un único tubo y han sido diseñados para albergar vía doble.
- Túneles: Cuatro (Bolón y Valorio, de la red convencional, ya existentes y que han sido acondicionados, y los túneles de Otero y de Puebla, con una longitud total de 3.341 m, siendo el más largo el túnel de la Puebla, de 1.563 m, y cinco falsos túneles (el mayor de ellos 260 m), con una longitud conjunta de 965 m.
- Entre los puntos singulares del trazado destacan los viaductos de Puebla Este (756 m) y sobre el río Tera (645 m), así como los túneles de Puebla (1.563 m) y Otero (1.144,46 m).





–62,45 kilómetros en la vía derecha, más 55,87 kilómetros en la vía izquierda y 7,84 kilómetros de vía doble–, siendo el túnel de O Corno el de mayor longitud, con 8,6 kilómetros.

### Obras de plataforma

En las obras de plataforma de este trayecto, para cuya ejecución se han empleado las más exigentes y novedosas tecnologías en el ámbito de la construcción ferroviaria, se distinguen dos grandes tramos: el de Pedralba-Taboadela, de 101 kilómetros de longitud, de nueva construcción, y el que discurre entre Taboadela y Ourense, de 13 kilómetros, en el que se está realizando el acondicionamiento de ancho ibérico y ancho estándar.

La conclusión del tramo comprendido entre Pedralba de la Pradería y Ourense, en el que todos los subtramos han finalizado sus obras y se han iniciado ya las pruebas de los distintos subsistemas, constituirá el siguiente paso definitivo para completar la conexión de alta velocidad Madrid-Galicia.

Los trabajos de construcción de nueva plataforma entre Pedralba y Taboadela se han dividido en veintidós subtramos, a los que hay que sumar uno más, que corresponde a la nueva estación de alta velocidad 'Porta Galicia', en el municipio orensano de A Gudiña, que se encuentra en fase avanzada de ejecución.

En lo que respecta al acondicionamiento para ancho mixto del trayecto entre Taboadela y Ourense, los trabajos se han estructurado en tres subtramos, de los cuales dos –que corresponden al ramal de conexión con la línea convencional en Taboadela, de 2 kilómetros de longitud, y a la remodelación de

vías y andenes en la estación de Ourense, de poco más de un kilómetro– se encuentran finalizados, mientras que el tercero, que abarca diversas actuaciones complementarias para la implantación del ancho estándar a lo largo del trayecto, está en plena fase de ejecución.

### Montaje de vía

El montaje de vía en el tramo Pedralba-Taboadela, que se encuentra también en fase final de ejecución, se ha dividido en dos tramos, correspondientes a los trayectos Pedralba-Campobecerros y Campobecerros-Taboadela, con dos bases de montaje en A Mezquita y Miamán, que posteriormente quedarán como instalaciones de apoyo para el mantenimiento de la línea.

El tramo contiene 16 túneles con longitudes comprendidas entre los 912,56 metros del túnel de Hedroso y los 7.918,32 metros del túnel de Espiño, la mayoría de ellos bitubo con vía en placa hormigonada *in situ*, con la excepción del de Pedralba, túnel monotubo para vía doble, y el de Vilavella, túnel con vía sobre balasto.

En algunos viaductos se instalará vía sobre balasto, mientras que en otros se colocará vía en placa prefabricada, en función de su ubicación en una sucesión de túneles y viaductos.

En torno al punto kilométrico (p.k.) 374/448 del tramo se sitúa el PAET de Vilavella, desde el que se conectará a la base de A Mezquita, mientras que en torno al p.k. 381/900 del tramo se sitúa la nueva estación de Porta Galicia, donde se dispondrán desvíos que se sumarán a los tres necesarios en el PAET de Vilavella.

En cuanto al montaje de vía entre Campobecerros y Taboadela,

este trazado se caracteriza por contar con una continua sucesión de viaductos y túneles, muchos de estos últimos de longitudes superiores a 1.500 metros, por lo que en la mayor

parte de ellos se montará vía en placa.

En torno al p.k. 429/850 del tramo se sitúa el PAET de Miamán, desde el que se conecta a la base de Miamán.

En el tramo final del proyecto, la vía 1 conectará con el cambiador de ancho de Taboadela, y se dispondrá un escape que conectará las vías 1 y 2 antes de la finalización del eje de vía doble.

## Los datos más relevantes de la infraestructura Pedralba de la Pradería y Ourense

- Longitud de plataforma: 114 km (101 km Pedralba-Taboadela, y 13 km entre Taboadela y Ourense de acondicionamiento de ancho ibérico y ancho estándar).
- Plataforma: Variable para doble vía de ancho estándar.
- Velocidad máxima: 350 km/h.
- Subtramos de plataforma: Pedralba de la Pradería-Túnel del Padornelo, Requejo-Túnel del Padornelo, Túnel del Padornelo-Lubián, Lubián-Túnel de la Canda, Túnel de la Canda Vía Derecha, Túnel de la Canda Vía Izquierda, Túnel de la Canda-Vilavella, Túnel de O Cañizo Vía Derecha, Túnel de O Cañizo Vía Izquierda, Túnel del Espiño Vía Derecha, Túnel del Espiño Vía Izquierda, Vilariño-Campobeceros Vía Derecha, Vilariño-Campobeceros Vía Izquierda, Campobeceros-Portocamba, Portocamba-Cerdedelo, Cerdedelo-Prado, Túnel de O Corno Vía Derecha, Prado-Porto, Túnel de Prado Vía Izquierda, Porto-Miamán, Miamán-Ponteambía, Ponteambía-Taboadela, Ramal de Conexión con la Línea Convencional en Taboadela e implantación del ancho estándar en el trayecto Taboadela-Ourense (vía).
- Estaciones: Nueva estación de 'Porta Galicia', en A Gudíña; remodelación de la estación de Taboadela (construcción del cambiador de ancho y montaje de vía), y remodelación de las vías y andenes en la estación de Ourense.
- Viaductos: Treinta y dos de nueva construcción (Requejo, Pedregales Vía izquierda, Pedregales Vía derecha, Leiro Vía derecha, Pedro Vía derecha, Porto Vía derecha, Porto Vía izquierda, Tuela Vía derecha, Tuela Vía izquierda, Vilavella Vía derecha, Vilavella Vía izquierda, arroyo del Carríñal, E-300.04 Vía derecha, E-300.04 Vía izquierda, Teixiras Vía derecha, Teixiras Vía izquierda, Felgueira I Vía derecha, Felgueira II Vía derecha, Felgueira II Vía izquierda, Os Portos Vía derecha, Os Portos Vía izquierda, Portela Vía izquierda, Portela Vía derecha, Valdemouro, Montegrande, Miamán, V. 507, Bouzas, Río Arnoia, Muíños, V. 602.08 y arroyo de Pazos). A estos se suma el acondicionamiento del viaducto sobre el Río Miño.
- Longitud total en viaducto: 10,27 km. Viaducto más largo: Viaducto de Requejo de 1,72 km.
- Túneles: Treinta y uno de nueva construcción (Pedralba de la Pradería, Requejo Vía izquierda, Requejo Vía derecha, Padornelo Vía derecha, Padornelo Vía izquierda, Hedroso Vía derecha, Hedroso Vía izquierda, Lubián Vía derecha, Lubián Vía izquierda, Canda Vía derecha, Canda Vía izquierda, Vilavella Vía derecha, Vilavella Vía izquierda, O Cañizo Vía derecha, O Cañizo Vía izquierda, Espiño Vía derecha, Espiño Vía izquierda, Bolaños Vía derecha, Bolaños Vía izquierda, Portocamba Vía derecha, Portocamba Vía izquierda, Cerdedelo Vía derecha, Cerdedelo Vía izquierda, Corno Vía derecha, Corno Vía izquierda, Corga de Vela Vía izquierda, Corga de Vela Vía derecha, Prado Vía derecha, Prado Vía izquierda, Seiró, Bouzas y Os Casares). A ellos se añade el acondicionamiento de cuatro túneles: Áspera, Coruxeiras, La Marquesa y San Francisco.
- Longitud en túneles: 126,16 km. Túnel más largo: Túnel de O Corno (8,57 km).
- PAET: Dos, en Vilavella y Miamán.
- Electrificación: 2x25 Kv 50 Hz en CA.
- Sistemas de control de tráfico y comunicación: ERTMS nivel 2 y ASFA y sistemas de comunicación GSM-R.



Por otro lado, en el tramo Taboadela-Ourense se aprovecha la plataforma actual, habiéndose procedido en él a la renovación de todos los elementos que componen la vía, dotándola de tres carriles que posibilitan la circulación de las composiciones ferroviarias actuales y las futuras de alta velocidad.

### Protección civil en túneles

Una partida importante en la infraestructura es la protección civil en los túneles, ya que prácticamente todos los túneles de la línea tienen más de 1.000 metros de longitud, por lo que contarán con todo el equipamiento necesario para cumplir las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad en materia de Seguridad y Accesibilidad. En el caso del túnel de Bouzas, cuya longitud es de 852 metros, solo se instalará alumbrado de emergencia. Así, se prevé instalar en los accesos a las

galerías de evacuación puertas de seguridad estancas capaces de resistir ciclos de presión/succión de 10 kilopascales y resistencia al fuego de 120 minutos.

Además de proteger los accesos, se instalará señalización de evacuación, alumbrado de emergencia, puntos de lucha contra incendios –aljibes de 108 m<sup>3</sup> en bocas y columna húmeda presurizada con tomas siamesas en el interior del túnel–, ventilación de presurización en salidas de emergencia y en salas técnicas y sistema de comunicación Tetra para medios de intervención de Protección Civil

En la provincia de Zamora se actuará en los túneles de Pedralba, Requejo, Padornelo, Avesedimas, Hedroso, Lubián y La Canda, mientras que los túneles de la provincia de Ourense que incorporarán las citadas instalaciones de protección civil serán los de Vilavella, O Cañizo, Espiño, Bolaños, Portocamba,

Cerdedelo, O Corno, Corga de Vela, Prado, Seiró y Casares.

### Electrificación

También se encuentran en ejecución las instalaciones de catenaria y sistemas asociados del tramo Pedralba-Taboadela-Ourense, que afectan a los siguientes trayectos: Vía 1 en ancho estándar entre Pedralba de la Pradería y el PAET de Vilavella, doble vía en ancho estándar entre el PAET de Vilavella y el inicio del ramal de conexión de la Línea de Alta Velocidad Madrid-Galicia con la convencional Zamora-A Coruña en Taboadela, el ramal de conexión desde el desvío en ancho estándar en vía 1 hasta la conexión con la vía convencional a la entrada de la estación de Taboadela (en este tramo se sitúa el cambiador de ancho de Taboadela) y el trayecto entre la estación de Taboadela y la estación de Ourense (p.k. 462/490) en ancho mixto.

También se encuentran en ejecución las obras de los centros de autotransformación y del telemando de energía del tramo Pedralba de la Pradería-Ourense. Los centros de autotransformación para electrificación a 2x25 kV, se ubican en las subestaciones eléctricas de Amoeiro, Las Portas y Arbillera.

### Elementos singulares destacados

#### · Túnel de Padornelo (Vía derecha)

Tiene una longitud total de 6.406,10 metros de plataforma de vía única de ancho estándar, con sección en bóveda y diseño para vía en placa. La vía izquierda se ejecutará en una fase posterior, en un nuevo proyecto que adaptará el histórico túnel de Padornelo de la línea Zamora-A Coruña, de 5,97 kilómetros de longitud, para el tráfico mixto en la vía izquierda de la línea de alta velocidad y para las mercancías de la línea convencional.

Excavado por métodos convencionales, a partir del nuevo método austriaco, su ejecución ha estado condicionada por la proximidad, a unos 20 metros, del túnel de Padornelo actualmente existente y perteneciente

a la línea convencional Zamora-A Coruña.

Durante su construcción se ha mantenido el tráfico ferroviario por el túnel actual y para ello se han establecido unos protocolos de control de las deformaciones en ambos túneles, en base a los cuales ha sido necesario llevar a cabo refuerzos en el túnel antiguo consistentes fundamentalmente en la disposición de mallazo y hormigón proyectado. Las actuaciones de refuerzo se han incluido en el proyecto complementario del tramo Túnel de Padornelo-Lubián, que también comprende la vía de evacuación del túnel de alta velocidad, necesaria para la puesta en servicio de la nueva línea de alta velocidad, para lo cual se rematan las quince galerías de conexión entre túneles y se ejecuta un andén de evacuación a lo largo del túnel actual.

Las obras van acompañadas de una serie de actuaciones medioambientales y de integración paisajística específicas para evitar afecciones a la flora y fauna protegidas de la zona, debido a que, en el entorno del tramo, se encuentran dos espacios protegidos calificados como Lugar de Interés Comunitario (LIC): Riberas del Río Tera y afluentes, y la boca Oeste próxima al río

Leira, que forma parte del L.I.C. Riberas del Río Tuela y afluentes.

#### · Cajones hincados de Requejo

A la salida de los túneles de Requejo, tanto el correspondiente a la vía izquierda como el de la vía derecha se cruzan con la línea convencional Madrid-A Coruña existente.

La solución diseñada para resolver esta interferencia ha sido la construcción de dos cajones hincados de hormigón armado, de dimensiones interiores de 8,55 metros de altura y 8,5 metros de anchura, con longitudes de 79,5 metros para el cajón de la vía derecha y de 100,5 m para el de la vía izquierda, que configuran, en su posición final, los falsos túneles de salida de los túneles de Requejo.

#### · Túneles del Espiño

El túnel bitubo del Espiño cuenta con 7.918 metros de longitud en vía derecha y 7.904 metros en vía izquierda.

Este túnel, cuyo entreeje se sitúa entre los 25 y los 30 metros y 52 m<sup>2</sup> de sección libre en cada túnel, se ejecutó mediante métodos convencionales, siguiendo la filosofía del nuevo método austriaco, desde cuatro frentes simultáneos de excavación: los



Renfe ha puesto en circulación ocho trenes, cuatro por sentido, entre Madrid y Galicia. Vilagarcía de Arousa contará con un tren Alvia con origen/destino en Pontevedra y Madrid, que no existía hasta ahora

dos extremos más otros dos intermedios, situados en una caverna de grandes dimensiones a la que se accedía a través de una galería de ataque intermedio de 193 metros de longitud.

· Túneles de Bolaños

Los túneles de Bolaños son los únicos de toda la línea construidos mediante tuneladora. Pertenecen al tramo Vilariño-Campobecerros, que discurre por los términos municipales de Vilariño de Conso, A Gudiña y Castrelo do Val, todos en la provincia de Ourense.

Se trata de un túnel bitubo, de 6.784,64 metros de longitud total en la vía derecha, con un

falso túnel a la entrada y otro a la salida del túnel, y de 6.768,50 metros en la vía izquierda, también con falso túnel de parecida longitud a la entrada y a la salida del mismo.

Ambos se ejecutaron con tuneladora, a excepción de algunos emboquilles que se ejecutaron por métodos convencionales para salvar una falla existente.

· Viaductos de Teixeira

Los dos viaductos de Teixeira se han ejecutado mediante semiarcos abatidos y dovela central de cierre, logrando un vano de 132 metros de longitud que salva las afecciones al LIC del río Támeiga. Ambos viaductos disponen de seis pilas y ocho vanos con idéntica distribución de luces para ambas vías y una longitud total de 508 m entre ejes de estribos.

· Túneles de Cerdedelo

El túnel bitubo de Cerdedelo, cuenta con unos 1.650 metros de longitud en ambas vías, de los cuales 1.570 m se desarrollan en túnel en mina, ejecutado con métodos convencionales, siguiendo la filosofía del Nuevo Método Austríaco.

Existe una zona intermedia de baja cobertera, de unos 85 metros de longitud, cuya excavación se ha realizado a cielo

abierto para ambas vías, en los que después se han ejecutado sendos tramos de falso túnel que conectan con los túneles en mina, cuya sección libre es de 55 m<sup>2</sup>.

Por último, se realiza la integración ambiental de la infraestructura, con el relleno posterior para restituir la morfología de la ladera y el extendido de tierra vegetal, hidrosiembras y plantaciones.

· Túneles de El Corno

El túnel bitubo de El Corno, con sus 8.570 metros, es el más largo de la línea. Los tubos de vía derecha y vía izquierda están separados 30 metros entre ejes y se comunican entre sí mediante 23 galerías de conexión y servicio cada 400 m. El recubrimiento máximo sobre clave es de 325 m.

La sección libre en cada túnel es de 52 m<sup>2</sup> y cada tubo se ejecutó mediante métodos convencionales desde dos frentes simultáneos de excavación, uno en cada boca. Además de su gran longitud, el mayor reto que hubo que superar fue la ejecución de los emboquilles, por situarse estos en una zona muy escarpada y de difícil acceso e incluida, además, en un paraje medioambientalmente delicado, de modo que



## Renfe amplía sus conexiones Madrid-Galicia

Tras la entrada en servicio del tramo de Alta Velocidad entre Zamora y Pedralba de la Pradería, Renfe ha ampliado su número de servicios y conexiones diarias en la mayoría de sus líneas que conectan Madrid y Galicia, que también experimentan una importante reducción en sus tiempos de viaje. Así, desde ahora circulan ya diariamente ocho trenes, cuatro por sentido, entre ambas comunidades. Asimismo, como novedad, Vilagarcía de Arousa cuenta con un tren Alvia con origen/destino en Pontevedra y Madrid, que no existía hasta ahora. Y además, dentro de la Comunidad de Galicia se han reducido también los tiempos de viaje entre todas sus capitales de provincia y se han creado nuevos enlaces entre Santiago y Ourense con trenes de Media Distancia.

El nuevo tramo de 110 kilómetros de línea de Alta Velocidad ha permitido reducir los tiempos de viaje con Madrid y todas las capitales gallegas, lo que supone un hito en el transporte por ferrocarril entre ambas comunidades: 1h 26 minutos entre Madrid y Pontevedra, 1h 2 min con Lugo, 41 min con Santiago de Compostela, 39 min con Ourense, 31 min con Vigo y 24 min con A Coruña. Los tiempos de viaje en esta relación no se acortaban desde el año 2016, cuando, fruto del estreno del tramo Olmedo-Zamora, se redujeron de media entre 25 y 30 minutos, dependiendo del trayecto.

### Nuevos enlaces

Aprovechando las sinergias de los tiempos de viaje y los servicios directos, se crean además enlaces a los diferentes orígenes y destinos mediante trenes de Media Distancia



o Avant que enlazan con los trenes Alvia en Ourense y Santiago de Compostela y garantizan la prestación del servicio. A partir del día 27, A Coruña y Lugo contarán con un enlace a mayores por sentido.

De este modo, las ciudades gallegas aumentarán sus conexiones con Madrid, ya que a las relaciones directas se suman los enlaces que se han creado.

– Madrid-Ourense: ocho servicios/día (directos).

– Madrid-Santiago: ocho servicios/día (cuatro directos y cuatro con enlace en Ourense).

– Madrid-A Coruña: ocho servicios/día (dos directos y seis con enlace en Santiago).

– Madrid-Lugo: cinco servicios/día (dos directos y tres con enlace en Ourense).

– Madrid-Vigo: cuatro servicios/día (dos directos y dos con enlace en Santiago).

– Madrid-Pontevedra: seis servicios/día (cuatro directos y dos con enlace en Santiago).

La Gerencia de Servicio Público de Renfe en Galicia incrementará los servicios que presta en la comunidad para poder atender las necesidades de enlace. A partir del martes, se ampliará la oferta con seis nuevos servicios en las siguientes relaciones: Santiago-A Coruña (uno por sentido), Santiago-Vigo (uno por sentido), Ourense-Lugo (uno por sentido). Además, un servicio Vigo-A Coruña que circulaba de lunes a viernes, amplía los días de circulación a los sábados y domingos y pasa a ser diario.

Acorde con estos cambios, Renfe ha previsto un incremento medio del 5% sobre la tarifa general, a fin de adaptar los precios a las nuevas

condiciones de la infraestructura por la que operan los trenes, si bien manteniendo siempre su habitual oferta de plazas promocionales con descuentos que van del 30% al 70%.

Renfe tiene previsto seguir incorporando frecuencias, hasta completar la oferta pre-covid, a medida que la demanda se vaya recuperando y así lo vaya exigiendo.

### Plan alternativo por carretera

Debido a las obras de la nueva estación de Sanabria AV (que sustituirá a la actual estación de Puebla de Sanabria), Renfe establecerá, hasta la finalización de los trabajos, un plan alternativo por carretera desde y hasta la estación de A Gudiña para los viajeros de Puebla de Sanabria.

### Viajar seguro a bordo

Renfe ha obtenido el certificado Aenor frente al covid-19 para el transporte de viajeros, una vez evaluados los protocolos implantados por la operadora en sus Servicios Comerciales, que afectan a los trenes Ave, Alvia, Euromed e Intercity; y este mismo mes también para los trenes Avant. Renfe continúa trabajando para que el aval de esta entidad auditora se extienda a la totalidad de la flota de trenes, incluyendo los servicios de Cercanías y Media Distancia. El objetivo de esta iniciativa es ofrecer a los viajeros máxima confianza a la hora de viajar y recuperar así sus hábitos de movilidad en transporte ferroviario, un aspecto clave en esta fase de desescalada del confinamiento para afrontar con éxito la vuelta a la normalidad.

En el trazado entre Zamora y Ourense ha sido necesaria la construcción de 46 viaductos, que suman más de 14 km de longitud, y 40 túneles, con una longitud conjunta de más de 130 km; lo que da una idea de la enorme complejidad técnica del proyecto

cada boca queda muy cerca de los viaductos colindantes.

#### · Túnel de Prado

Situado en los ayuntamientos de Laza y Vilar de Barrio, y con una longitud de 7.595 metros, es el tercero más largo de la línea. A lo largo de su trazado, el túnel atraviesa formaciones de pizarras, cuarcitas, esquistos y granitos. Durante su excavación se ha atravesado la falla de Laza, en la que se presentaron fenómenos de "squeezing" (cierre de sección interior como consecuencia del abombamiento del túnel por la presión del terreno sobre las paredes) al atravesar las zonas de las brechas, lo que complicó ampliamente los trabajos de excavación y sostenimiento en avance y destroza. Así, las lecturas de control de datos, convergencias y nivelaciones, en las brechas de la falla de Laza detectaron cierres de sección de valores mucho mayores de los que se obtienen normalmente en este tipo de terrenos, llegando en algunos puntos a valores de cierre de 50 cm.

Todo ello derivó en la necesidad de realizar inyecciones previas en esta zona para la consolidación del terreno, así como la posterior reposición del sostenimiento antes de ejecutar la destroza, de forma que se garantizó que todo el sostenimiento se encontrase fuera de sección y permitiese disponer el revestimiento en su espesor previsto (30 cm). Con posterioridad a la ejecución de estos trabajos, se realizó la destroza, mediante micropilotes y vigas de arriostramiento, realizando una excavación más cuidadosa para ir retirando las vigas de arriostramiento dispuestas durante la ejecución del avance y colocando las definitivas en la solera en cada avance, con objeto de garantizar la estabilidad de la sección y evitar el cierre de la misma.

#### · Viaducto de Arnoia

Situado en el ayuntamiento de Baños de Moagas, tiene una longitud de 1.014 m. Esta estructura se ha construido para salvar el cauce del río Arnoia y el cruce con la línea ferroviaria convencional Zamora-A Coruña. La estructura diseñada ha sido concebida partiendo de tres premisas. Por una parte, evitar la afección al cauce actual, por otra, respetar el cauce futuro tras la construcción del embalse previsto aguas abajo, así como cruzarse con la línea de ancho convencional. Debido a estos planteamientos se ha proyectado una estructura con luces máximas de 55 m con un gran arco ojival entre las pilas 8 y 9. Las elevadas luces dispuestas dotan a la estructura de una gran permeabilidad visual reduciendo por tanto el impacto sobre el cauce. El arco ojival de 110 m de luz permite salvar con garantías la llanura de inunda-

ción del río Arnoia tras la construcción del futuro embalse de Xunqueira.

#### · Cambiador de ancho de Taboadela

El cambiador de ancho dual de Taboadela (Ourense) posibilita la continuidad de las conexiones ferroviarias Madrid-Galicia, permitiendo el uso de los 110,75 km de trazado de alta velocidad entre Zamora y Pedralba de la Pradería mientras finaliza la construcción del tramo Pedralba-Ourense (116 km aproximadamente).

Su objetivo es la mejora en el aprovechamiento de la explotación conjunta de la red de alta velocidad y la red de ancho convencional, lo que redundará en ahorros en los tiempos de viaje y en la mejora de la gestión de los activos ferroviarios.

El cambiador, que conecta la vía de ancho convencional de la línea Zamora-A Coruña con la de ancho estándar del tramo de alta velocidad Zamora-Pedralba, consta de las siguientes instalaciones:

Nave y foso principal donde se instala la plataforma de cambio de anchos para trenes con tecnología Talgo y trenes con tecnología CAF (plataforma dual).

Dos fosos de observación, uno a cada lado de la nave, que permiten inspeccionar el sistema de rodadura, y llevan instalado un sistema automático de descongelación de los rodales.

Cinco módulos que incluyen las instalaciones necesarias para el funcionamiento del cambiador (depósitos, instalaciones eléctricas, etc.).

#### · Remodelación de la estación de Taboadela

Para mantener la operativa de la estación de Taboadela –que

funciona en fondo de saco en dirección Zamora, pues todas las circulaciones se realizan entre Taboadela y Ourense-, y compatibilizarla con el montaje del tercer hilo entre Taboadela y Ourense, ha sido necesario ampliar la plataforma para dotar a la estación de una nueva vía mango (vía de apartado para el material). La actuación incluye, además, la renovación integral de balasto, traviesas, carril y aparatos de vía, y se pondrá en servicio un nuevo enclavamiento electrónico. La elección de la tipología de aparatos de vía se ha realizado para minimizar el montaje de cambiadores de mano, siendo todos los aparatos interoperables. Ha sido necesario elevar la rasante de las vías de la estación para renovar 25 centímetros de balasto bajo traviesa sin necesidad de tocar la plataforma existente.

#### • Estación de alta velocidad de Sanabria

La estación de alta velocidad de Sanabria (Zamora), inscrita en el tramo Cernadilla-Pedralba de la Pradería, entrará en servicio próximamente en la localidad de Otero de Sanabria, en el término municipal de Palacios de Sanabria, con acceso a través de un nuevo vial de conexión con la carretera nacional N-525, que a su vez enlaza con la autovía de las Rías Baixas (A-52).

Las nuevas instalaciones, que han supuesto una inversión superior a 4 millones de euros (IVA incluido), han comprendido la ejecución, entre otras, de las siguientes actuaciones

- El nuevo edificio de viajeros.
- La urbanización de la estación: plaza de acceso y áreas peatonales.

## Inauguración

El ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, José Luis Ábalos, presidió el pasado día 26 de octubre, la puesta en servicio del nuevo tramo entre Zamora y Pedralba de la Pradería de la Línea de Alta Velocidad a Galicia. Ábalos destacó que esta infraestructura, de 110 km y 898 millones de euros de inversión, "ha supuesto un gran esfuerzo político, económico y técnico, con 14 viaductos y 9 túneles, con el sistema europeo de gestión del tráfico ERTMS nivel 2, que también se ha incluido en el tramo Olmedo-Zamora, y está diseñado para velocidades máximas de 300 km/h".

Junto al ministro, en el acto estuvieron además presentes la

ministra de Trabajo y Economía Social, Yolanda Díaz; el secretario de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, Pedro Saura; el secretario general de Infraestructuras, Sergio Vázquez Torrón; la presidenta de Adif, Isabel Pardo de Vera, y el presidente de Renfe, Isaías Táboas.

Para el responsable del Departamento, la puesta en servicio de esta obra se traduce en mejoras reales para los usuarios con la reducción en los tiempos de viaje para todas las ciudades gallegas, "con la que por fin el tren a Galicia puede ganar a la carretera, con la consiguiente mejora en seguridad y sostenibilidad".



- Aparcamiento en superficie.
- Pasarela de conexión entre andenes, escaleras y rampa.
- Andenes (solera, pavimentos y piezas de borde).
- Marquesinas y mobiliario de andenes.
- Revegetación de taludes y restauración del ámbito de actuación.

#### Financiación europea

La LAV Madrid-Galicia está cofinanciada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), a través del Programa Operativo (P.O.) Galicia 2007-2013, P.O. Fondo de Cohesión-FEDER 2007-2013 y del P.O. Plurirregional de España 2014-2020, Objetivo Temático 7: Transporte sostenible. ■



# Observar y ensayar

**El Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX está especializado en el análisis de todo tipo de estructuras, así como de los materiales y los productos utilizados en construcción.**

■ *Texto: PEPA MARTÍN MORA*

## Proyectos nacionales

e internacionales de investigación, desarrollo e innovación, y los ensayos de certificación de productos, tanto del sector público como privado, reciben la asistencia técnica del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales, la unidad del Centro de Estudios y Experimentación (CEDEX) cuya actividad pasa por realizar ensayos estáticos y dinámicos de estructuras, por evaluar el patrimonio histórico, la impermeabilización de presas y balsas, la instrumentación y el control en remoto de estructuras, el estudio de los materiales de base cemento, los metálicos y los que se utilizan para señalización vial, la patología de estructuras, y la tecnología del hormigón.

Un equipo compuesto por una plantilla de 60 trabajadores, entre funcionarios y personal laboral, procedentes de dis-

tintas disciplinas, entre ellos ingenieros de caminos, como es el caso de su director, José Manuel Galligo, ingenieros de obras públicas, químicos, algún geólogo, incluso una farmacéutica para el sistema de gestión de calidad, una arquitecta, y algún físico, además del personal administrativo, se encarga día a día de trabajar de forma coordinada para todos aquellos organismos y empresas que así lo requieran.

La intensa actividad que realizan ha quedado plasmada durante 2019 en 75 informes técnicos relativos a trabajos de asistencia técnica de alto nivel, experimentación e investigación y desarrollo en el campo de las estructuras de ingeniería civil y edificación y de los materiales de construcción.

“Los estudios de patología y evaluación del estado de estructuras de todo tipo, desde edificios, puentes de carretera y de ferrocarril, presas

a diques portuarios que presentan problemas que pueden comprometer su funcionalidad, su resistencia estructural o su durabilidad, destacan entre las actividades más importantes que hemos desarrollado”, según Galligo. Para ello el primer paso siempre será el de la observación, si hay un puente con un problema hay que ir al puente para verlo y obtener toda la información posible visionándolo, después ya se aplican los métodos de ensayo en el Laboratorio para la resolución de los problemas.

En cuanto al estudio de materiales, se trabaja mucho en las patologías del hormigón, analizando en laboratorio las características de resistencia, durabilidad, permeabilidad, y el deterioro de sus componentes. En este sentido, el director del laboratorio asegura que “se solventan los problemas desde puntos de vista distintos”, y pueden intervenir en la solución

## A lo largo de 2019, el Laboratorio realizó unos 75 informes relativos a trabajos de asistencia técnica de alto nivel

desde un geólogo que ante la fisuración de una estructura estudia el ataque del árido al componente pétreo, pasando por los químicos, que analizan la agresividad del hormigón, llegando a los ingenieros, que estudian los problemas mecánicos de la fisuración.

Además de trabajar sobre estructuras y materiales, el laboratorio participa de forma activa en la elaboración de normativa técnica, como ha sido la versión en inglés del borrador del Código Estructural, además de en numerosos comités de normalización y certificación de materiales, con el resultado de 60 expedientes tarifados. También ha desempeñado la Secretaría de la Asociación Internacional de Estructuras Laminares y Espaciales, IASS,

atribución que mantienen desde su creación.

### Áreas de trabajo

En materia de ensayos estáticos y dinámicos de estructuras, se suele trabajar sobre las que presentan problemas de patologías, para ello se inspeccionan, se estudian los daños, se proponen las medidas necesarias de recuperación o subsanación y se hace un seguimiento a lo largo del tiempo. Se realizan, por ejemplo, ensayos de pruebas de carga en puentes de carretera, ferrocarril y edificaciones, de elementos estructurales, como vigas, losas, apoyos y juntas en sus laboratorios, se hace un análisis experimental para conocer el comportamiento dinámico de la estructura en cuestión, y se realiza un seguimiento en remoto, ensayos de vibración y choque de los elementos mecánicos, ya sea material móvil ferroviario o elementos sometidos a vibraciones, así como de simulación sísmica, aplicando para ello técnicas como la auscultación dinámica, el análisis experimental de estructuras y los ensayos pseudodinámicos.

Evaluar edificios y puentes que forman parte del Patrimonio

Histórico es otra de las áreas de trabajo del laboratorio, teniendo en cuenta que su mantenimiento está cobrando cada vez mayor importancia por el alto desarrollo de infraestructuras que tiene nuestro país. De hecho, su conservación está en línea con el objetivo 12 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas.

Se realizan inspecciones descriptivas y definiciones geométricas de las obras objetivo del proyecto en cuestión, al que se presta la asistencia técnica, además de la caracterización del estado de los materiales y del comportamiento estructural, con un seguimiento a largo plazo y dando recomendaciones de actuación. Entre las técnicas que utilizan cuando se trata de patrimonio histórico, destacan la pseudo-fotogrametría, la endoscopia, los análisis termográficos, la determinación de tensiones, la obtención y ensayo de testigos, ensayos no destructivos con métodos combinados, así como ensayos de relajación de tensiones. Para todo ello se utilizan endoscopios, termografía, análisis digital de imagen, esclerometría, ultrasonidos y gato plano.



En materia de impermeabilización de presas y balsas, los trabajos del laboratorio consisten en la inspección técnica de los materiales impermeabilizantes, geomembranas y geosintéticos, en realizar muestras y ensayos de laboratorio, estudiar la etiología de los fenómenos patológicos y ofrecer recomendaciones, además de realizar seguimientos de evolución a largo plazo. Todo ello se realiza a través de métodos visuales, ensayos físico-químicos de geomembranas, ensayos físico-químicos de geotextiles y geodrenes, y pruebas de soldadura, con medios como el dinamómetro universal, las cámaras climáticas, el microscopio electrónico de barrido y el microscopio óptico.

En este sentido, el Laboratorio presta asistencia para el control y el seguimiento de las láminas de impermeabilización de las balsas de almacenamiento de aguas, en España se calcula que hay entre 70.000 y 100.000. Por un lado se trabaja para la Dirección General del Agua, que en este momento nos ha pedido, cuenta el director, elaborar una guía de la inspección y seguimiento de las balsas en servicio y su evolución, y están revisando balsas para la Comunidad de Canales del Taibilla, en Murcia, y para Balten, en Tenerife.

La instrumentación y el control remoto de estructuras es otra de las líneas de trabajo de esta unidad del CEDEX, que comienza con la definición del sistema de auscultación y una propuesta de mejoras, la gestión de los datos de auscultación, la definición de modelos de comportamiento y la red de alertas.

Respecto a los materiales de base cemento, el Laboratorio realiza el diagnóstico de patolo-

gías de hormigones, estudiando especialmente la corrosión de armaduras por cloruros o por carbonatación, la reacción álcali-sílice, el ataque por sulfatos, los ciclos de hielo-deshielo, o la prevención de las patologías con la selección de materiales componentes del hormigón adecuados, ajuste de dosificaciones, o la estimación de vida útil, con el desarrollo de modelos de agresividad.

Para los estudios de tecnología del hormigón se realizan controles no sólo de las propiedades de este material, sino de los componentes del mismo, como cementos, áridos, adiciones, aditivos, morteros y aguas, realizando ensayos físicos y químicos de todos ellos, análisis de la utilización como adiciones al hormigón de residuos industriales tales como cenizas volantes, humo de sílice o escorias, así como la utilización de residuos de construcción y demolición como áridos y arenas recicladas para hormigón tanto estructural como no estructural. Se investiga en hormigones especiales y avanzados para elaborar prenormativa, se ofrece asistencia técnica en temas relacionados con nuevos materiales de uso en construcción, y se organizan de forma periódica cursos de Hormigón para Técnicos de Laboratorio.

En cuanto al estudio de los materiales metálicos se realizan ensayos físico-mecánicos de materiales metálicos, análisis químicos del acero para valorar su contenido en nitrógeno, también una definición geométrica y descriptiva, informes de patología de materiales metálicos estructurales y soldaduras, estudios de corrosión y de fatiga del acero, de reología y

comportamiento dife-

rido, relajación, ensayos para certificación de Marcas de Calidad con Comités de Certificación, de homologación de acero de armado y pretensado e ingeniería forense de materiales metálicos.

Si se trata de materiales para señalización vial, el Laboratorio realiza una caracterización de los sustratos y sistemas de pintura de las señales verticales, de los materiales retroreflectantes constituidos por microesferas de vidrio o por microprismas, y se trabaja también en el empleo de materiales poliméricos reciclados en elementos de balizamiento de carreteras.

### Equipos

La gran novedad recientemente incorporada al Laboratorio Central ha sido la adquisición de drones como apoyo a los trabajos de campo que realiza el CEDEX desde sus distintas áreas de actividad, ya sea para inspección de infraestructuras, caracterización de macizos rocosos, análisis de movimientos de ladera, estudio de erosiones y dinámica litoral, análisis de vegetación y corrientes subterráneas con imágenes multiespectrales, o estimación de la velocidad en corrientes de agua.

José Manuel Galligo nos cuenta que el CEDEX les ha encargado implantar toda la tecnología necesaria para la utilización de drones en su trabajo, "una adaptación muy importante de futuro", asegura, que ha supuesto impulsar la coordinación por parte del Área de la





actividad del CEDEX-Operador de Drones, con la formación de nuevos pilotos, la actualización de los procedimientos operativos y la realización de acciones y vuelos de los distintos Centros y Laboratorios del Centro de Estudios.

El CEDEX se ha dado de alta como operador de drones, una iniciativa que se ha materializado de manera transversal, de forma que todos los centros y laboratorios cuentan con un representante del operador y al menos con un piloto, con lo que se optimizan los recursos y se coordinan las inversiones de cara a poder prestar el mejor servicio posible.

Actualmente a disposición del Laboratorio hay dos aeronaves del Cedex, una de propósito general, de tamaño reducido y muy manejable, y otra de mayores prestaciones y dimensiones con capacidad de carga para poder embarcar sensores

de distinto tipo en función de la operación que se vaya a realizar. Inicialmente los drones están habilitados para la toma de imágenes y vídeos en levantamientos aéreos y la inspección de infraestructuras. Complementando estas operaciones con la restitución fotogramétrica y el análisis de imágenes, por un lado se facilita la adquisición de información en campo sobre el terreno y su entorno, y por otro se complementan los medios de acceso disponibles para la inspección de infraestructuras, como el camión pasarela, solventando las limitaciones existentes hasta ahora.

El Laboratorio dispone también de una plataforma autoportante para la inspección de puentes que facilita los trabajos de mantenimiento y la inspección de las estructuras y, en los casos que su patología así lo requiera, su auscultación. Para salvar la

dificultad del acceso al tablero por su cara inferior, zona donde suelen concentrarse la mayoría de los síntomas, es necesario contar con medios auxiliares que permitan alcanzarla en condiciones de seguridad para el equipo humano que realiza el trabajo, de rapidez en la auscultación para que la vía en la que se encuentra la estructura esté interrumpida el menor tiempo posible, y flexibilidad que permita adaptarse a diferentes tipologías y dimensiones de las estructuras.

La plataforma está permanentemente montada sobre un camión, consta de una serie de módulos metálicos que, accionados hidráulicamente permiten su rápido despliegue y posicionamiento para acceder un equipo de hasta 5 personas a la zona inferior o lateral del tablero. Una vez extendida tiene capacidad para girar bajo el puente, adaptando su lon-

gitud a la anchura del mismo, subir para acercarse al tablero y avanzar lentamente a lo largo de la estructura, pudiendo controlar todos los movimientos desde la propia plataforma.

### Instalaciones singulares

La principal instalación del Laboratorio es el simulador sísmico, único en España por sus dimensiones y prestaciones, muy útil en los trabajos de experimentación para conocer el comportamiento de estructuras. Instalado en el Laboratorio Central, permite la aplicación sobre una plataforma de acero de 3x3 m, sobre la que se instala el elemento a ensayar, y tiene seis grados de libertad, lo que se consigue mediante la actuación sobre la plataforma de cuatro actuadores hidráulicos verticales y otros cuatro horizontales. Todo este sistema está servocontrolado y optimizado para conseguir que las diferencias entre los componentes del movimiento que se quiere aplicar y el realment conseguido sean mínimas. Se utiliza para dos tipos de ensayos, la simulación del efecto de un terremoto sobre una

estructura y para aplicar aceleraciones o movimientos sobre una estructura. Como ejemplo, hace unos años se ensayó en el laboratorio el comportamiento dinámico de la antena radar del portaaviones Juan Carlos I. Se hacen muchos trabajos también para elementos industriales que van embarcados, por ejemplo en el Metro de Nueva York, para ferrocarriles, o para el AVE.

Entre las instalaciones singulares destaca el Laboratorio de Microscopía, que tiene un microscopio electrónico de barrido con detector de rayos X con el que se pueden realizar microanálisis puntuales, zonales y mapeados de elementos mayoritarios en todo tipo de muestras sólidas. Cuenta con detectores de electrones secundarios, retrodispersador de catodoluminiscencia y platina peltier, que permite la cristalización de compuestos con variación de humedad.

En los últimos años se ha renovado el sistema de microscopía óptica con la adquisición de un microscopio óptico con platina giratoria dotada de contador semiautomático petrog y platina motorizada. Ambos sistemas permiten el estudio de los áridos empleados en la fabricación

del hormigón y la evaluación cuantitativa de los componentes dañinos para el hormigón presentes en ellos. Este tipo de estudios se realizan en dos fases: análisis en el microscopio óptico y posterior análisis de la misma muestra en el microscopio electrónico. La técnica se utiliza en estudios de patologías de hormigón afectados por reacciones químicas expansivas (sulfatos, álcali-sílice).

Estos nuevos equipos, al que hay que sumar un estereomicroscopio, que se ha mejorado recientemente acoplado una cámara para el estudio macroscópico de materiales, permiten el análisis de la degradación del hormigón desde tamaños de visu hasta de micra, cubriendo así todos los niveles ópticos de las muestras recibidas en el laboratorio.

Además del estudio de patologías en el hormigón, en el laboratorio de microscopía es posible analizar otro tipo de materiales, como son geomembranas y aceros, haciendo este equipamiento imprescindible en el estudio óptico de todos los materiales de construcción. El Laboratorio Central dispone de un equipamiento muy avanzado para el estudio de la



## La instrumentación y el control remoto de estructuras es otra de las líneas de trabajo del laboratorio

permeabilidad del hormigón, decisivo para determinar su comportamiento frente a ambientes agresivos, de acuerdo a la Instrucción EHE-08. Asimismo es un factor importante en hormigones empleados en obras hidráulicas (presas, canales, depósitos, etc). Está ubicado en la nave de permeabilidad del hormigón, con equipos que garantizan un control adecuado de las condiciones termo-higrométricas de la sala. Cuenta con un equipo de penetración de agua a presión fabricado a medida, con la posibilidad de realizar ensayos simultáneos en ambas caras de la probeta. Este equipo es único en España. Además, se dispone de una célula Hoek para realizar ensayos de permeabilidad directa en el hormigón a alta presión, que complementa a las ya existentes en el Labo-

ratorio, que permitían realizar este tipo de ensayos, pero sólo en hormigones de elevada porosidad. Con la célula Hoek, pueden obtenerse también valores del coeficiente de permeabilidad en hormigones de elevada resistencia.

Para el estudio de los materiales retrorreflectantes, utilizados en señalización y seguridad vial, cuentan con un sofisticado laboratorio de fotometría, el más completo de España, dada la importancia de estudiar el comportamiento de estos materiales antes de ser utilizados. Este sistema es capaz de evaluar las características fotométricas, como el coeficiente de intensidad luminosa y el coeficiente de retrorreflexión, de nuevas formulaciones de materiales retrorreflectantes, constituidos por microprismas, así como de los ya existentes en el mercado, constituidos por microesferas. El sistema de fotometría cumple las especificaciones definidas por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) para evaluar el comportamiento de las características fotométricas de los materiales retrorreflectantes utilizados en el equipamiento vial.

La última de las instalaciones singulares es la máquina universal dinámica de 10.000 kN, que consiste esencialmente en una prensa oleohidráulica universal dinámica, cuya función principal es la experimentación mecánica, tanto sobre los materiales convencionales como sobre los nuevos materiales, que tienden a utilizarse progresivamente en la construcción: hormigones de altas prestaciones, con resistencias sobrepasando los 100 MPa y con elevada compacidad, hormigones de fibras, refuerzos de fibra de vidrio y carbono, aceros nuevos soldables, sistemas de pretensado, materiales compuestos y de marcada resistencia a la fatiga o al impacto.

La capacidad máxima de la máquina para esfuerzos de compresión es de 10.000 kN (es decir más de 1.000 toneladas de fuerza), permitiendo un gálibo libre de ensayo de hasta 5 metros de altura. La prensa puede realizar igualmente roturas por tracción y flexión de los materiales y adoptar un funcionamiento estático o dinámico (en este último caso, la capacidad de la máquina es de 6.300 kN). Puede repetir ciclos de carga con una frecuencia notable y



simular solicitaciones variables previamente programadas. El equipo lleva incorporados sistemas de autocalibración, que garantizan la fiabilidad de las medidas obtenidas durante los ensayos, todo ello acorde con la tradición de aseguramiento de calidad presente siempre en los trabajos del Laboratorio Central. La respuesta en servicio muestra una reducida incertidumbre, compatible con la importante capacidad potencial de carga

### Proyectos realizados

Entre los trabajos realizados por el Laboratorio en el último año, destacan, en el Área de Estudios y Auscultación de Estructuras, el estudio, para la Dirección General de Carreteras, de la relevancia estructural de los daños en un paso superior de autopista con tablero postesado de hormigón, afectado por procesos de degradación árido-álcali, caracterizando dicho proceso y analizando sus condiciones de drenaje, y su comportamiento dinámico. Se ha realizado el análisis del estado de la estructura de las naves de San Fernando de Henares, en Madrid, en el antiguo almacén general de Galerías Preciados, para el Organismo Autónomo Gerencia de Infraestructuras y Equipamientos de Educación y Cultura, afectado por procesos de degradación, y el estudio de la capacidad de los forjados y pilares de hormigón armado del interior, que se ha visto dificultado por la ausencia de documentación técnica descriptiva de la estructura y de sus materiales, que ha obligado hacerlo a partir de calas practicadas en los forjados y pilares, y de un estudio de calidad de hormigones basado en la corre-

cción múltiple de distintos tipos de ensayo no destructivo.

Para Naturgy y Alpiq, se ha llevado a cabo la inspección y evaluación estructural de las torres de refrigeración de la Central Térmica de Ciclo Combinado de Plana del Vent, en Vandellós (Tarragona), afectadas por procesos de ataque por cloruros pese a los criterios de diseño que se adoptaron en su construcción, y de las campañas de reparación de daños y protección de la estructura llevados a cabo recientemente.

Está en pleno desarrollo la implementación de la tecnología BIM (Modelado de información de la construcción) en edificios y puentes, permitiendo disponer en archivo informático de la descripción física y geométrica de los mismos, pudiendo obtenerse todo tipo de planos, secciones y detalles, e integrando, en diversas capas, la información sobre las características de los materiales empleados, las actuaciones de reforma realizadas, y en definitiva, toda la información necesaria para la gestión y mantenimiento de estas construcciones, durante toda su vida de servicio.

Este Área también ha prestado asistencia técnica especializada sobre diversos problemas de patología estructural y de albañilería en inmuebles del Organismo, como las sedes del Centro de Estudios de Puertos y Costas y de Secretaría, y acaban de finalizar un estudio para resolver los problemas que aparecen en la solera exterior del Parque de Bomberos de la Comunidad de Madrid en Alcobendas que ha requerido la colaboración del Laboratorio de Geotecnia, un ejemplo más del trabajo multidisciplinar que se realiza en el Cedex.

## Áreas de trabajo

- Materiales metálicos
- Materiales de base cemento
- Tecnología del hormigón
- Materiales para señalización vial
- Patología de estructuras
- Ensayos estáticos y dinámicos de estructuras
- Instrumentación y control en remoto de estructuras
- Evaluación del Patrimonio Histórico
- Impermeabilización de presas y balsas

En el Área de Dinámica de Estructuras se han realizado varios ensayos para la Dirección General de Carreteras del ministerio, con el objetivo de valorar la situación estructural frente a las cargas reales del tráfico de un paso superior de cuatro vanos continuos resueltos mediante tablero de losa maciza de canto constante apoyado en estribos y pilas mediante neoprenos. Tras una actuación de reforma de la capa superior del tablero, su impermeabilización y la ejecución de firme de asfalto que se ha

## Instalaciones y equipos

- Simulador sísmico con seis grados de libertad
- Laboratorio de fotometría para señalización vial
- Plataforma autoportante para inspección de puentes
- Máquina universal dinámica de 10.000 kN

realizado sobre el mismo, se ha valorado su evolución desde el punto de vista de las características dinámicas en comparación con los ensayos que se habían realizado.

Se han realizados también otros ensayos en el simulador sísmico según la norma MIL-STD 167-1A "Mechanical vibrations of shipboard equipment", para un equipo reformador-cámara de combustión y según la norma IEC 61373:1999 "Railway applications - Rolling stock equipment - Shock and vibration tests", aplicándola a varios equipos que irán embarcados en

trenes para las empresas Abengoa y Albatros.

En materia de Reglamentación Técnica Oficial relativa a la seguridad de las estructuras, el pasado año finalizaron los trabajos relativos a la Encomienda de Gestión de la Secretaría General Técnica del entonces Ministerio de Fomento, cuyo último informe consistió en la traducción al inglés del borrador de Código Estructural. Este reglamento, que regulará por primera vez las estructuras mixtas hormigón-acero, constituirá un hito en la reglamentación estructural española y sustituirá a las actuales Instrucciones de Hormigón Estructural EHE-08, y de Estructuras de Acero EAE.

En el Área de Ciencia de Materiales el Laboratorio ha trabajado en el ámbito de las patologías del hormigón afectado por diferentes procesos químicos, así como por problemas de corrosión de las armaduras. Siguiendo esta línea se ha concluido para la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir el Estudio del hormigón de la presa del Tranco (Jaén) que presenta un proceso de lixiviación en el hormigón, valorando las causas desencadenantes de la patología, su posible comportamiento a futuro y la afección a las propiedades del hormigón.

Asimismo se ha realizado el estudio del hormigón de la Presa de Navacerrada para la empresa GEOSA, a instancias del Canal de Isabel II, por la posible presencia de patologías químicas de ataque interno por sulfatos. Se han realizado ensayos sobre testigos para el estudio de la corrosión del Dique Levante del Puerto de Málaga, para O.P. Puertos del Estado. Igualmente se ha realizado un estudio in situ del espaldón del Dique Suroeste

## El laboratorio cuenta con un simulador sísmico, muy útil para conocer el comportamiento de estructuras

de Escombreras, en el Puerto de Cartagena, que sufre severos problemas de corrosión.

Un trabajo de gran relevancia es la investigación de la influencia del curado del hormigón con agua de mar, aspecto de máxima importancia en la ejecución de cajones flotantes. Se han llevado a cabo ensayos de difusión de cloruros y de caracterización de la durabilidad del hormigón sobre probetas fabricadas en el laboratorio y también se han extraído sondeos de cajones sumergidos en el Puerto de Barcelona.

En el Área de Productos de Construcción mantiene la actividad como laboratorio de verificación externa, de ensayos para la Homologación por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, acorde con la Reglamentación vigente, sobre armaduras activas y pasivas de acero para hormigón. Se han realizado ensayos de alambres trellados para mallas electrosoldadas, para fabricantes extranjeros de armaduras para hormigón, que comercializan sus productos en el mercado nacional.

Los Servicios Técnicos Permanentes 2019 de Aceros para Hormigón y Aceros Estructurales han efectuado numerosos ensayos tarifados, según precios públicos, para distintos peticionarios. Los expedientes realizados, sobre aceros de todo tipo (armaduras

## Proyectos relevantes

- Seguimiento en remoto de puentes de líneas de alta velocidad instrumentados
- Auscultación de puentes de voladizos sucesivos
- Ensayos en mesa vibratoria de material móvil ferroviario
- Árido reciclado: utilización en hormigón estructural y no estructural
- Catálogo de residuos utilizables en construcción
- Hormigones portuarios
- Nuevos ensayos para certificación de aceros: fragilización y fatiga a alta frecuencia
- Seguimiento de comportamiento de geomembranas para balsas
- Implantación de sistemas de gestión de la auscultación de presas
- Caracterización de nuevos materiales retrorreflectantes para señalización vial

pasivas, aceros de pretensado, alambres trefilados, alambrones para mallado y pretensado, mallas electrosoldadas. perfiles de acero estructural) tienen como destino último los Comités de Certificación CTC-017 Productos de Acero para Hormigón y Armaduras para Hormigón, CTC-036 Tubos y Perfiles Huecos de Acero, y CTC-046 Perfiles, Barras y Chapas de Acero.

La realización de estas actividades exige la acreditación ENAC del Sistema de Calidad, según UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 como Laboratorio de ensayos, en el Área de Ensayos de materiales metálicos físico-mecánicos y químicos.

Se ha puesto en marcha, para ADIF y otros suministradores ferroviarios, el ensayo de fatiga sobre los perfiles portantes de las balizas, que se instalan en voladizo, anclándose al patín de los carriles.

Han continuado los estudios de ingeniería forense sobre elementos metálicos de estructuras en servicio, en concreto, para la Dirección General del Agua, la patología de las compuertas eliminadas de la Presa de San Juan, en Madrid.

En el Área de Materiales, dentro del campo de impermeabiliza-

ción, se han firmado un nuevo convenio de colaboración con Balsas de Tenerife y el Consejo Insular de Aguas de La Palma, y un nuevo encargo de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla para el estudio y seguimiento del comportamiento de las geomembranas impermeabilizantes en las balsas de almacenamiento de agua, gestionadas por dichas entidades. En agosto de 2019 se inició la colaboración con la Dirección General del Agua, para la elaboración de una Guía práctica para la inspección y seguimiento de las barreras geosintéticas utilizadas en la impermeabilización de balsas. Por otro lado, se han realizado ensayos químicos acreditados por ENAC para la certificación de productos estructurales de acero por medio de espectrometría de emisión óptica por chispa, horno de fusión con detección mediante medida de la conductividad térmica y horno de inducción con detectores infrarrojos, y ensayos para el estudio de diversas patologías del hormigón, como la determinación de cloruros y sulfatos, y el análisis mineralógico mediante difracción de rayos X. Se ha participado en los programas de ensayos interlaboratorios organizados por la

Secretaría del Comité Técnico de certificación del cemento AE/CTC-015.

En el campo de la señalización de carreteras, se ha emitido un elevado número de informes correspondientes a la comprobación de los indicadores relativos a la retrorreflexión de las marcas viales y señalización vertical, en ejecución del Encargo a medio propio personificado por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento para la asistencia técnica en la verificación y comprobación de los indicadores empleados en los contratos de concesión de autovías vigentes (2018-2021), han continuado los trabajos del convenio con 3M España S.L., para el estudio del comportamiento de distintos materiales retrorreflectantes microprismáticos para señalización. Se han impartido los cursos de calibración de equipos y evaluación del rendimiento de los informes de intercomparación, así como el curso de herramienta para el Sistema de Gestión Medioambiental.

El Laboratorio Central está comprometido, a través de su SGA, a cumplir con los objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y del Pacto Verde. ■





Balance histórico y técnico de la autovía Palencia-Santander tras su primera década en servicio

# 10 años de autovía A-67; 2.000 años de conexión Cantabria-Meseta

El 28 de julio de 2019 se cumplía la efeméride de los primeros diez años en servicio de la A-67 Autovía Cantabria-Meseta, entre Palencia y Santander, hito clave en la mejora de la accesibilidad de la comunidad cántabra hacia el centro y sur de España. Es un buen momento para hacer un repaso histórico de los caminos y carreteras que han ido jalonando el corredor de lo que hoy es la A-67: desde los primeros vestigios prerromanos, pasando por el Camino Real de Reinosa, avanzando por los planes, estudios, proyectos y obras que fueron vislumbrando la infraestructura actual y haciendo balance de la explotación de la vía estos últimos años.

■ *Texto: CHRISTIAN DE LA CALLE OTERO (Unidad de Apoyo, Dirección General de Carreteras) y AIDA MURCIA GAYOL (Unidad de Apoyo, Dirección General de Carreteras).*

## De la calzada romana al Camino Real de Reinosa

El paso terrestre desde la meseta norte de Castilla hacia el mar Cantábrico siempre ha buscado el corredor que combina la menor distancia y la orografía más propicia. Este discurre desde la Tierra de Campos palentina siguiendo el cauce del río Pisuerga hasta Aguilar de Campoo, cruzando a territorio cántabro, atravesando brevemente la cuenca del río Ebro y encarando, desde los 850 metros de altitud de Reinosa, un sinuoso descenso junto al río Besaya, a través de sus hoces, hasta llegar a Torrelavega y a la costa en Santander. El primer vestigio de itinerario con voluntad de servir al tráfico de largo recorrido lo encontramos en la calzada romana que unía Pisoraca (Herrera de Pisuerga) con los puertos cántabros de *Portus Blendium* (Suances) y *Portus Victoriae Iuliobrigensium* (Santander). Con anterioridad al proceso de conquista romana de Hispania, concluida en el siglo I a.C., los pueblos vascones, cántabros y astures que ocupaban el territorio de la montaña cántabra no habían precisado de una red troncal de caminos, toda vez que ello facilitaba la invasión del territorio por las tribus vecinas. En el caso de la ocupación romana, con intereses no solo militares sino también económicos y culturales, se procedió al trazado de una calzada apta no solo para personas a pie o ganado, sino para la circulación rodada. De ella se conserva en buen estado actualmente un tramo de unos 5 kilómetros entre Somaconcha y Bárcena de Pie de Concha (Cantabria), permitiendo al visitante observar las losas que conformaban el cimiento de la calzada en un tramo en que, precisamente, su trazado se

separa del cauce del Besaya y se aproxima a la actual autovía A-67. Tras la ocupación romana, y a lo largo del medievo, Renacimiento y Barroco, la calzada romana pasó a una situación endémica de falta de mantenimiento, generalizada en muchas otras vías romanas en toda la península, siendo sustituido su trazado en varios tramos por caminos de menor longitud, mayor pendiente y carentes de una adecuada compactación. El deficiente, cuando no inexistente drenaje, hacía el itinerario intransitable en periodos de lluvia o deshielo, y de incómodo uso en todo momento.

Así fue hasta mediados del siglo XVIII, concretamente bajo el reinado de Fernando VI, cuando se abordó la planificación y construcción de una serie de caminos y canales para impulsar el comercio y con él la economía española. De estos corredores, el primero en construirse fue el destinado a unir Madrid y Santander, potenciando dicho puerto como salida hacia Europa y América de la importante industria agropecuaria y manufacturera castellana. Para ello, además del estudio de una red de canales para comunicar Segovia y Reinosa –de la que finalmente solo se ejecutó el Canal de Castilla entre Valladolid y Alar del Rey (Palencia)– y la construcción de un camino moderno a través de la sierra de Guadarrama –por el actual “Alto del León”–, se contempló el perfeccionamiento de “*el camino que llaman de La Montaña*” para unir Burgos, Reinosa y Santander con las mejores prestaciones técnicas de la época. Esto dio lugar al denominado Camino Real de Reinosa (o Camino Real de Las Hoces), construido entre 1749 y 1753. La iniciativa de esta obra singular



Calzada romana.

de la ingeniería civil española correspondió a Don Zenón de Somodevilla y Bengoechea, marqués de la Ensenada y, en aquel momento, ministro de Hacienda. El Camino Real fue considerado una “autopista” de la época. A lo largo de sus 165 kilómetros (de Burgos a Santander), incorporaba las nuevas tendencias de la ingeniería civil y militar francesa: un proyecto con prescripciones y planos detallados, trazado generoso de las curvas en planta y las pendientes en alzado, anchura de calzada de 6,5 metros para cruce de dos carros con

8-10 metros de sobreechanco en curvas, firme con cierta flexibilidad constituido por tres capas granulares, defensas laterales de piedra para evitar descarrilamientos, muros de contención de tierras... Además, contó con algunas características impropias de caminos en España hasta ese momento y que sentaron las bases de la ingeniería de carreteras moderna, como la construcción por tramos de una similar longitud, disposición de abrevaderos, ventas y talleres para dar servicio a los usuarios (viandantes, caballos y vehículos) y establecimiento –durante algunas décadas– de un sistema de conservación viaria basada en el cobro de peajes al usuario. Bajo la denominación de Camino Real de Las Hoces, en el año 2005 el tramo entre Bárcena de Pie de Concha y el Ventorrillo de Pesquera ha sido declarado Bien de Interés Cultural.

### La carretera N-611 y la planificación de la Autovía de la Meseta

La ejecución de la línea de ferrocarril entre Santander y Alar del Rey, puesta totalmente en servicio en 1866, restó competitividad e importancia al Camino Real, por el que, según aforos de tráfico realizados a mediados del siglo XIX, transitaban unos

mil vehículos de tracción animal al día. Además, el establecimiento de edificaciones en su linde fue convirtiéndolo en una continua travesía urbana sobre la que se ejecutaron ensanches y variantes de trazado, como la de la Hoz de Bárcena entre 1840 y 1845.

Durante los últimos años del siglo XIX y primeras décadas del XX, las necesidades de peso y velocidad de los vehículos a motor y las novedades en cuanto a materiales constructivos (hormigones, aglomerado asfáltico...) van dando forma a la nueva carretera Palencia-Santander, manteniendo en la mayor parte de su recorrido el trazado de su precedente, pero con mejores características de trazado en los puntos más inadmisibles para las nuevas necesidades.

Es con el Plan General de Obras Públicas de 1940 (Plan Peña) y su nuevo sistema de denominación de las carreteras cuando esta pasa a denominarse como nacional 611. La más ambiciosa de las mejoras en la N-611 fue la prevista por el Plan General de Carreteras 1984-91 (aprobado por las Cortes Generales el 20 de abril de 1986) en su Programa de Acondicionamientos. En el tramo entre Palencia y Reinosa, se acometieron importantes mejoras de trazado,

rehabilitación del firme y las variantes de población de Fuentes de Valdepero, Monzón de Campos, Piña de Campos, Frómista, Marcilla de Campos, Santillana de Campos, Osorno, Herrera de Pisuegra, Aguilar de Campoo, Quintanilla de las Torres y Canduela. Obras que se pusieron en servicio principalmente entre los años 1988 y 1992.

Como parte del seguimiento del citado Plan 1984-91, y como parte de los trabajos de planificación sectorial de carreteras del siguiente ciclo (1992-2000), se realizaron una serie de estudios de movilidad y pronosis de tráfico que, junto a las demandas territoriales y directrices políticas, impulsaron la planificación de nuevas autovías que debían complementar a las del Plan (que hoy denominamos “de primera generación”) mallando la red y cohesionando el territorio. Finalmente, la conexión Cantabria-Meseta por autovía se plasmó en el Plan Director de Infraestructuras 1993-2007 del entonces Ministerio de Obras Públicas y Transportes, aprobado por el Congreso de Diputados con fecha 21 de diciembre de 1995. En su “Programa de vías de gran capacidad y vías de conexión”, se incluía el acceso a Cantabria como “itinerario

Diversos tramos del Camino de Reinosa.



estructurante"; es decir, actuaciones justificadas no tanto por su intensidad de tráfico sino por la necesidad de mejorar la accesibilidad a regiones menos desarrolladas y aumentar la cohesión territorial, contemplando la autovía Palencia-Aguilar de Campoo-Torrelavega y una "vía de conexión" entre Burgos y Aguilar de Campoo; esta última se concretó entre 1990 y 1992 en el acondicionamiento de la antigua comarcal BU-622, entre Ubierna (Burgos) y Aguilar, y su incorporación a la red estatal como carretera N-627. Por su parte, el tramo de autovía entre Santander y Torrelavega ya se había incluido en el Plan 1984-91 y su construcción se completó en 1990, siendo ese tramo en puridad el inicio de la A-67. Una vez adoptada la determinación sobre los nodos que uniría la nueva autovía, esta se dividió en dos segmentos: Torrelavega-Aguilar de Campoo (75 km) y Aguilar de Campoo-Palencia (111 km), a los efectos de los necesarios estudios de carreteras: *estudios informativos* para analizar y seleccionar alternativas de trazado, someter a información pública y a evaluación ambiental, y *proyectos* para desarrollar las obras con detalle suficiente para su ejecución y explotación posterior. El primer estudio infor-



Fotografías de la nevada de 1954 en la N-611.

mativo que se redactó fue el de Torrelavega-Aguilar, al existir un consenso claro al respecto del corredor por el que debía discurrir: el valle del Besaya. Se lanzó su orden de estudio en 1990, recabó Declaración de Impacto Ambiental favorable en 1997 y fue aprobado ese mismo año. Posteriormente, se tramificó en 6 proyectos que comenzaron a redactarse, todos ellos, en 1998. El proyecto del tramo Pesquera-Molledo fue el último en aprobarse, a finales de 2002, tras estudiar nuevas soluciones en el tramo Arenas de Iguña-Reinosa con el objetivo de minimizar la afeción al bosque mixto de Montabliz y garantizar la viabilidad de la ejecución del túnel de Somaconcha, al evitar la excavación en una zona kárstica con gran presencia de cuevas y actividad hidrogeológica.

Por su parte, el estudio informativo de Aguilar-Palencia, que hubo de esperar a la decisión estratégica de priorizar la conexión por Palencia y Valladolid frente a la de Burgos, se inició con orden de estudio en 1997, comenzándose su redacción en 1998 y aprobándose en un tiempo récord, en 2001. Ese mismo año se licitaron los contratos necesarios para redactar los 12 proyectos en que se dividió este segmento de la A-67, aprobándose el último de ellos en 2005.

### Tramificación y ejecución de las obras

Con los primeros 23 km entre Raos y Torrelavega en servicio desde 1990, los 184 km entre Torrelavega y Palencia se dividieron a efectos de su construcción en 18 contratos de obra, 5 de ellos en Cantabria y 13 en la

Trazado original de la N-611 y construcción de la Variante de Palencia en 1991.



provincia de Palencia, que movilizaron una inversión en obra de 1.150 millones de euros a lo largo de 9 años.

Fue en el año 2000 cuando se dio el pistoletazo de salida a la construcción de la Autovía Cantabria-Meseta, iniciándose las obras entre Los Corrales de Buelna y Torrelavega, que sería el primer tramo en ponerse en servicio tres años después. En este recorrido hay que destacar los viaductos de acceso a los túneles de Riocorvo, que atraviesan el monte Coteruco mediante dos tubos de 685 m de longitud con tres carriles por sentido de circulación.

A este tramo le seguirían en 2004 los dos tramos entre Aguilar de Campoo y Reinosa, y en 2005, la Variante Noreste de Palencia. Los 32 km cántabros entre Reinosa y Los Corrales de Buelna fueron los de mayor complejidad técnica y medioambiental debido a la complicada orografía, requiriendo la construcción de numerosas estructuras y túneles que elevaron los costes de ejecución hasta los 15 millones de euros por kilómetro, más del triple que el coste medio en el resto del trazado hasta Palencia (en torno a los 4 millones de euros por kilómetro). La adversidad de la climatología en las zonas de mayor altitud también fue un factor condicionante en el desarrollo de las obras.

Muestra de ello, es que la mitad de la longitud del tramo Molledo-Los Corrales de Buelna, finalizado en marzo de 2005, discurre a través de túneles y viaductos. A lo largo de este recorrido de 10,6 km se construyeron dos túneles dobles: el túnel de Gedo, de 2.453 m de longitud por tubo, y el túnel de Pedredo, de 1.063 m de longitud por tubo, que atraviesa el



Obras de Montabliz.

monte de Piedrahita. Entre las estructuras, destacar el viaducto de Pedredo, de 930 m de longitud de tablero único repartidos en 17 vanos para salvar el río Llares, y singularmente el viaducto del Cieza, doble arco de 220 m de longitud y 142 m de luz, que cruza el barranco del Cieza a unos 85 m de altura sobre su cauce, minimizando este diseño las afecciones en un

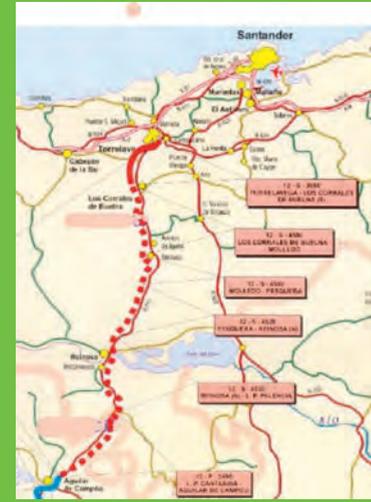
entorno de elevado valor ecológico. El método constructivo empleado, mediante avance en voladizo del puente (arco, pilas y tablero) arriostrado mediante una triangulación provisional, supuso una importante innovación en la construcción de puentes arco al permitir un menor plazo en la ejecución, una menor disposición de equipos y un mejor control de calidad y



Viaducto sobre Canal de Castilla.



Arriba, Plan General de Carreteras 1984-91. Acondicionamientos N-611; a la derecha, Plan Director de infraestructuras 1993-2007 propuesta A-67.



A la izquierda, A-67 Tramo Palencia-Aguilar. Arriba, A-67 tramo Aguilar-Torrelavega.

homogeneidad de la estructura gracias al empleo de vigas y dovelas prefabricadas.

El tramo Reinosa-Pesquera, inaugurado en 2006, incluye 14 viaductos y un doble túnel, el túnel de Lantueno, de 732 m de longitud. La autovía a su paso por Cantabria se completó en enero de 2008 con la puesta en servicio del tramo Pesquera-Molledo, el más complejo sin duda de todo el trazado. Para construir estos 13,1 km de autovía, una tercera parte en túnel o viaducto, fue necesaria una inversión de 203 millones de euros: 5,2 millones de m<sup>3</sup> de excavación, 1,6 millones de m<sup>3</sup> de terraplén, el falso túnel de Molledo de 100 m, impuesto por condicionantes ambientales, el túnel doble de Somaconcha de 1.537 m, y un total de 5 viaductos: viaducto de los Arroyos; viaducto de la Torca; viaducto de Pujayo, de 420 m, que salva el valle formado por el río Galerón; viaducto de Rioseco, salvando el valle del río Rumardero, y el viaducto de Montabliz, que merece especial mención aparte.

En su vertiente palentina, con una orografía más favorable para la implantación de la nueva infraestructura, en 2006

se pusieron en servicio 28 km entre Palencia y Frómista. Le siguieron en 2007 los tramos entre Puebla de San Vicente y Aguilar de Campoo, incluida la variante de esta población, y en 2008, el tramo Alar del Rey-Puebla de San Vicente. Este tramo alberga el doble túnel de Los Nogales, con una longitud de 290 m, y dos viaductos de 220 y 360 m, evitando así el nuevo trazado las curvas de Vilela de la N-611 y salvando la vaguada del río Pisuerga. El mismo año, se pusieron en servicio 15 km de la autovía en plena Tierra de Campos, entre Frómista y Santillana de Campos, cruzando sobre el Canal de Castilla mediante dos viaductos de 115 m, en los que se debieron emplear especiales métodos de cimentación y de ejecución para minimizar las afecciones al conjunto histórico. Este mismo tramo de la A-67 cruza con la carretera local P-980, junto a la que discurre el Camino de Santiago, lo que condicionó el diseño del enlace entre ambas vías para, de forma prioritaria, salvaguardar la seguridad de los usuarios de este itinerario histórico.

Finalmente, en julio de 2009, se abrieron al tráfico los últimos

38 kilómetros entre Santillana de Campos y Alar de Rey, que culminaron el acceso a la Meseta desde o hacia Santander por autovía.

Merece la pena destacar las medidas de protección del medio ambiente y del patrimonio cultural llevadas a cabo durante la ejecución de las obras en coordinación con las comunidades autónomas. Por citar sólo algunos ejemplos: las excavaciones arqueológicas asociadas a los yacimientos de la Velilla en Osorno -una de las tumbas dolménicas más emblemática de la meseta Norte-, de Quintanilla-San Martín en Fuentes de Valdepero y en el entorno de la ermita y necrópolis medieval de Respalacios, en Molledo.

### Efectos de la nueva autovía

La provisión de una infraestructura de gran capacidad para conectar Cantabria con los principales polos de actividad económica del Centro y Sur peninsular fue durante muchos años una demanda política y social en esta región, justificada intensamente desde el punto de vista de la integración territorial pero también como herramienta



Viaductos, esculturas y yacimientos.

### AUTOVÍA A-67 PALENCIA-SANTANDER

| Provincia | Tramo  | Longitud (km) | Presupuesto (Millones de €) | Coste unitario (M€/km) | Fecha de terminación |
|-----------|--|---------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|
| Palencia  | Variante Noreste de Palencia                       | 11,8          | 45,5                        | 3,9                    | nov-05               |
| Palencia  | Palencia-Fuentes de Valdepero                      | 9             | 41,9                        | 4,7                    | may-06               |
| Palencia  | Fuentes de Valdepero-Amusco                        | 9,5           | 29                          | 3                      | may-06               |
| Palencia  | Amusco-Frómista (S)                                | 9,7           | 35,2                        | 3,6                    | may-06               |
| Palencia  | Frómista (S)-Marcilla de Campos                    | 10,3          | 43                          | 4,2                    | nov-08               |
| Palencia  | Marcilla de Campos-Osorno                          | 9,9           | 42,7                        | 4,3                    | jul-09               |
| Palencia  | Osorno-Villaprovedo                                | 10,6          | 33,8                        | 3,2                    | jul-09               |
| Palencia  | Villaprovedo-Herrera del Pisuerga                  | 11            | 31,4                        | 2,9                    | jul-09               |
| Palencia  | Herrera del Pisuerga-Alar del Rey                  | 10,7          | 37,3                        | 3,5                    | jul-09               |
| Palencia  | Alar del Rey-Puebla de San Vicente                 | 5,8           | 43,2                        | 7,5                    | nov-08               |
| Palencia  | Puebla de San Vicente-Aguilar de Campoo (S)        | 6,7           | 32,9                        | 4,9                    | nov-07               |
| Palencia  | Variante de Aguilar de Campoo                      | 7,7           | 42,2                        | 5,5                    | nov-07               |
| Palencia  | Aguilar de Campoo(N)-L.P. Cantabria (Mataporquera) | 8,7           | 31,2                        | 3,6                    | jul-04               |
| Cantabria | L.P. de Palencia-Reinosa (N)                       | 17,9          | 84,4                        | 4,7                    | feb-04               |
| Cantabria | Reinosa (N)-Pesquera                               | 8,5           | 130,2                       | 15,3                   | jul-06               |
| Cantabria | Pesquera-Molledo                                   | 13,1          | 203,3                       | 15,5                   | ene-08               |
| Cantabria | Molledo-Los Corrales de Buelna (S)                 | 10,7          | 154,4                       | 14,4                   | mar-05               |
| Cantabria | Los Corrales de Buelna (S)-Torrelavega             | 12,5          | 91,2                        | 7,3                    | may-03               |
| Cantabria | Torrelavega-Polanco                                | 4,7           | 7,3                         | 1,6                    | 1987                 |
| Cantabria | Polanco-Oruña                                      | 5,5           | 5,6                         | 1                      | 1986                 |
| Cantabria | Oruña-Bezana                                       | 6,8           | 11,8                        | 1,7                    | 1986                 |
| Cantabria | Bezana-Raos  | 6             | 13,5                        | 2,3                    | 1990                 |
|           |  | <b>207,1</b>  | <b>1190,9</b>               | <b>5,8</b>             |                      |

de mejora del desarrollo socioeconómico a través de la reducción de costes del transporte, la competitividad de las empresas y el desarrollo turístico. En los estudios de investigación y prognosis realizados con anterioridad a la finalización de las obras, se constataba que el efecto más directo e inmediato de la ejecución de la A-67 sería la mejora de accesibilidad, con ahorros de tiempo de viaje conseguidos desde Santander a capitales de provincia castellanas de entre 17 y 42 minutos y un potencial incremento de la renta de Cantabria de un 4,15%. Además, se daba acceso a Cantabria al eje Portugal-Francia de la Red Transeuropea de Transportes, maximizando las posibilidades de expansión de los sectores productivos. Otros efectos esperables del trasvase de tráfico hacia la nueva autovía desde la N-611 eran una mejora de los índices de accidentalidad, una mejor calidad de vida por la reducción de tiempo de viaje y una mayor frecuencia de viajes turísticos de visitantes ya asiduos. A lo anterior cabe añadir los efectos a corto plazo durante la ejecución de las obras, tanto en el sector de la construcción como por arrastre a otros sectores económicos. Además de las repercusiones económicas derivadas de la inversión (estimadas en un efecto multiplicador del gasto sobre la economía de 2 y

unos 20.000 puestos de trabajo directos e indirectos generados), la ejecución de obras de gran complejidad técnica como el viaducto de Montabliz o el túnel de Gedo supuso la consecución de referencias técnicas de gran valía para empresas constructoras e ingenierías, así como *know-how* para la Administración. En todo caso, la coincidencia en el tiempo de la finalización de la autovía (2009) con el inicio de una crisis económica sin precedentes en décadas, con una reducción drástica y general en la movilidad durante más de un lustro, ha supuesto una dificultad a la hora de evaluar el grado de consecución de los objetivos específicos de la entrada en servicio de la A-67 de manera aislada.

### Explotación, mantenimiento y futuro

El tráfico medio ponderado del corredor formado por la A-67 y la N-611 en los últimos 10 años, (desde 2009, año en el que todos los tramos de la A-67 estaban ya en servicio) es de 18.000 vehículos diarios (10% de pesados), de los cuales un 90% utilizan la autovía para sus desplazamientos frente a la N-611, tras captar aquella más del 70% del tráfico que antes circulaba por la carretera convencional. Se acusa el descenso en el tráfico desde el año 2010 a consecuencia de la crisis, observándose a partir de 2014 un paulatino incremento.

El tramo de la A-67 que soporta una mayor intensidad de tráfico es el comprendido entre Santander y Torrelavega, con IMD superiores a 60.000 vehículos, destacando singularmente en las proximidades del enlace con la autovía S-20, de acceso a Santander, a la altura de Santa Cruz de Bezana, con una IMD de 73.000 vehículos en 2018, y en las del enlace con la S-10, siendo los puntos de más intensidad de tráfico de la Red de Carreteras del Estado en Cantabria. En este tramo la autovía cuenta con un área de servicio, AS Gornazo, dotada con todo tipo de servicios: repostaje (incluido el sistema AdBlue), aparcamiento, restauración o aseo. Siendo de titularidad del Estado, las instalaciones se gestionan mediante un régimen concesional. Por lo que concierne a la conservación y explotación (COEX) de la A-67, las labores de carácter ordinario se desarrollan en la actualidad a través de cuatro contratos de servicios, que suponen invertir aproximadamente 8,5 millones de euros al año. Se cuenta con otros tantos centros COEX de operaciones: Santillana de Campos y Dueñas en Palencia, y Los Corrales de Buelna y Polanco en Cantabria. A ello se suman otras actuaciones "extraordinarias" de mantenimiento, como rehabilitaciones del firme o renovaciones de todos los elementos funcionales de la carretera (barreras, señalización...) que se materia-





Centros de conservación y de control de túneles; boca del túnel Nogales, y vialidad invernal.

lizan a través de contratos de obras. Adicionalmente, se cuenta con el Centro de Control de Túneles de Pedredo, desde el que se supervisa con las más modernas tecnologías los túneles de Riocorvo, Gedo, Pedredo, Somaconcha y Lantueno.

Tratándose de una vía que atraviesa la cordillera cantábrica, cobran especial relevancia las campañas anuales de vialidad invernal, organizadas en torno a un operativo para mantener la carretera en las mejores condiciones posibles de confort y seguridad para el usuario y su entorno, de acuerdo con los niveles de servicio fijados. Mitma cuenta para este fin con un dispositivo de 36 máquinas quitanieves, 8 plantas de elaboración de salmuera y una capacidad de almacenamiento de unas 11.000 toneladas de sal.

La zona más adversa en cuanto a climatología invernal es el tramo entre Santa Cruz de Iguña y Herrera de Pisuerga, con el punto más alto en los 1.002 m del puerto del Pozazal. Como medida preventiva de vialidad vial, siete viaductos (Marlantes, La Hía, El Hayal, Lantueno Boca Norte, Lantueno Boca Sur, Cañeda y Nogales Boca Norte) han sido equipados con aspersores de sustancias fundentes del hielo para evitar la formación de placas deslizantes en la calzada. En la línea de mejorar la calidad de servicio a los usuarios, se trabaja en actuaciones de calado en la A-67, en diversas fases de avance: estudio informativo, proyectos y obras. Entre las obras actualmente en fase de ejecución, cabe destacar:

- En el entorno de Santander, el nuevo acceso al Puerto de Santander (presupuesto de 22,9 millones de euros)

desde el extremo norte de la autovía. Servirá para descongestionar el enlace actual con la autovía S-10 y mejorar la movilidad en una zona de influencia con gran demanda de tráfico.

- En el área de Torrelavega, el ramal de continuidad Sierrapando-Barreda (109 millones de euros), que permitirá al tráfico pasante de la A-67 no tener que incorporarse a la A-8 entre Sierrapando y Torrelavega en un tramo que supone un cuello de botella. Además, se mejoran tres enlaces del entorno.
- Al norte de Aguilar de Campoo, se está construyendo a la altura de Quintanilla de las Torres un nuevo enlace en la autovía entre los existentes de Aguilar / N-627 y Mataporquera (3,2 millones de euros). Con ello, se mejorará la accesibilidad de las localidades del entorno y especialmente de la comarca de Valderredible. ■

### Bibliografía

- Artículo "El Camino Real de Reinos. Primera autopista de acceso a la Meseta". María Luisa Ruiz Bedia y Rafael Ferrer Torío, 2001. Cuadernos de Campoo, nº25.
- Vías romanas. Ingeniería y técnica constructiva. Isaac Moreno Gallo, 2004.
- Artículo "Viaducto de Montabliz". Roberto Villegas Gómez, Marcos J. Pantaleón Prieto, Roberto Revilla Angulo y Patricia Olazábal Herrero, 2008. Revista Hormigón y Acero, nº248.
- Artículo "Análisis de los efectos económicos y sociales de la conexión por autovía entre Cantabria y la Meseta". José María Díaz y Pérez de la Lastra, 2015. Revista de Obras Públicas, nº3566.
- Artículo "Rebosante de historia". Luis Solera, 2016. Revista del Ministerio de Fomento, noviembre 2016.



Obras de Montabliz y Monitorización de datos.

## Un hito singular: el viaducto de Montabliz

El trazado del tramo cántabro de la A-67 Molledo-Pesquera, en servicio desde enero de 2008, discurre en su mayor parte a media ladera del valle del río Besaya. Para salvar un desnivel de 500 metros en poco más de 13 km de longitud y atravesar los valles de varios afluentes de la margen izquierda del Besaya, se hizo necesario ejecutar grandes infraestructuras como el túnel de Somaconcha (1.573 m) y cinco viaductos. Con un coste medio de 15,5 millones de euros por kilómetro, no es extraño que este fuera el tramo más “caro” de la A-67. Cabe destacar en este tramo cántabro el *viaducto de Montabliz*, que supone aun a día de hoy un puente récord al contar con la pila de mayor altura de España, con 130 metros, y estar entre los diez más altos de Europa; en definitiva, un hito de la ingeniería y la obra civil españolas. Ubicado en el municipio de Bárcena de

Pie de Concha, el viaducto salva el escarpado valle del río Bisueña sobrevolando un hábitat de interés como es el bosque mixto de robles y hayas de Montabliz, hecho que condicionó las estrictas especificaciones de la Declaración de Impacto Ambiental, y en definitiva el diseño del viaducto. Buscando la mínima afección superficial en el terreno y la mayor esbeltez en alzado posibles, se proyectó una solución de tablero único sobre cajón de hormigón pretensado, con 3 carriles en sentido ascendente (Palencia) y dos carriles en sentido descendente (Santander), sustentado por solo cuatro pilas y alcanzando los 175 m de luz entre las dos pilas centrales. Además, se alcanza una altura entre el cauce y la carretera de 145 metros... Todo ello le hizo acreedor de diversos galardones por parte del sector de la ingeniería y la construcción, entre ellos el “Premio Acueducto

de Segovia 2009” del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, como la obra pública con una mejor integración ambiental. El sistema constructivo empleado también es digno de mención. Al ubicarse sobre un terreno heterogéneo e irregular formado por arcillas firmes y arenas densas, fue necesario cimentar las pilas con pilotes de hasta 35 metros de profundidad. Las pilas se ejecutaron mediante un sistema pionero en España de cimbras autotrepantes, que hacían innecesario disponer grúas sobre el terreno. Además, el tablero se fue ejecutando mediante la técnica de avance en voladizo, añadiéndose dovelas en forma de “T” simétrica desde las pilas hasta los puntos de cierre de los cinco vanos. Durante la construcción del viaducto se llevó a cabo la monitorización en tiempo real de los parámetros estructurales más significativos. Así, por ejemplo, se controlaban de forma continua los giros, los desplazamientos y los esfuerzos generados en pilas y cimentaciones por el avance de los voladizos sucesivos en los cuatro tramos de tablero. Una vez abierto al tráfico, se mantuvo parte de la instrumentación de obra para seguir monitorizando la acción térmica y el viento, y se completó con un sistema dinámico para controlar la respuesta estructural frente a esta última acción. Actualmente, dicho sistema de monitorización sigue activo, sirviendo su análisis por parte de Mitma para generar conocimiento sobre el comportamiento de grandes estructuras y perfeccionar la normativa técnica en esta materia.

### El viaducto de Montabliz, en cifras

|                               |                                      |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| Carretera                     | Autovía A-67                         |
| Punto kilométrico             | 148+300                              |
| Coordenadas UTM               | 411.515,6 / 4.772.587                |
| Municipio                     | Bárcena de Pie de Concha (Cantabria) |
| Longitud total                | 721 metros                           |
| Número vanos                  | 5                                    |
| Longitud de vanos             | 110- 155- 175- 155- 126 metros       |
| Altura máxima sobre terreno   | 145 metros                           |
| Altura máxima pila            | 130 metros                           |
| Altura máxima estribo         | 10 metros                            |
| Carriles                      | 3+2                                  |
| Anchura de plataforma         | 26,1 metros                          |
| Pendiente longitudinal máxima | 5,57 %                               |
| Radio en planta               | 700 metros                           |
| Peralte transversal           | 8 %                                  |
| Hormigón empleado             | 46.000 m <sup>3</sup>                |
| Acero empleado                | 14.100.000 kg                        |



John Hancock Center. Chicago, EE.UU. (1969)

# Nuevo paradigma estructural

Cien plantas y 344 metros de altura conforman el John Hancock Center, uno de los rascacielos más emblemáticos de la ciudad estadounidense de Chicago, conocido en la actualidad como 875 North Michigan Avenue que, a juicio del Premio Nacional de Ingeniería Civil, Julio Martínez Calzón “es una de las estructuras más cualificadas y sofisticadas realizadas por la humanidad hasta la fecha”.

■ Texto: PEPA MARTÍN MORA

## El 6 de mayo de 1968,

fecha en la que se coronó este rascacielos –que inicialmente se denominó John Hancock Center en honor a la empresa promotora y ocupante original– se convirtió en el segundo edificio más alto del mundo y en el más alto fuera de la ciudad de Nueva York, siendo a día de hoy el quinto en altura de Chicago y el décimo tercero de EE.UU. Julio Martínez Calzón cree que su construcción, con sus 344 metros –que equivalen a 459 si tenemos en cuenta su antena– y sus cien plantas, inauguró “un nuevo paradigma estructural en la edificación de gran altura”. Conocido popularmente como Big John (Gran John) –construido bajo la supervisión de Skidmor, Owings and Merrill según el diseño del arquitecto Bruce Graham y el ingeniero estructural Fazlur Rahman

Khan– fue la primera torre de gran altura de uso mixto. Se alza, junto con la Torre Willis (Sears) y el edificio de apartamentos en Lake Shore Drive 860-880 (Mies van der Rohe), como uno de los edificios más representativos y altos en el *skyline* de Chicago. Su perfil trapezoidal de color negro y las dos antenas que lo coronan lo han convertido en uno de los hitos más reconocibles de la ciudad, observada desde el lago Michigan. Alberga en su interior oficinas, más de setecientas viviendas, un espacio comercial y varios restaurantes, desde uno de los cuales, el Skywalk, ubicado en la planta 95, se puede disfrutar de unas espectaculares vistas de la ciudad. Su principal atracción está una planta más abajo, en la 94, donde las vistas panorámicas del observatorio conocido como 360° Chicago, que tiene el único *sky walk* al aire libre de la ciudad, permite

la visión, de cuatro estados, hasta una distancia máxima de 120 kilómetros, y disfrutar de la plataforma TILT, una serie de ventanas de suelo a techo que se inclinan lentamente 30° hacia fuera del edificio. Además, acoge la piscina interior más alta de los EE.UU., en el piso 44. A todas estas plantas es posible subir a una velocidad de vértigo, ya que sus ascensores son de los más rápidos del mundo y alcanzan una velocidad de 9,1 metros por segundo, que equivalen a 33 km/h.

### Construcción

Ubicado en el costado norte de la “Milla magnífica” (Magnificent mile), en el distrito Golden Coast, exactamente en 875 N. Michigan Avenue (dirección a la que a día de hoy debe su nombre), es uno de los edificios más famosos del expresionismo estructural. Su gran altura y su forma de pirámide truncada lo hacen fácilmente



reconocible, además de poner en evidencia su revolucionaria ingeniería estructural que, unida a su belleza tecnológicamente avanzada, consiguen que el edificio resista los fuertes vientos tan frecuentes en esta ciudad. El proyecto inicial contemplaba la construcción de dos torres, una de 70 plantas para residencias privadas y otra de 50

para oficinas; pero finalmente se optó por diseñar una única torre con esa forma tan peculiar coronada por las dos antenas de la parte superior. El motivo que hizo desistir de la idea original fue que levantar dos edificios hubiera supuesto ocupar la mayor parte de la parcela, además de privar de luz natural algunas zonas de los edificios cercanos

y ver mermada la privacidad de las viviendas. Finalmente, se decidió intentar por primera vez en la historia construir una estructura vertical con usos tradicionalmente separados: las ocho primeras plantas sobre rasante para aparcamiento, a continuación las plantas de oficinas, y las 49 últimas dedicarlas a las viviendas, disfrutando así de

## Curiosidades

- Actualmente es el quinto edificio más alto de Chicago y el décimo tercero más alto de los Estados Unidos, tras el One World Trade Center, la Torre Willis, el Trump International Hotel and Tower, el Empire State Building, la Bank of America Tower y el Aon Center, entre otros.
- Fue la primera torre de gran altura de uso mixto, con restaurantes, oficinas y viviendas.
- El primer residente fue Ray Heckla, el ingeniero del edificio, responsable de las plantas residenciales de la 44 a la 92, que se trasladó junto con su familia en abril de 1969, antes de que se finalizara totalmente la construcción.
- Su característico diseño ha recibido varios premios, entre ellos el Distinguished Architects Twenty-five Year Award del American Institute of Architects, en mayo de 1999.
- El edificio pertenece a la Federación Mundial de Grandes Torres.
- *Hustle up the Hancock*, o "Sube corriendo el Hancock", es una carrera anual que se celebra el último domingo de febrero para subir las escaleras de las 94 plantas del edificio, desde la Michigan Avenue hasta el observatorio. El récord de este reto, que se realiza en beneficio de la Respiratory Health Association of Metropolitan Chicago, está en 9 minutos y 30 segundos desde 2007.
- En la planta 44 del rascacielos se encuentra la piscina cubierta y climatizada a mayor altura de los Estados Unidos y de América.
- WYCC-TV y WGBO-DT son las dos cadenas de televisión de Chicago que emiten su señal desde la cima del John Hancock Center.
- El 11 de noviembre de 1981, el Día de los Veteranos, Dan Goodwin consiguió escalar por la pared exterior del edificio para llamar la atención sobre la imposibilidad de rescatar a personas atrapadas en las plantas más altas de los rascacielos. Con un traje de buceo y un dispositivo de escalada que le permitió trepar por las vigas del edificio, se tuvo que enfrentar a los continuos intentos de los bomberos de detenerlo lanzándole agua con sus mangueras a máxima potencia. Finalmente, el alcalde Jane Byrne, temiendo por la seguridad de Goodwin, intervino y le dejó continuar hasta la cima.
- La película *Poltergeist III*, de 1988, se desarrolla en su interior.
- Ha recibido, entre otros premios, el Distinguished Architects 25 Year Award concedido por el Instituto de Arquitectos estadounidenses en mayo de 1999.

unas vistas y una privacidad sin parangón. Los usos mancomunados de las viviendas, ya sean deportivos, de ocio, equipamientos y dotaciones comunitarias, están situados en la cubierta.

El proyecto fue concebido por Jerry Wolman a finales de 1964, y su construcción es el fruto de una de las más estrechas colaboraciones entre un arquitecto y un ingeniero de estructuras: Bruce Graham y Fazlur Khan, respectivamente, que retomaron las tesis de Myron Goldsmith sobre el desarrollo óptimo de la retícula estructural para experimentar con ella en la construcción de este rascacielos de 100 pisos. Así, sustituyeron el tubo interior, que se utilizaba en los edificios de gran altura como sistema básico estructural, por una estructura perimetral rígida, construida por la superposición de una retícula triangulada sobre otra convencional, confeccionando de esta forma un modelo híbrido. Este tubo aligerado permitió, además de plantas libres de columnas, un ahorro sustancial del acero: 145 kg por m<sup>2</sup> frente a los 200-250 kg utilizados en los edificios de cincuenta pisos de esa época, es decir, menos acero y el doble de altura de los rascacielos tradicionales.

Para conseguir esa altura récord —su forma de cuña crea la ilusión óptica de que es aún más alto—, entre las técnicas que utilizaron también está su característico exterior con vigas en forma de X, que hace que la fachada del edificio forme parte de su estructura, además de ser un elemento tan original que lo ha convertido en un icono arquitectónico, con su revestimiento de vidrio y aluminio anodizado con su característico color negro. Se consigue también así liberar el interior de las plantas de pilares, para que puedan ser diáfanas, sin interrupciones en el espacio, ofreciendo resistencia ante vientos de hasta 193 km/hora, uno de los principales factores que se tuvieron en cuenta a la hora de utilizar esta estructura tubular, así como frente a los terremotos. Las dimensiones de las plantas se van reduciendo en altura, lo que afecta de forma progresiva a las zonas comunes, que son más pequeñas a medida que se va subiendo, y las ventanas están instaladas con cierta inclinación, lo que ayuda a que desaparezca la sensación de vértigo. En el exterior del edificio hay una plaza elíptica a modo de oasis público, con sus plantas estacionales y una cascada de agua de

3,7 metros de altura. En la cima, al anochecer se enciende un grupo de luces blancas que se puede ver desde todo Chicago y que va cambiando de color en función de los eventos o conmemoraciones de la ciudad, como en Navidad, que pasa a ser rojo y verde, o de los colores de los equipos deportivos locales, por ejemplo, si se da la circunstancia de que ganan una competición. En 1995 se remodeló el interior, añadiendo superficies de mármol travertino, granito negro y caliza al vestíbulo.

La ejecución de la obra no estuvo exenta de problemas, ya que tuvo que ser interrumpida tres años después de iniciada por un fallo en el innovador método utilizado para verter hormigón en fases, cuando ya se habían levantado veinte plantas: los ingenieros obtuvieron los mismos asientos que esperaban con la construcción de las cien plantas, lo que provocó una crisis de crédito y, como consecuencia, falta de financiación. Su promotor se declaró en quiebra y John Hancock se hizo cargo del proyecto, manteniendo el diseño original y al mismo arquitecto, ingeniero y contratista.

Skidmore, Owings & Merrill LLP (SOM), la firma de arquitectura que se encargó de su ejecución,





es muy conocida también por sus trabajos de diseño de interiores, ingeniería y desarrollos de urbanismo en todo el mundo –cuenta con oficinas en Nueva York, Chicago, San Francisco, Los Ángeles, Washington DC, Londres, Hong Kong, Shanghai, Bombay y Abu Dabi–, una trayectoria de reconocido prestigio en el diseño y una cartera que incluye algunos de los logros

arquitectónicos más importantes de los siglos XX y XXI. El Instituto Americano de Arquitectos ha reconocido a esta empresa con su más alto galardón en dos ocasiones: el Premio en Arquitectura Firm, en 1962 y en 1996. ■

#### Ficha técnica

**Cliente:** Jerry Wolman Associates  
**Arquitecto:** Bruce Graham, Skidmore, Owings & Merrill, SOM

**Ingeniero estructural:** Fazlur Rahman Khan, SOM

**Categoría:** Rascacielos (Super-Tall) + 300 metros.

**Altura:** 344 metros (máxima contando las antenas 457 m).

**Superficie del sitio:** 9.661,91 m<sup>2</sup>  
**Área del Proyecto:**

260.128,512 m<sup>2</sup>

**Número de Plantas:** 100

**Número de ascensores:** 42. Uso mixto

## Julio Martínez Calzón, Premio Nacional de Ingeniería Civil. John Hancock Center: un nuevo paradigma estructural en la edificación de gran altura

Desde una perspectiva de juicio de las estructuras más calificadas y sofisticadas realizadas por la humanidad hasta la fecha, la correspondiente a este edificio podría considerarse, en cierto modo, elemental o sencilla y poco relevante. Pero es por ello, por lo que, respecto a mi propia estimación, dicha estructura ofrece –y por eso la he elegido entre muchas otras más trascendentales o importantes– una inteligibilidad sencilla y espontánea de lo que llamaría el lenguaje estructural. La sencillez y perfecta comprensión de la resolución de la problemática dominante en los edificios de gran altura: su resistencia frente a las acciones horizontales de viento y sismo; de tal manera que, la optimización de dicha capacidad (que en artículos técnicos previos he denominado “tensibilidad”), se convierte en

algo evidente y con gran valor estético, y que con mayor precisión diría que se refleja como “forma significativa”, capaz de inaugurar un nuevo paradigma estructural en la edificación de gran altura. Este adjetivo: significativo, es, en mi escala de valoración, uno de los más atractivos y excitantes, puesto que reúne el hecho conceptual y el hecho estético, las dos partes posiblemente más fecundas del ser humano, en cuanto a su manera de comprender y estar en el mundo.

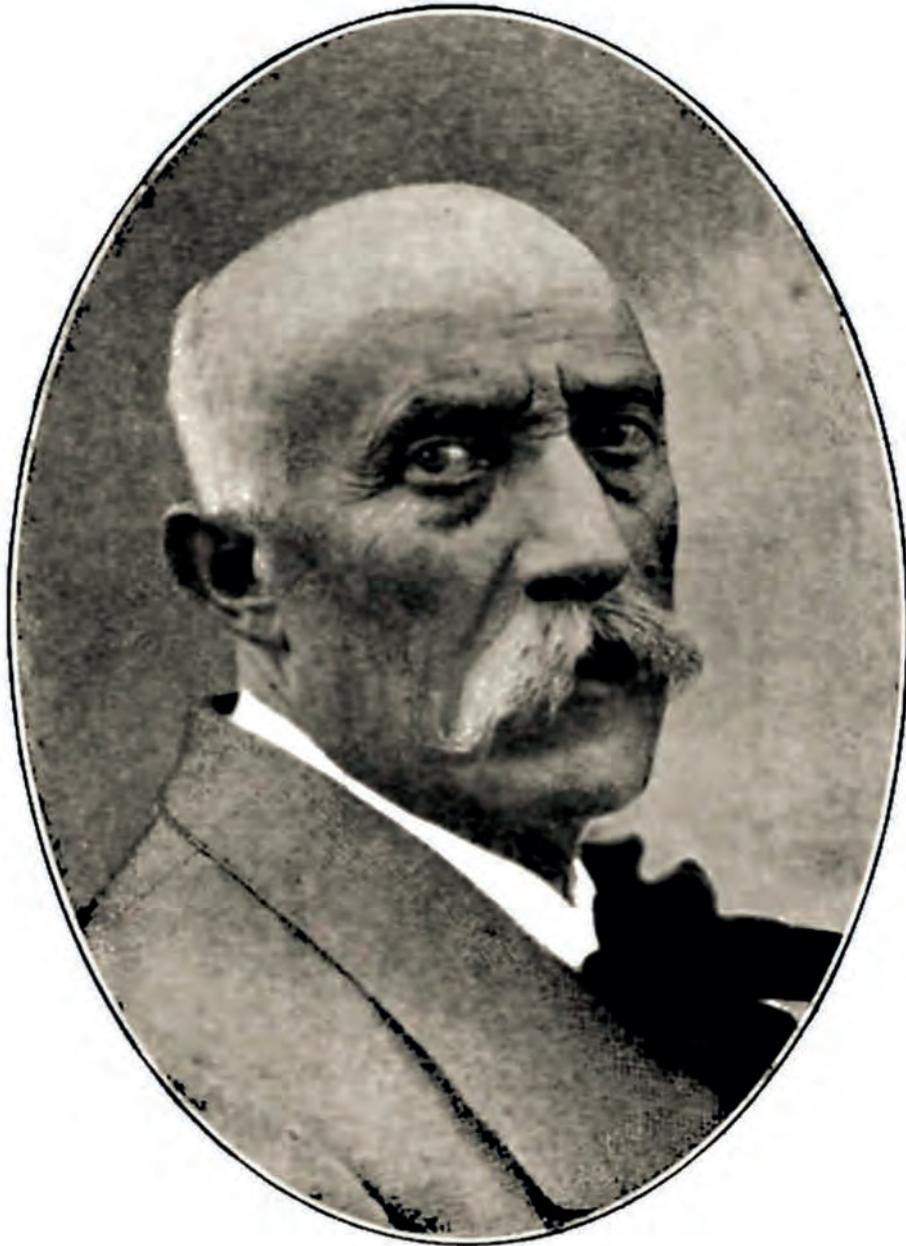
El John Hancock, en la manera en que utiliza la totalidad dimensional del edificio, para conseguir el mayor brazo posible de las fuerzas internas que han de oponerse y resistir a las externas, determina la mejor manera de captar el hecho resistente. La proporción precisa en que el edificio en su presencia externa nos

apela, es la correspondiente a la óptima de una celosía –formidable creación de la ingeniería del siglo XIX, nunca superada en la interrelación cuantitativa materia-resistencia–, y tal proporción alude a la belleza y la elegancia: mejor aún, a la excelencia. La leve disminución del tamaño de la planta con la altura del edificio, recuerda la elegancia de los pilonos del antiguo Egipto, una clave formal insuperable de aquel mundo estético.

Finalmente, pero no menos importante, esta elección es un reconocimiento al ingeniero estructural Fazlur Khan, uno de los más conspicuos en el ámbito de la ingeniería civil, junto con nuestro gran maestro Eduardo Torroja, en la búsqueda de soluciones de excelencia en la resolución de la problemática de las estructuras resistentes.

Actualmente es el quinto edificio más alto de Chicago y el décimo tercero más alto de los Estados Unidos, tras el One World Trade Center, la Torre Willis, el Trump International Hotel and Tower o el Empire State Building, entre otros





## DON ARTURO SORIA Y MATA

INVENTOR DE LA CIUDAD LINEAL  
FUNDADOR Y DIRECTOR DE LA COMPAÑÍA MADRILEÑA DE URBANIZACIÓN  
EX DIPUTADO A CORTES  
FUNDADOR Y DIRECTOR, DURANTE DOCE AÑOS, DEL TRANVÍA,  
DE ESTACIONES Y MERCADOS DE MADRID

Centenario del fallecimiento  
(Madrid, 15.XII.1844 - 6.XI.1920)

# Arturo Soria y Mata

**El utópico proyecto de la Ciudad Lineal fue la propuesta de Arturo Soria para acabar con la especulación que ya asolaba las ciudades a finales del siglo XIX.**

■ *Texto: Centro de Publicaciones del Mitma*

## Posiblemente influenciado

por los proyectos de los socialistas utópicos Owen y Cabet, Arturo Soria quiso hacer realidad la idea de una ciudad idílica en la que producción y consumo no estuvieran necesariamente unidos. El proyecto de Ciudad Lineal nace en 1886 con la pretensión de ruralizar la ciudad, acercándose también a la idea planteada previamente por Karl Marx. Sin embargo, el planteamiento de Soria es único pues, a diferencia de todos ellos, busca adaptar el modelo a un esquema de desarrollo que se opone a la idea de comunidad y defiende el crecimiento regional como la urbanización de zonas continuas. El proyecto no cayó en saco roto como tantas otras teorías; se comenzó a construir en Madrid utilizando para ello la financiación privada, concretamente de la mano del propio Soria, a finales del siglo XIX, pues su ideólogo fue también el promotor del proyecto a través de la Compañía Metropolitana de Urbanización (CMU). La idea nació con la pretensión de trascender a la capital de

España, pudiendo ser ejecutada en otros muchos lugares para solventar el problema que, a su modo de ver, era la "forma" de las ciudades. Se atrevió incluso a imaginar la colonización del espacio con una triangulación de las ciudades lineales que podrían alcanzar la totalidad de España y el mundo entero. El proyecto preveía el urbanismo más allá de las fronteras, un eje que podría enlazar Bruselas con Pekín, o Cádiz con San Petersburgo. Estableciendo una gran Ciudad Lineal que uniera "cada ciudad de una provincia con sus vecinas, progresivamente a partir de la capital".

Contrario a la reorganización de la economía de un país mediante la distribución de la riqueza, obsesión de los liberales de la época que defendían el establecimiento de la revolución "por arriba", Soria sostiene otras ideas sobre el alojamiento obrero muy diferentes; defiende la ciudad paralela y no la que rodea un núcleo, pues posibilita independencia real en comparación a la Ciudad Jardín, propuesta por Howard, que nace como ciudad satélite.

Concibe la Ciudad Lineal en los alrededores de Madrid como una vía periférica de 48 kilómetros de largo y autonomía en todos los aspectos. La proyecta con un conjunto de servicios independientes para el transporte y la comunicación que la conectase con otros lugares, y también incluso una universidad, un teatro, un sanatorio, e industrias y



ex-  
plota-  
ciones  
agrícolas.  
Posterior-  
mente  
abandona-  
ría su  
pro-  
yecto

inicial, que sería modificado abandonando la idea de construir una única arteria principal y evolucionando para convertirse en seis Ciudades Lineales desarrolladas en paralelo en dirección a Fuencarral, Hortaleza, Barajas, Villaverde, Vallecas y Pozuelo, como partes de una gran Ciudad Lineal de 48 kilómetros y con la intención de detener la emigración del campo a la ciudad, a través de la construcción de una ciudad en el campo.

Rompe también con la defensa del alojamiento obrero, pues defiende la necesidad de recuperar la naturaleza para todos, de manera que cada familia pueda poseer no solo un lugar donde vivir sino también un trozo de tierra y sol en donde pueda sembrar su huerta y disfrutar de un pedazo de jardín al aire libre.

### El camino recorrido

Nació en el seno de una modesta familia, en Madrid, en el año 1844. Su brillantez le llevó a convertirse en un inteligente joven con vocación para ser ingeniero de caminos, ambición que no pudo conseguir pues, por incomprensibles razones, un miembro del tribunal de calificación vetó su acceso a la Escuela. Decidió entonces, por el año 1863, opositar al cuerpo de telégrafos en el que ingresó, pero al que pronto abandonó para preparar su ingreso en la Escuela del Catastro.

Su primer destino en el Catastro fue Navalcarnero, donde realizó prácticas de triangulación y geodesia que le llevaron a colaborar en el levantamiento de los planos de La Granja, trabajó también en las oficinas de Estadística de la Estación de Mediodía en las que por vez primera tuvo contacto con el ferrocarril, elemento prioritario en su vida y obra.

Su primer destino fue, en 1871, la isla de Puerto Rico, en el Caribe, donde ocupó el cargo de secretario del Gobierno Civil con la responsabilidad de poner en práctica la aprobada normativa para la abolición de la esclavitud. Las dificultades y presiones que encontró, le llevaron a dimitir tan solo un año después, y trasladarse al distrito de la Pequeña Antilla como representante en Cortes por la Quebradilla. Regresó a España en 1872 y fue entonces cuando llevó a cabo el primer experimento relacionado con los medios de locomoción, vinculando su vida a ellos desde ese momento. Con solo veintiocho años presentó ante el Ayuntamiento de Madrid un proyecto de tranvía con tracción animal que pretendió transportar viajeros y mercancías, enlazando las estaciones de Mediodía y del Norte con los mercados de la Cebada y de los Mostenses en Madrid.

Durante los años 1882 y 1883 publicó, en el periódico *El Progreso*, varios artículos en los

que planteaba una novedosa transformación de las ciudades y criticaba duramente las actuaciones municipales del momento y el elevado coste que conllevaban. Su visión sobre la evolución de Madrid era ya entonces la de "hay que optar, pronto y resueltamente, entre remendar el plano defectuoso de Madrid de hoy o hacer uno nuevo".

En 1886 propone lo que puede ser considerado como la última utopía del s. XIX y su gran obra: el proyecto de Ciudad Lineal, en la que concreta su idea ya antes expuesta teóricamente "cambiar no solamente el modo de vida de los ciudadanos sino también, y más profundamente, su manera de pensar". Una nueva ciudad ruralizada mediante la organización racional del territorio.

Para defender sus ideas emprende, ese mismo año, su carrera política, ligada a las corrientes progresistas. Se convierte en parlamentario y critica la gestión de la administración, centrándose en denunciar la mediocridad del transporte urbano. Fue también pionero en solicitar autorización para implantar los descubrimientos de Graham Bell sobre la telefonía y con ello desarrollar los medios de comunicación social.

Profundiza en la idea de que la ciudad industrial perpetúa los problemas de la tradicional e intenta proponer un modo de urbanizar que se separe de los esquemas clásicos, acercándose



a la reflexión de F.L. Olmsted en Estados Unidos cuando propugnaba la “ciudad separada”. Soria creía que el problema estaba en la forma que adoptaban las ciudades y por ello la nueva ciudad debía transformarse, no solo de forma externa, sino también socialmente, implantando una nueva organización de la vida de los ciudadanos. Criticaba la distribución concéntrica y en cuadrícula de las ciudades, y defendía una ciudad lineal descentralizada para poner fin a la especulación del suelo. El proyecto pretendía que el urbanismo traspasara los límites del municipio y constituir, así, una autentica ordenación de todo el territorio, llegando incluso a imaginar la descabellada idea de la colonización del espacio por las ciudades lineales dispuestas en una inmensa triangulación, con la que se podría colonizar no solo España, sino el mundo y el universo.

### La “ciudad lineal”

Se caracterizaría por su sencillez, economía, higiene y transporte, pues nacía con la idea de aunar las ventajas de la ciudad y del campo. Su pretensión era “ruralizar la ciudad – urbanizar el campo”. El proyecto se basaba en una única calle en línea recta, tan larga como fuera necesario. Por su parte central pasarían las vías del tren y los tranvías. Se abriría una única zanja subterránea para canalizar por ella todos

los tubos de suministros: el del gas, el agua, el vapor destinado a la calefacción y cocinas, un tubo neumático para recibir cartas y paquetes, un hilo telefónico para la comunicación exterior y un cable eléctrico para la luz. Con bonitos jardines y estanques, a ambos lados de la calle se dispondrían las viviendas, todas ellas unifamiliares: “cada familia su hogar completamente separado de los demás; un pedazo de terreno; por pequeño que sea, exclusivamente suyo, su parte de sol y de aire”. El método de adjudicación de las parcelas sería por sorteo, lo que posibilitaría la construcción de casas para diferentes clases sociales en la misma manzana. El propietario podría urbanizar su terreno contratando a los arquitectos de la CMU o con cualquier otro que eligiese libremente. Reconocidos arquitectos como Mariano Belmás, Manuel Ortiz Villajos y Ricardo Marcos Bauza proyectaron algunas de las casas de la Ciudad Lineal de Madrid. De esta forma podrían convivir, en el mismo espacio, palacios con magníficos jardines y cabañas con sus modestos corrales. Juntos, pero no superpuestos. En definitiva, un lugar para todos en el que se pudiese vivir en paz y armonía. Sin sótanos ni buhardillas y sin las aglomeraciones como las que se construían las modernas construcciones benéficas. Arturo Soria se comprometió con

la lucha de las desigualdades sociales y fue muy crítico con la construcción de inmuebles urbanos en los que se reservaban los pisos bajos para el comercio, los pisos principales para la clase media y los pobres tan solo podían acceder a los pisos superiores. También criticaba los barrios obreros en los que las viviendas eran construidas alrededor de las fábricas, pues con ello decía que se contribuía a mantener los odios de clase. Defendía la necesidad de acabar con la concepción de alojamiento obrero y de recobrar el contacto con la naturaleza y por ello proponía que la clase baja tuviese también acceso a una pequeña parcela de terreno en la que pudieran cuidar de su propio huerto. En definitiva, reorganizar la ciudad para que el alojamiento obrero sea similar al burgués, pero a menor coste. La distribución de cada parcela quedaba a elección del propietario que tenía la libertad para distribuir en ella la posición de los equipamientos. El proyecto de su Ciudad Lineal en Madrid ha pasado, a lo largo del tiempo, por muchas etapas. Desde su origen, en el que las casas eran unifamiliares con jardín individual, queda poco; la especulación del suelo también le ha afectado y no siempre se respeta lo que Soria pretendió y defendió: “ningún edificio deberá tener más de tres niveles; solamente el quinto de cada parcela podrá ser construido; las casas





deberán de ser independientes y poseer cuatro fachadas; cada casa estará rodeada por un jardín...”.

### La concreción formal del proyecto “Ciudad Lineal”

Tras la adquisición de los terrenos se construyó, en 1897, la primera barriada, proyectada por el arquitecto Vicente Muzas del Pintado. La calle, en un principio de tan solo 5 kilómetros de longitud, no pudo ser tan recta como había ideado Soria, pues la vía central iba haciendo suaves curvas obligada por el terreno y los caminos que la atravesaban. Esta circunstancia pudo ser incluso beneficiosa pues ayudaba a romper con la monotonía del paisaje. Las manzanas se aproximaron al tamaño prefijado de 300 metros en la fachada principal a la calle y 200 metros de fondo, estaban separadas por las calles transversales de 20 metros de anchura, que desembocaban en una calle de fondo de 15 metros que lindaba directamente con el campo. Posteriormente se decidió dividir las manzanas y empequeñecerlas aproximadamente a 100 x 200 metros, lo que permitía la subdivisión en parcelas más pequeñas de 20 x 20 metros.

Se comenzaron las obras con la explanación de la calle y se aprovechó para la canalización de las aguas. El permiso para la toma de agua de abastecimiento general a la futura ciudad, llegó en 1893 permitiendo la toma de agua de la acequia del Este, para lo que hubo que construir varios depósitos y elevar el agua con un canalillo del Lozoya a través de una máquina elevadora ubicada en la manzana 79 de la primera barriada, cerca de la carretera de Hortaleza. El 28 de noviembre de 1897 se hizo realidad el suministro de agua corriente y se pudo dejar de abastecer la ciudad con agua de pozos privados. Ese mismo día se celebró en la Ciudad Lineal la primera Fiesta del Árbol, celebrada una vez al año y muy valorada por la compañía, que pretendía convertir el lugar en un vergel en torno a Madrid. Cuando ya se habían llevado a cabo la mayoría de las obras de urbanización imprescindibles, faltaba todavía por ejecutar la del transporte urbano que recorrería la calle principal y su conexión con otros municipios. La CMU se involucró en el negocio ferroviario, que a la vez le aportaba beneficios económicos. Se apartó del proyecto inicial de circunvalación de Madrid, que había sido el germen de la Ciudad

Lineal madrileña, y concentró sus fuerzas en tres líneas de tranvía que conectarían la barriada por el norte en 1898, ampliando la línea de Cuatro Caminos a Tetuán, que se prolongaría hasta Chamartín y la Ciudad Lineal; un año después comenzaría la explotación que conectaba hacia el sur a través de su conexión con Ventas; finalmente, en 1901, se unirían estas dos líneas con la construcción del tranvía que discurría por la calle principal de la Ciudad Lineal, primero con tracción animal, después mecánica, posteriormente a vapor y por último, en 1909, con tracción eléctrica. Dos proyectos posteriores, ambos de Vicente Muzas, no llegaron a ver la luz. Con ellos se trataba de prolongar hacia el norte la primera barriada para llegar a Fuenarrabal y se proyectaba la construcción de la segunda barriada, que preveía la continuidad hacia el sur hasta Vallecas pasando por Vicalvaro. La de Arturo Soria es probablemente la aportación más original, en España, al urbanismo, pero a día de hoy poco queda de lo que fue en su origen. La Ciudad Lineal de Madrid alcanzó su mayor apogeo en torno al año 1911, año en que contaba con aproximadamente 700 casas en las que vivían unos 4.000 personas. La crisis

económica provocada por la guerra mundial no tardó en afectar a la CMU, que en 1914 no tuvo otra alternativa que declararse en suspensión de pagos. Cambiaron los responsables de la CMU, que dieron un giro en la filosofía de la empresa y se alejó bastante de los planteamientos de su fundador Arturo Soria. A partir de ese momento se comenzó a permitir la construcción de edificios de viviendas con mayor densidad, que han contribuido a desmantelar el proyecto original.

### Ferrocarril-tranvía de circunvalación

En 1882, Soria se asoció con Enrique Martos y juntos realizaron, por encargo del Ministerio de Fomento, un estudio sobre la construcción de un ferrocarril que conectara los municipios cercanos y contase con un ramal subterráneo que lo uniría a la capital. Aunque el proyecto no se realizó en ese momento, sí que se publicó un folleto explicativo. Fue diez años después, el 6 de agosto de 1892, cuando se obtuvo la autorización para la construcción y explotación del ferrocarril que conectaba Madrid con los pueblos de las inmediaciones. Su trazado formaba un anillo a unos 6 u 8 kilómetros alrededor de la ciudad, de unos 50 kilómetros de vía, que uniría Fuencarral a Pozuelo atravesando El Pardo. Soria creía que la construcción del ferrocarril-tranvía provocaría el crecimiento poblacional de los pueblos, pues facilitaría la comunicación con la ciudad ofreciendo a los trabajadores lugares más económicos en los que poder vivir. Esto le proporcionaría la ocasión de poner en práctica su idea de Ciudad Lineal en Madrid, supeditándola al trazado del ferrocarril. Comenzó a buscar financiación para poner en marcha su ambi-

cioso proyecto, y en 1893 publicó un anuncio de prensa en busca de accionistas. Tan solo un año después conseguía constituir, como Sociedad Anónima, la Compañía Madrileña de Urbanización (CMU) con 5.000 acciones por valor de 500 pesetas cada una. En sus estatutos se detallaba posibles negocios a los que dirigiría su acción, entre ellos la compra-venta de terrenos, el arrendamiento de edificios, el abastecimiento de agua, la construcción y explotación del ferrocarril, la fabricación y venta de materiales de construcción, y en consecuencia el establecimiento y explotación de ciudades lineales y cualquier otra industria que favoreciera el desarrollo de la urbanización en los terrenos de la Compañía. Cinco meses después de su constitución la CMU comenzó con la adquisición de terrenos y en julio de 1894 se inauguraban las primeras obras. Aunque en un principio no consiguió obtener beneficios económicos, en 1895, la compañía decidió compensar la inversión de los accionistas mediante la adjudicación de un lote de terreno de 400 metros<sup>2</sup> en la Ciudad Lineal. Las parcelas se revalorizaron rápidamente. Llegado a este punto, Soria decidió comprar a su socio la parte de la concesión del ferrocarril-tranvía de circunvalación. Una vez hecha realidad esta adquisición, decidió transferir la concesión a la CMU, convirtiéndose en el principal accionista de la sociedad y por tanto con el control casi absoluto. La compañía orientó sus esfuerzos en rentabilizar al máximo sus finanzas, acaparando negocios auxiliares como tejares, viveros, almacenes y talleres. Creó también una imprenta para la difusión y propaganda que imprimió todos los documentos de la compañía y de otras empresas, con lo que

consiguió rápidamente hacerla rentable.

La CMU fue un modelo de transparencia en la gestión a través de la revista "La Ciudad Lineal", en la que aprovechó para imprimir folletos explicativos del nuevo concepto de Ciudad Lineal y se convirtió en la primera revista de urbanismo de España pues editaba otras experiencias realizadas en diferentes lugares y recogía las aportaciones extranjeras del momento en la materia. Fue editada durante más de 35 años. ■

### Bibliografía:

Muñoz de Pablo, María José: *Arturo Soria, ideólogo e inventor de la Ciudad Lineal / Arturo Soria, ideólogo e inventor de la Ciudad Lineal. "Ilustración de Madrid" (2011). (n. 19); pp. 7-12. / Real Academia de la Historia Sambricio, Carlos: Arturo Soria y la Ciudad Lineal. "Q" (n. 58); pp. 22-30. ISSN 0214-1108.*

## Primeros equipamientos y edificios singulares en la Ciudad Lineal

1901-1904: la iglesia proyectada por Jesús Carrasco

1904-1906: el teatro y el casino diseñados por Marcos Bauza y Emilio Vargas, ubicados en el núcleo del llamado Parque de Diversiones, en el que también se levantó un frontón (posteriormente transformado en un teatro de verano conocido como El Kursal).

1907-1908: la plaza de toros ejecutada por Eugenio Jiménez Corera y Emilio Vargas

1907-1910: el velódromo o campo de deportes

## Más allá del umbral



Mujeres, casas y ciudades

Zaida Muxí Martínez. Editorial: DPR-BARCELONA

La presente obra nos propone un análisis en el que se da un merecido protagonismo a las mujeres a lo largo de la historia de la arquitectura y el urbanismo, que en muchas ocasiones han sido silenciadas y lo hace desde un punto de vista feminista, incorporando a las mujeres como protagonistas.

Desde un enfoque del entorno habitado sintetizado en la casa y la ciudad como representación de lo privado y lo público, desde diferentes puntos de vista que van del diseño a la política. En él se tratan temas como la ciudad antes del S.XIX, la revolución social, viviendas desde la experiencia (viviendas sin cocina), las primeras arquitectas con formación universitaria, las pioneras modernas, Housers o las viviendas como centro de interés, hasta el urbanismo moderno: mujeres públicas *versus* la mujer privada, entre otros.

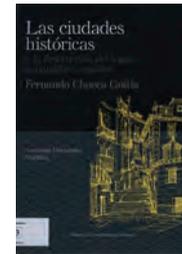
Su autora es especialista en urbanismo, arquitectura y género. Ha sido cofundadora del Col Llectiu Punt 6 formado por mujeres para la investigación y la difusión de un urbanismo con visión de género. Es integrante y fundadora en 2015 de la red de investigación "un día una arquitecta". Además de ser profesora en la ETS de Arquitectura de Barcelona entre otras ocupaciones, además de escritora y de impartir conferencias en numerosas ciudades de América, Europa y Asia.

Este libro es una interesante reflexión sobre la obra escrita de Fernando Chueca. Aflorando la naturalidad, genio y razón de varios de sus escritos. Con la lectura de esta obra, se anima al lector a seguir reflexionando sobre el discurso abierto en la dificultad de hallar el equilibrio entre lo que se debe conservar de nuestro patrimonio y lo que puede ser sustituido para que nuestros pueblos y ciudades sigan evolucionando arquitectónicamente.

El problema de la ciudad histórica fue una cuestión clave en el debate urbanístico y social de las urbes europeas durante las décadas de los sesenta y setenta. En el caso de España la especulación inmobiliaria tuvo efectos desastrosos para la conservación de nuestro patrimonio por lo que es especialmente interesante la obra del crítico e historiador Fernando Chueca, que nos ha dejado su legado a través de artículos de prensa, conferencias y monografías editadas a lo largo de varias décadas y de su polémico ensayo, hoy casi olvidado, publicado en el año 1977: "La destrucción del legado urbanístico español".

La autora, Ascensión Hernández Martínez es doctora en Historia del Arte, especialista en arquitectura contemporánea, teoría e historia de la restauración monumental y estudios sobre el patrimonio cultural. Además de profesora en la Universidad de Zaragoza y autora de numerosos textos.

## Chueca y el urbanismo



Las ciudades históricas y la destrucción del legado urbanístico español.

Fernando Chueca Goitia

Ascensión Hernández Martínez. Editorial: Prensas de la Universidad de Zaragoza

## Certificación energética



Eficiencia energética de los edificios

Francisco Javier Rey Martínez, Eloy Velasco Gómez y Javier M. Rey Hernández. Editorial: Paraninfo.

Motivada por la creciente preocupación por la conservación del medioambiente y en particular por el cambio climático, que ha llevado a los gobiernos de todo el mundo a la búsqueda de soluciones capaces de corregir dicho efecto, unido a la actual necesidad social por mantener un nivel de vida y confort adecuados que necesitan un elevado consumo energético.

La presente publicación analiza diferentes metodologías de certificación energética utilizadas en otros países, además de la calificación energética de los edificios en España mediante el manejo de las herramientas de *software* actuales que se encuentran reconocidas en nuestro país. Además, en ella se actualiza la primera parte del libro "Eficiencia energética en edificios. Certificación y auditorías energéticas".

El objetivo de esta obra es dar a conocer y dotar de herramientas al certificador energético de edificios, sirviendo de guía útil para los profesionales de la arquitectura, ingeniería, técnicos de organismos de certificación, universidades y otras entidades de formación.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD  
Y AGENDA URBANA

Puertos del Estado



# La conexión Europea Perfecta



*Los Puertos españoles,  
pieza clave en el engranaje logístico de la economía mundial.*

**CONECTADOS CON  
LAS PRINCIPALES  
REDES DE TRANSPORTE DE  
EUROPA**



**PUERTOS 4.0**  
IMPULSANDO LA  
TRANSICIÓN DEL SECTOR  
LOGÍSTICO-PORTUARIO A LA  
**ECONOMÍA 4.0**

**564.5 MILLONES DE  
TONELADAS  
DE MERCANCÍAS  
MANIPULADAS.**

**PRINCIPAL HUB DEL  
SUR DE EUROPA,**  
EN LA ENCRUCIJADA DE LAS  
PRINCIPALES RUTAS  
MARÍTIMAS.



[www.puertos.es](http://www.puertos.es)

Avda. del Partenón, 10 ● 28042 Madrid - Spain ● T +34 915245500

# Tu e-lección

## Centro de publicaciones



**Visita nuestra  
Librería virtual**

<https://apps.fomento.gob.es/CVP/>

**Visita nuestra  
Librería física**

Pº de la Castellana, 67.

28071 Madrid

**Tel.:** 91 597 82 67

**Fax:** 91 597 84 70

**Correo electrónico:**

[cpublic@fomento.es](mailto:cpublic@fomento.es)



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD  
Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA GENERAL  
TÉCNICA

CENTRO  
DE PUBLICACIONES