

mitma

Revista del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

nº 713 / abril 2021



“Vientos de alta velocidad
me llevan”



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA



Puertos del Estado



Investigación y Desarrollo al servicio de las personas



GOBIERNO DE ESPAÑA

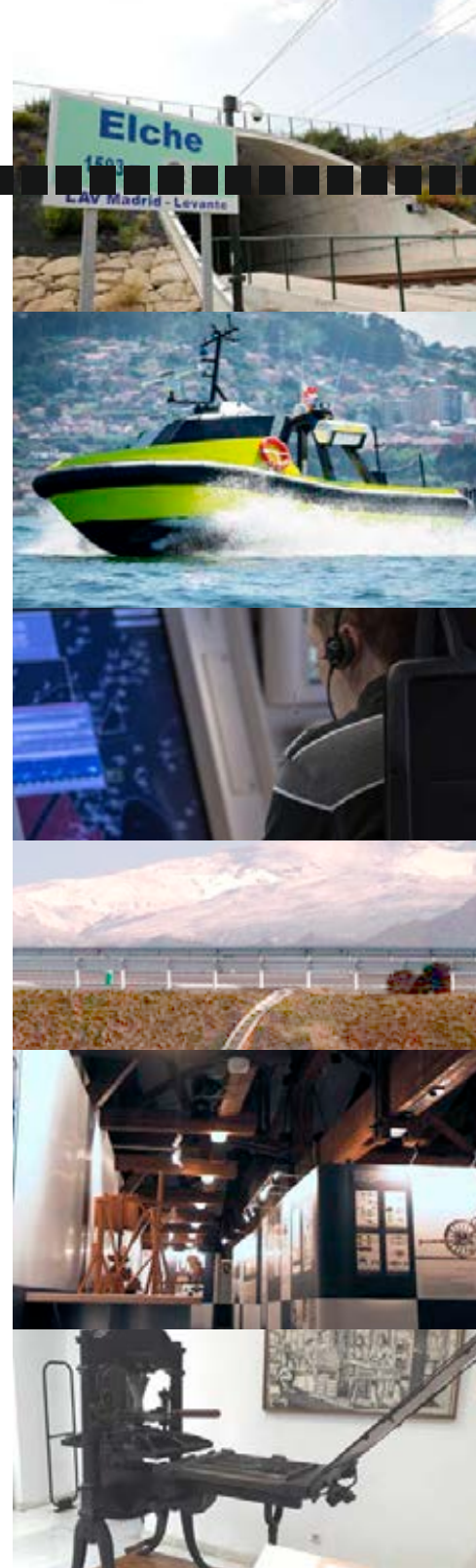
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

#ESTE VIRUS LO PARAMOS UNIDOS

Sumario

nº 713 / abril 2021

- 02 Corredor Mediterráneo
Nuevo tramo Monforte del Cid-Orihuela
- 14 Actualidad
- 30 Buques y embarcaciones autónomas
Hacia una nueva conquista en el mar
- 40 Modernización del control aéreo
ENAIRE e iTEC suman avances
- 48 Y Boabdil volvió a suspirar
Nueva Variante Exterior en Granada
- 60 Investigar y divulgar
CEHOPU, 30 años de difusión del patrimonio histórico
- 70 ***Liber Chronicarum:***
el incunable de los incunables
Nueva joya en la Biblioteca del IGN
- 80 El ferrocarril
de Mina Primitiva a Zorroza
Proyecto de transporte de mineral
de hierro en Bizkaia(I)
- 88 La larga sombra de Leonardo da Vinci
Exposición en la Real Academia
de Bellas Artes de San Fernando
- 100 Lecturas



STAFF

Edición y coordinación de contenidos: Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma). **Página web:** www.mitma.gob.es. **Colaboran en este número:** Javier R. Ventosa, Hernán J. del Frade de Blas, Alejandro Muñiz Delgado, Francisco González Bueno, Pepa Martín Mora, Marcos Pavo López, Iñaki Esteban Arispe, Jesús Esteban Arispe, Antonio Recuero. **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 Gabinete Técnico de la Secretaría General de Agenda Urbana y Vivienda). **Diseño:** Sergio Gavilán. **Maquetación:** Centro de Publicaciones.

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

Acceso a la publicación en digital y compra de la revista en papel en <https://apps.fomento.gob.es/CVP/Itstapublicaciones.aspx?c=Revista+Mitma>
Y al histórico de la revista en <https://www.mitma.es/el-ministerio/informacion-para-el-ciudadano/revista/Itstado-de-revistas>

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

El tramo Monforte del Cid-Orihuela
acerca el AVE a las puertas de Murcia

Nuevo eslabón del Corredor Mediterráneo

La red de alta velocidad ha sumado 54 kilómetros y dos estaciones más con la puesta en servicio del tramo Monforte del Cid-Orihuela, que constituye un nuevo eslabón del Corredor Mediterráneo. Esta nueva conexión ferroviaria mejora la oferta de transporte y reduce los tiempos de viaje entre las comarcas del sur de Alicante y el centro peninsular, situando la alta velocidad a las puertas de Murcia. También es un ejemplo de la polivalencia del Corredor al propiciar la circulación de trenes AVE y Cercanías sobre la misma plataforma de alta velocidad.

■ *Texto: Javier R. Ventosa*
■ *Fotografías: Adif Alta Velocidad*



El nuevo tramo,

inaugurado el 1 de febrero, se integra en la línea Madrid-Castilla La Mancha-Comunidad Valenciana-Región de Murcia, corredor que extiende la red de alta velocidad desde el centro peninsular hacia Levante, y forma también parte del Corredor Mediterráneo, eje norte-sur que permitirá la conexión en el mismo ancho de vía desde Algeciras

hasta la frontera francesa, propiciando la interoperabilidad con la Red Transeuropea de Transporte (RTE-T). El nuevo trazado amplía en 54,1 kilómetros la red de alta velocidad española, que ya suma 3.621 kilómetros, consolidándose como la segunda de mayor longitud del mundo tras la china.

La puesta en servicio del tramo Monforte del Cid-Orihuela me-

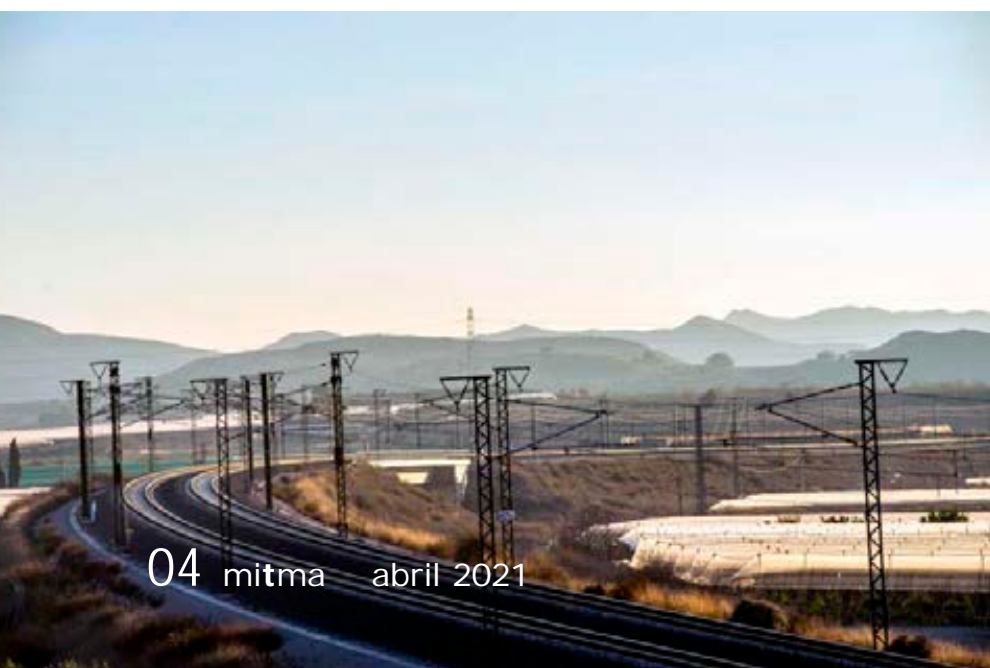
jora las comunicaciones entre Madrid y el sureste peninsular, al conectar por primera vez las comarcas alicantinas del Baix Vinalopó y la Vega Baja del Segura a la red de alta velocidad e incorporar dos nuevas estaciones (Elche Alta Velocidad y Orihuela Miguel Hernández) a esa red. Con la nueva infraestructura, diseñada para una velocidad máxima de 300 km/h y con altos estándares de seguridad y fiabilidad, se ahorra una hora en el trayecto entre ambas ciudades y Madrid. También es un paso más para llevar la alta velocidad a la ciudad de Murcia, donde continúan las obras para soterrar el trazado urbano, cuya primera fase acaba de entrar en servicio. Asimismo, mejorará las conexiones con el resto del Corredor Mediterráneo.

Los beneficios que aporta el nuevo tramo no son exclusivos para los viajeros del AVE, sino también para los usuarios de los trenes de Cercanías y Media Distancia que viajan entre Alicante y Murcia, ya que una sección de la nueva plataforma es compartida por estos servicios. Esta ampliación de capacidad a tráficos convencionales es novedosa en la red de alta velocidad española y pone de manifiesto la potencialidad del Corredor Mediterráneo para acoger tráficos diversos, que es uno de sus principios básicos. Según Adif, esta circunstancia hará del tramo uno de los más rentables de la red desde el punto de vista financiero y social.

La inversión en el tramo Monforte del Cid-Murcia asciende a 1.493,5 M€ (IVA incluido), de los que cerca del 30% (441,7 M€) procede de fondos estructurales y otros programas de ayudas de la Unión Europea.



Vista del tramo en las inmediaciones de Elche.



Trazado

Para su construcción, Adif dividió el ramal Monforte del Cid-Murcia (68,6 km) en nueve subtramos: Monforte del Cid-Aspe, Aspe-El Carrús, El Carrús-Elche, Elche-Crevillente, Crevillente-San Isidro, San Isidro-Orihuela, Orihuela-Colada Buena Vida, Colada Buena Vida-Beniel y Beniel-Accesos a Murcia. En febrero entró en servicio la primera parte del tramo entre Monforte del Cid y Beniel (54,1 km), formado por ocho subtramos, todos en la provincia de Alicante. En este tramo, los trenes S-102 realizan el recorrido hasta Orihuela (48,4 km), que ejerce como estación término, y luego continúan otros 5,7 km hasta Beniel, ya en la Región de Murcia, para efectuar maniobras, completando los 54,1 kilómetros inaugurados. Para la finalización del ramal resta el subtramo entre Beniel y Murcia (alrededor de 15 kilómetros).

El trazado se inicia en el nudo de Monforte del Cid, donde se bifurcan las líneas de alta velocidad hacia Alicante y Murcia, enfilando hacia el sur por el Vinalopó Medio. Rodea Monforte del Cid y salva varios obstáculos (autovía A-31, río Vinalopó y carretera CV-847). Ya en el Baix Vinalopó atraviesa una zona montañosa mediante varios túneles, reapareciendo en superficie tras superar la autopista AP-7, junto a la cual discurrirá durante varios kilómetros. Una vez rebasada la N-340 se sitúa la nueva estación de Elche.

Poco después converge con la línea de Cercanías Alicante-Murcia, a la que acompañará hasta el final del tramo. En esta zona el nuevo trazado salta sobre la línea existente en dos ocasiones: primero mediante una pérgola y



Inauguración

La inauguración del tramo fue presidida por el jefe del Ejecutivo, Pedro Sánchez, quien realizó el trayecto Alicante-Orihuela, con paradas en Elche y Orihuela, a bordo de un AVE S-102 junto al presidente de la Generalitat Valenciana, Ximo Puig, el ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, José Luis Ábalos, y otras autoridades. En su alocución, el presidente del Gobierno destacó la contribución del tramo a la cohesión territorial y al fortalecimiento económico regional. También subrayó que el Corredor Mediterráneo, al que pertenece el tramo, es "sin duda alguna, la columna vertebral" de la visión futura del Gobierno en el ámbito ferroviario, cuyo fin es "romper con la preponderancia radial y potenciar el desarrollo de los corredores en red para mejorar las sinergias entre distintos modos de transporte". El ministro de Transportes, por su parte, destacó los beneficios de movilidad y ahorros de tiempo que supone la nueva conexión de alta velocidad, cuya apertura salda "una deuda largamente contraída" con el Baix Vinalopó y la Vega Baja alicantina. Resaltó que el flamante tramo refrenda la "apuesta inequívoca" del Gobierno por el Corredor Mediterráneo, como reflejan los 233 kilómetros inaugurados desde 2018 y la consignación de 1.982 M€ en 2021 –el doble que en 2018– para proseguir los trabajos en este eje, cuya llegada a Murcia "está cada día más cerca". Y enfatizó que, de la mano de las mejoras que aporta cada nuevo tramo del Corredor, en los próximos años se transformará el ferrocarril de la Comunidad Valenciana y de todo el este peninsular, con el objetivo de acercar personas.

El nuevo tramo de alta velocidad reduce en una hora los tiempos de viaje entre las comarcas del sur de Alicante y el centro peninsular

luego con un largo viaducto que también vuela sobre la carretera CV-904 y la AP-7. Para construir la plataforma de alta velocidad hubo que ejecutar dos variantes de la línea convencional (El Rea-lengo y San Isidro, con 6,4 km), que afectaba al nuevo trazado. Ambas líneas discurren en paralelo hacia el sur, pasando junto al núcleo de San Isidro, donde se levanta un nuevo edificio para Cercanías.

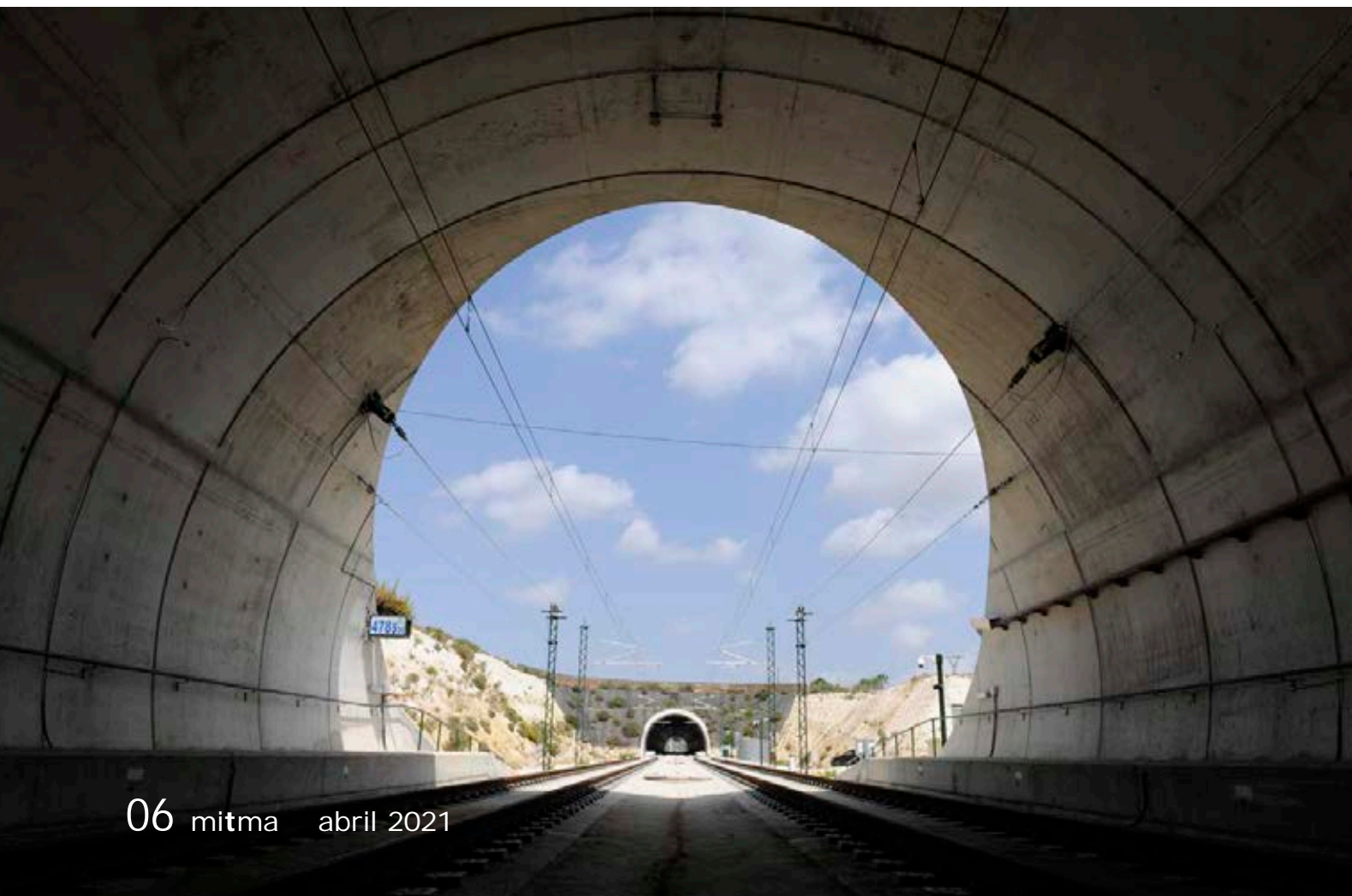
Ya en la Vega Baja surge el principal obstáculo, la sierra de Callosa, macizo en plena planicie de cultivos. Lo atraviesa mediante un túnel, flanqueado en sus bocas por sendos viaductos que salvan la CV-900, y regresa junto a la línea convencional. Más adelante, cruza el río Segura a la entrada de Orihuela, discurre por un pasillo urbano deprimido y soterrado de 1,5 km, y salta en viaducto sobre el trasvase

Tajo-Segura, conformando una sucesión de tramos en altura, rasante o bajo tierra en pocos kilómetros. En la parte final, ya en la provincia de Murcia, el trazado discurre junto a Beniel y acentúa su marcha hacia el sur hasta conectar con la variante del Reguerón, ya en servicio, que incluye una gran pérgola sobre el canal del Reguerón. La variante enlaza con el corredor que da acceso a la estación de Murcia.

Obras de ingeniería: túneles

La plataforma se desarrolla en su mayor parte por terrenos llanos y zonas de huerta, encontrando en su camino obstáculos naturales (montañas, barrancos, ramblas y cauces fluviales) y artificiales (autovías, carreteras, una línea de ferrocarril,

Interior del túnel de Elche.



acequias y canales de riego). Como soluciones de ingeniería para salvarlos se han construido cinco túneles (suman 5.924 metros, casi el 10% del trazado) y 19 estructuras (9.043 metros, el 13,1% del total), así como pasos inferiores y superiores que garantizan la permeabilidad de la traza, por lo que casi una cuarta parte del trazado discurre bajo tierra o elevado.

El principal túnel es el de Callosa de Segura, en el tramo San Isidro-Orihuela. Con 2.050 metros de longitud (2.020 perforados y 30 de falsos túneles), atraviesa la sierra del mismo nombre en un trazado norte-sur que rodea Callosa y finaliza en sendos viaductos. Para su excavación se ha empleado el nuevo método austriaco (avance y destroza), con máquinas rozadoras y voladuras controladas que han perforado un macizo rocoso formado por calizas, con tramos de filitas, esquistos y areniscas. El túnel, de sección circular, tiene una sección libre de excavación de 131 m² y sección útil de explotación de 86 m², apta para doble vía y dos aceras de servicio. Como medidas de seguridad incorpora una galería paralela y dos galerías de conexión de 678 y 408 metros y sección útil de 12,4 m².

La complicada orografía y la presencia de espacios naturales sensibles (LIC Sierra de Callosa de Segura, microrreserva de flora Cueva Ahumada, Zona Especial de Protección de Aves) y núcleos habitados (Callosa de Segura, Cox, pedanías) han sido los grandes condicionantes de esta obra, una de las de mayor dificultad del trazado. Adif Alta Velocidad ha adoptado medidas de protección para evitar



Una de las bocas del túnel de Elche.

afecciones a la flora local y de integración paisajística en ambos emboquilles. Para garantizar la seguridad durante la obra, ha desplegado actuaciones como el affianzamiento de laderas, el control de vibraciones, la inspección de edificios próximos al trazado en Callosa de Segura, Cox y pedanías cercanas o la instalación de pantallas para proteger a los edificios adyacentes al túnel.

En los primeros tres tramos se concentran el resto de túneles: El Murón (1.730 metros), Elche (1.288 metros) y La Temerosa (485 metros), monotubos construidos según el nuevo método austriaco, con sección libre de 86 m². Casi contiguo al túnel de Elche se sitúa el túnel artificial de El Carrús (371 metros), construido por fases: primero la excavación y retirada de tierras hasta dejar la traza a cielo

abierto, luego la ejecución de la estructura de hormigón (contrabóveda y bóveda) y su cubrimiento final. Más adelante, en Orihuela, como parte central del trazado urbano se ha construido un túnel artificial de 785 metros a base de pantallas laterales de hormigón, excavación del terreno y posterior cubrimiento.

Viaductos y estructuras

En el capítulo de viaductos sobresale por sus dimensiones el que salva la carretera CV-904, la autopista AP-7 y la línea Alicante-Murcia en El Realengo (tramo Crevillente-San Isidro). Sus 1.825 metros lo sitúan entre los 10 más largos de la red española de alta velocidad. Es una estructura de planta curva formada por 49 vanos, con luces entre 37 y 40 metros, apoyada sobre 48 pilas, con una altura máxima de 15,4 metros. El tablero, de 14

Viaducto sobre la AP-7.





Sobre estas líneas y debajo, viaducto sobre el trasvase Tajo-Segura.

Dos nuevas estaciones, Elche Alta Velocidad y Orihuela Miguel Hernández, se han incorporado a la red española de alta velocidad, que ya alcanza más de 50

metros de ancho, está formado por vigas de tipo artesa de 2,7 metros de canto y losa de compresión hormigonada *in situ* sobre prelosas de encofrado. La cimentación es profunda, con pilotes prefabricados hincados a gran profundidad para asentar la estructura en un terreno geotécnicamente complicado. Las pilas son de fuste único, con sección hueca rectangular achafanada, disponiéndose cuatro pilas-pórtico para el cruce sobre la línea férrea y dos vanos hiperestáticos para el paso sobre la AP-7.

Por su singularidad, también despunta el viaducto que salva el trasvase Tajo-Segura y la carretera del propio trasvase, en el tramo Orihuela-Colada de la Buena Vida. Esta estructura de



1.528 metros de longitud y perfil algo alomado se asienta sobre 28 vanos (todos de 36 metros de longitud) y 27 pilas con una altura que oscila entre los 7 y los 14 metros. Cruza sobre los tubos del trasvase con un gálibo de 2 metros. El tablero está formado por 56 vigas de 175 toneladas cada una, izadas mediante grúas autopropulsadas, y la cimentación ha sido profunda mediante pilotes prefabricados de hormigón de 40 metros de profundidad media, dados los suelos blandos detectados por el estudio geotécnico.

Otros viaductos notables por su longitud son el de Orihuela (991 metros), en el tramo Orihuela-Colada de la Buena Vida, y los de Callosa-Cox (742 metros, con anchura variable de 14 a 34 metros al acoger cuatro vías) y Redován (589 metros), situados en las bocas del túnel de Callosa de Segura, en el tramo San Isidro-Orihuela. Y por su tipología de arco-celosía metálica destaca el que salva el río Segura (31 metros) en Orihuela, en el tramo Orihuela-Colada de la Buena Vida.

Del resto de viaductos figuran dos que superan los 300 metros (sobre el Vinalopó y pérgola sobre el ferrocarril Alicante-Murcia, ambos de 335 metros), dos de más de 200 metros (sobre el barranco del Boch, de 234 metros, y sobre la CV-875, de 228 metros, en el tramo Elche-Crevillente) y cuatro de más de 100 metros: La Basca (180 metros), La Alquibla (179 metros), barranco de los Ojos (166 metros) y barranco de las Monjas (132 metros). En general, son estructuras formadas por vigas prefabricadas tipo artesa o con sección de cajón monocelular postesado.



Playa de vías en la estación de Callosa.

Al final del tramo existe otra estructura singular, la pérgola sobre el Canal del Reguerón, en servicio desde 2008, al igual que la variante de la que forma parte. Sus 366 metros de longitud la consagran como la mayor pérgola de ferrocarril en España. Con 42 metros de anchura, esta estructura presenta un trazado en esviaje de 23° para salvar el cauce del canal de riego y está formada por 100 vigas prefabricadas de hormigón de tipo artesa, de 140 toneladas de peso cada una. La cimentación es profunda, con 180 pilotes excavados a 35 metros, sobre los que se sitúan pilas de 5 metros de altura.

Superestructura

En la plataforma se ha montado doble vía sobre balasto y vía en placa en los túneles largos y en la estación de Orihuela. La doble vía tiene una configuración de anchos singular según tramos: entre Monforte del Cid y la estación de Callosa de Segura-Cox (37 kilómetros) se ha montado en ancho estándar (1.435 mm), apto para la circulación del AVE, y en el tramo entre Callosa de Segura-Cox y los accesos a Murcia se ha instalado de forma provisional una vía en ancho estándar y otra en ancho convencional (1.668



Rampa de soterramiento en la estación de Orihuela.

mm), que propicia la circulación de trenes AVE por la primera y de Cercanías y regionales por la segunda. En el acceso a Murcia la vía es de ancho mixto (tercer carril), apta para todas las circulaciones. Según Adif, la previsión es que, progresivamente, todo el trayecto hasta

Potenciación de Cercanías

La construcción del tramo Monforte del Cid-Beniél ha incluido diversas actuaciones para integrar la línea de Cercanías C-1 (Alicante-Murcia) en la nueva infraestructura y mejorar el servicio que presta. Entre Callosa de Segura y Beniél, la plataforma de alta velocidad amplía su capacidad al permitir la circulación, por distintas vías, del AVE y los Cercanías y regionales, lo que se traduce en mejoras en velocidad, seguridad y confort para más de 40 trenes convencionales diarios en su trayecto hasta/desde Murcia.

Como parte de esta integración, en la nueva plataforma se han construido estaciones en las paradas de la línea C-1 en la Vega Baja (San Isidro-Albatera-Catral, Callosa de Segura-Cox, Orihuela y Beniél). Todas ellas disponen ahora de edificios de viajeros funcionales, una playa de vías con cuatro vías –que ejerce como puesto de adelantamiento de trenes– y están integradas urbanísticamente en sus respectivos municipios. Dos de ellas son singulares: la de Callosa de Segura-Cox es una de las contadas estaciones elevadas de la red, con los andenes sobre el viaducto y el edificio de viajeros bajo el mismo; la de Orihuela es la única soterrada y con parada compartida con el AVE de la comarca.

Junto a estas mejoras, el MITMA trabaja en diversas actuaciones para modernizar el núcleo de Cercanías de Alicante. Entre estas actuaciones, previstas en los Presupuestos del Estado para 2021, destacan la conexión de Elche con la estación de Elche Alta Velocidad (el estudio informativo se aprobó recientemente) y la variante de la línea C-1 para conectar Elche con el aeropuerto de Alicante-Elche (variante de Torrellano fase 1). Además, Renfe tiene previsto renovar la flota de automotores diésel de ese núcleo de Cercanías con trenes híbridos (tracción diésel y eléctrica, de eje variable), ya licitados.

Murcia disponga de doble vía en ancho estándar.

La electrificación está dotada de un sistema en corriente alterna de 2x25 kV y 50 hercios de frecuencia, típico de las líneas de alta velocidad españolas. La alimentación de energía a la línea se realiza mediante dos subestaciones de tracción, encargadas de transformar la tensión de 220 kV o 400 kV suministrada por Red Eléctrica Española a los 25.000 voltios de corriente alterna que necesita el AVE. El sistema se completa con centros de autotransformación, telemando de energía y catenaria tipo C-350 simple, que hacen posible el suministro de energía eléctrica y potencia de tracción a los trenes de alta velocidad. Este sistema permite distanciar las estaciones de tracción a 60-65 kilómetros entre sí, con ahorros en instalaciones y menos efectos nocivos sobre el medio ambiente.

El tramo ha sido equipado con el sistema de protección del tren ERTMS nivel 2 con ASFA Digital de respaldo, además de comunicaciones GSM-R entre el tren y las instalaciones de vía. El ERTMS nivel 2 es el sistema de supervisión permanente del tren más avanzado de la red y propicia la interoperabilidad con las líneas europeas. Permite velocidades de hasta 300 km/h y aumenta la capacidad y fiabilidad de las instalaciones, posibilitando una explotación más eficiente del tramo. Como novedad, el tramo es el primero de España con transición de ERTMS 2 entre distintas tecnologías: de la existente en el tramo Albacete-Alicante a la nueva línea Monforte del Cid-Murcia y viceversa, según Adif. La explotación del tramo se controla desde el Cen-





Andenes y, debajo, entrada a la estación de Elche.

Cerca de una cuarta parte del nuevo trazado entre Monforte del Cid y Murcia discurre de forma elevada o soterrada

tro de Regulación y Control de Albacete mediante la plataforma Da Vinci, avanzado sistema de gestión ferroviaria que integra y centraliza distintos subsistemas (señalización, electrificación, comunicaciones), permitiendo su comunicación y monitorización remotas.

Estaciones

La inauguración del tramo ha sumado dos nuevas estaciones (Elche Alta Velocidad y Orihuela Miguel Hernández) a la red de alta velocidad, que ya totaliza más de 50 terminales con acceso a servicios de altas prestaciones, e incorporará la de Murcia del Carmen cuando entre en servicio el tramo Beniel-Murcia. También



ha modernizado las estaciones de la línea de Cercanías C-1.

La estación Elche Alta Velocidad está emplazada en el pk 482+210 (tramo El Carrús-Elche), en el término de Matola, a caballo entre Elche y Crevillente, con acceso a la autovía A-7 a través de la N-340. El edificio de viajeros, con forma de paralelepípedo, tiene una superficie de 1.282 m² en una única planta, y consta de vestíbulo, dependencias de Adif, despacho de venta de billetes y locales comerciales. Con una inversión de 6,6 M€, la estación ha sido diseñada con criterios de sostenibilidad y accesibilidad integral. Dispone de dos vías generales y dos de apartado, que dan servicio a dos andenes de 400 metros de longitud, enlazados mediante un paso inferior. En el exterior se ha construido un aparcamiento para 201 plazas y zona reservada a personas con movilidad reducida, así como zona para taxis y buses urbanos.

La nueva oferta de Renfe

El AVE Madrid-Elche-Orihuela inició el servicio comercial el 1 de febrero con cuatro frecuencias diarias, dos por sentido, entre Madrid Puerta de Atocha y las estaciones de Elche Alta Velocidad y Orihuela Miguel Hernández. De Madrid parten a las 6.55 y a las 19.55 horas, y de Orihuela a las 9.30 y a las 22.18 horas. Los trenes S-102 realizan el trayecto Madrid-Elche en 2 horas y 10 minutos y el recorrido Madrid-Orihuela en 2 horas y 22 minutos, con ahorros de una hora respecto al tiempo empleado hasta ahora. Más de 3.500 viajeros (2.652 en el trayecto Orihuela-Madrid y 859 entre Elche y la capital) han utilizado el nuevo servicio AVE en el primer mes de explotación comercial.

Renfe ofrece cada día 1.264 plazas, que aumentarán paulatinamente a medida que la demanda y las condiciones sanitarias lo permitan. El precio del billete es de 71,10 euros por trayecto en clase turista, aunque existen billetes promocionales con descuentos de precios de entre el 30 y el 70%.

Con la nueva línea, Renfe ha reestructurado y potenciado la oferta de Larga Distancia entre Madrid y la Región de Murcia. El 1 de febrero estrenó un servicio combinado de trenes AVE con origen/destino Orihuela y una lanzadera (Talgo serie 6) que cubre el trayecto Orihuela-Cartagena con paradas en Murcia, Balsicas y Torrepacheco. Son cuatro frecuencias diarias (dos por sentido), con un billete integrado para usuarios del AVE que convierte en gratuito el trayecto Orihuela-Murcia-Cartagena. Este servicio con trasbordo en Orihuela conecta Madrid y Cartagena en 4 horas y 9 minutos (ahorro de 29 minutos respecto al existente) y Madrid y Murcia en 3 horas y 9 minutos (ahorro de 23 minutos). Renfe mantiene un servicio Alvia por sentido entre Madrid y la Región de Murcia.

Túnel de Callosa.



La segunda estación de alta velocidad es la de Orihuela Miguel Hernández, convertida provisionalmente en estación término hasta que entre en servicio la de Murcia. Situada en la misma ubicación que la estación antigua, en el límite del casco urbano, ha sido reestructurada para permitir el acceso desde el nivel de superficie al nuevo trazado soterrado. En el nivel inferior dispone de cuatro vías, dos de ancho estándar y dos de ancho convencional, que dan servicio a andenes de 220 metros de longitud.

En Murcia están en ejecución las obras de accesos e integración urbana de la alta velocidad, la actuación de mayor complejidad y presupuesto de la línea (613 M€). Su objetivo es el soterramiento del pasillo ferroviario urbano en 7.120 metros y la construcción de una nueva estación intermodal, próxima a la existente, con las vías y los

Promoción del AVE para visitar Orihuela

Renfe y el Ayuntamiento de Orihuela suscribieron el pasado 18 de febrero un convenio de colaboración con un doble objetivo: por un lado, promocionar la visita a la ciudad y la comarca de la Vega Baja como destino turístico, y por otro, fomentar la utilización de los trenes AVE-Larga Distancia al desplazarse a la localidad oriolana. El acuerdo estará vigente hasta diciembre de 2022.

Según el convenio, el Ayuntamiento promocionará los trenes AVE-Larga Distancia como medio de transporte en todas las actividades de promoción del turismo en Orihuela, especialmente el turismo cultural y el turismo MICE (Meetings, Incentivos, Convenciones, Eventos y Congresos). También insertará en la web de la Corporación un enlace a la web de Renfe con las ofertas de Renfe Viajeros para visitar la ciudad.

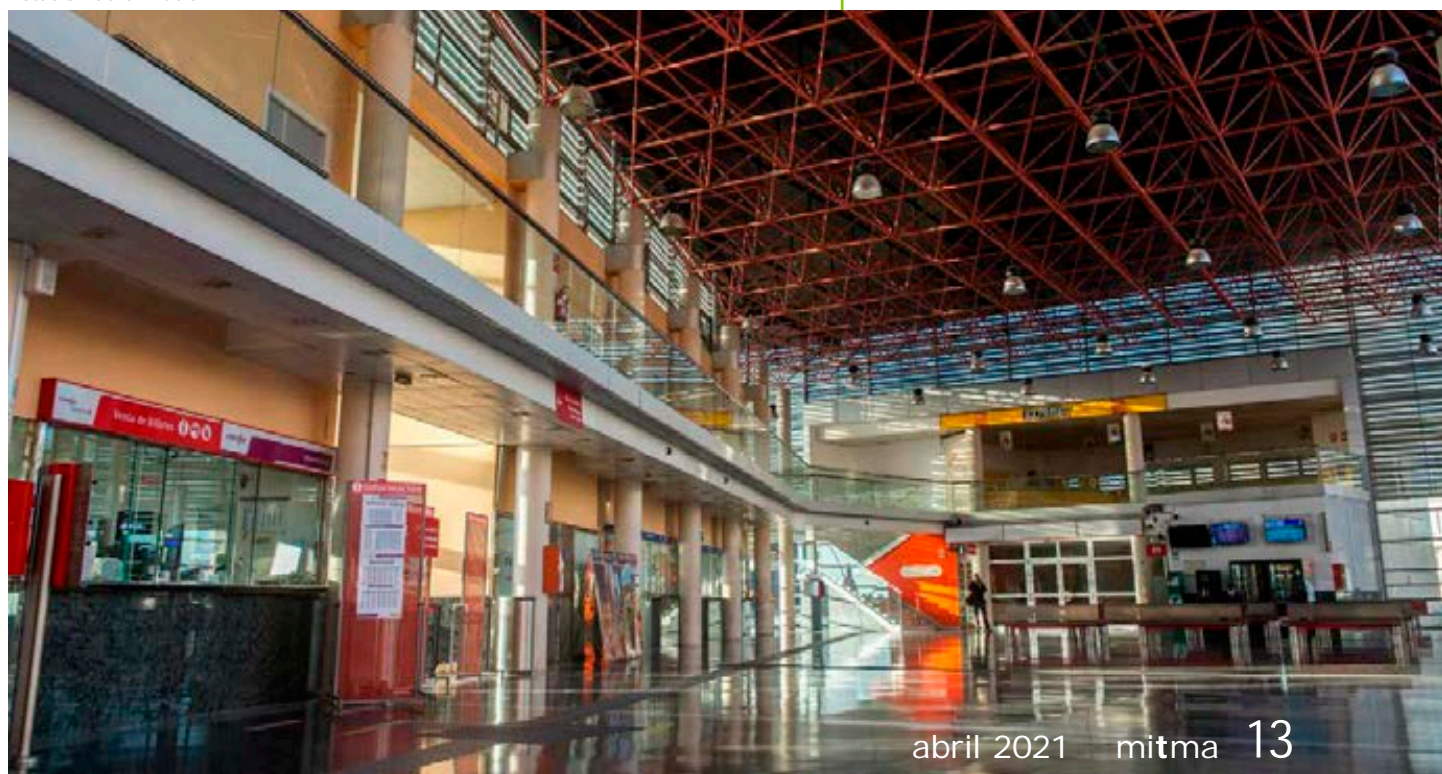
Renfe, por su parte, promoverá paquetes vacacionales con las principales mayoristas de viajes, aplicando tarifas profesionales de touroperador e informando de la planificación de rutas a la carta y de eventos en Orihuela. Asimismo, incluirá reposacabezas tematizados en los trenes y programará vídeos aportados por el Ayuntamiento en el canal de Renfe. También desplegará contenidos promocionales en la web de Renfe, en redes sociales y en máquinas autoventa.

Ambas entidades desarrollarán el convenio en diferentes ámbitos: como marketing relacional entre sus clientes, páginas web, blog y medios de comunicación. Renfe Viajeros podrá difundir su colaboración como "Transporte Oficial" en los congresos, eventos, programas y actividades en todos los medios de comunicación.

Estación de Orihuela.

andenes situados 8 metros bajo la superficie. Con ello se eliminará la división causada en la ciudad por las vías del tren y se generarán nuevos espacios para uso público.

Esta actuación se desarrolla en dos fases que se solapan. En la primera se ha construido un túnel artificial (1.113 metros, mediante pantallas y losa) y su rampa de acceso (513 metros) para conectar la variante del Reguerón con la playa de vías provisional de la estación en superficie, formada por cinco vías y tres andenes. Este primer tramo, entre la senda de los Garros y Santiago el Mayor, ya equipada con vías y superestructura, permitirá a los trenes de ancho convencional, y en el futuro al AVE, el acceso soterrado a la estación, en lugar de hacerlo en superficie. La segunda fase, de mayor magnitud, prevé la actuación en la estación y en los barrios de Nonduermas y Barriomar, hasta completar el soterramiento del trazado en dirección Almería. ■



Impulso a la movilidad en Galicia

El ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, José Luis Ábalos, ha manifestado que con las bonificaciones en la AP-9 y la llegada de la alta velocidad se dará este año un impulso histórico a la movilidad en Galicia. Lo ha hecho en la reunión mantenida el pasado 10 de marzo con el presidente de la Xunta de Galicia, Alberto Núñez Feijóo, a quien ha trasladado los avances recientes del Ministerio en esta comunidad, así como las perspectivas y proyectos de futuro en las materias que son de su competencia.

En la reunión celebrada en la sede del Ministerio y que supone una continuación con la que el presidente gallego mantuvo con el presidente del Gobierno, Pedro Sánchez, también han participado los principales responsables de Mitma: el secretario de Estado, Pedro Saura; los secretarios generales de Infraestructuras, Sergio Vázquez Torrón, y de Agenda Urbana y Vivienda, David Lucas; además de la presidenta de Adif, Isabel Pardo de Vera; y el Presidente de Puertos del Estado, Francisco Toledo.

Ábalos detalló los proyectos de Mitma en la región, con un abordaje realista de las cuestiones abiertas y con el deseo de reforzar las reuniones de coordinación en todos los temas de interés común, con un diálogo que debe desarrollarse con el mejor tono y lealtad posibles. En ese sentido ambos equipos han quedado emplazados a mantener un nuevo encuentro en Galicia, después de la Semana Santa, al que se uniría la alcaldesa de A Coruña para los temas referentes a la situación del puerto y la conexión ferroviaria. Respecto a las bonificaciones en las autopistas en Galicia, el ministro ha subrayado que este año se va a aplicar en Galicia el mayor esquema de bonificaciones de peaje de la historia concesional de España, avanzando más allá de lo inicialmente contemplado. En concreto, para la AP-9 se destina este año una partida presupuestaria de 55 millones de euros para bonificaciones, lo que viene a significar dos tercios de las bonificaciones en autopistas de todo el país, lo que supone, según el ministro, la actitud más comprometida que en más de 50 años de vida de la autopista se ha hecho.

El responsable del Departamento se ha comprometido a informar sobre las negociaciones y a escuchar los planteamientos de la Xunta sobre esta materia para lograr el mayor consenso posible de cara a la negociación que lleva el ministerio con la concesionaria. Además, Ábalos ha indicado que se va a actuar con agilidad, pero sin precipitación, pensando en que los beneficiarios serán los gallegos y gallegas. En todo caso, se mantiene la previsión de tener aprobado el Real Decreto de las bonificaciones en este primer semestre. En este sentido, el Ministerio trabaja para aplicar un descuento del 100% para todos los viajes de vuelta a todos los vehículos ligeros y, para los vehículos pesados, una bonificación en proporción a lo que representan estos vehículos en la recaudación de la autopista, en todo caso dentro de la legalidad europea sobre vehículos pesados.

Alta Velocidad y Corredor Atlántico

El ministro ha informado que las pruebas de seguridad del tramo Pedralba de la Pradería – Taboadela – Ourense, que completan la conexión de alta velocidad gallega, se desarrollan de forma positiva, por lo que desde Mitma y Adif mantienen la previsión de ponerlo en servicio este mismo año. Además, con la inclusión este año de la red gallega en el Corredor Atlántico de mercancías de la Red Transeuropea, se podrá acceder a nueva financiación europea, donde ya existen proyectos maduros que el Ministerio va a presentar con perspectivas reales de éxito. En cuanto a la denominada Salida Sur de Vigo, Ábalos ha anunciado que el próximo mes de abril se licitará un estudio de alternativas para dar una solución a la continuidad del Eje Atlántico ferroviario hacia Portugal, aprovechando el interés renovado de los portugueses por esta conexión, y la unificación de las dos estaciones de Vigo, que mejorará su funcionalidad.

Solución al Puerto de A Coruña

El ministro ha mostrado la implicación de su Departamento respecto a la situación financiera



de la Autoridad Portuaria de A Coruña y la necesidad de que Punta Langosteira cuente con un acceso ferroviario que contribuya a dinamizar y viabilizar las inversiones realizadas. En ese sentido, además de destacar las actuaciones ya realizadas para empezar a desbloquear esta situación, ha reiterado que Mitma va a pedir la prórroga de la DIA del proyecto de la conexión ferroviaria. Del mismo modo y tal como se comprometió el presidente del Gobierno, Pedro Sánchez, el Ministerio examinará con el resto de las administraciones implicadas la mejor forma de financiación de la actuación. Ábalos ha reafirmado también el compromiso de negociar una relajación sustancial de los términos de la deuda de la Autoridad Portuaria con Puertos para aliviar su situación financiera. Además, ha expresado que Mitma va a impulsar un nuevo convenio realista y que posibilite que A Coruña pueda desarrollar un proyecto competitivo de ciudad moderna y no hipotecada por decisiones del pasado.

Para ello, el ministro ha recordado al presidente gallego que todas las administraciones implicadas -Ministerio, Xunta, Ayuntamiento y Autoridad Portuaria- tienen que aportar ideas y responsabilidad, para que la situación entre en una vía de solución y no se estanque en el reproche continuo.

Inversiones de Mitma en Galicia

En los últimos 2 años y 9 meses, el Ministerio ha puesto en servicio 30 km de nuevas autovías e incrementado el presupuesto en conservación, mantenimiento y seguridad hasta más de 150 M€. También, se han iniciado actuaciones relevantes como la Variante de O Barco y el Enlace Orbital, entre otras, en el ámbito urbano en diversas ciudades.

Respecto a los presupuestos de Mitma de este año, Galicia tiene reflejados más de 225 millones de euros de los fondos europeos. Una cantidad que podría verse aumentada con el reciente incremento de fondos para España.

Ábalos anuncia que Mitma ya ha puesto en marcha el nuevo modelo de inversión público-privada en carreteras

Durante su asistencia al cale del túnel de Lilla, el ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, José Luis Ábalos, ha anunciado que Mitma ya ha puesto en marcha el nuevo modelo de inversión público-privada en carreteras, cuyo objetivo es abordar las actuaciones que la Red de Carreteras del Estado necesita. Unas actuaciones que, según el ministro, permitirán alcanzar objetivos como mejorar la capacidad, funcionalidad, seguridad y nivel de servicio; reducir las emisiones de CO2 y los niveles de ruido; completar corredores multimodales de la Red Transeuropea; garantizar las inversiones necesarias en conservación y seguridad vial; así como la transformación digital de nuestra red, la implantación de sistemas inteligentes de transporte, aparcamientos seguros y puntos de recarga para vehículo eléctrico y combustibles alternativos.

En el marco de este nuevo modelo, Ábalos ha anunciado que se va a someter a información pública el estudio de viabilidad de la concesión para la mejora de la autovía del Mediterráneo A-7 entre Alicante (Crevillente) y Murcia, que supone el paso previo para la licitación del contrato de concesión de la ejecución, conservación y explotación en este tramo de la A-7. Una actuación de cerca de 40 kilómetros en la que, principalmente, se trabajará sobre zonas que suponen cuellos de botella de la red actual.

Cale del túnel de Lilla

El ministro adelantó estas actuaciones con motivo de su asistencia, en Tarragona, al cale del túnel de Lilla, un importante hito dentro de las obras del tramo Valls-Montblanc (Lilla) de la autovía A-27, reactivadas en febrero de 2019, que cuentan con un presupuesto de obras de 143 millones de euros, y suponen 5,1 km nuevos de autovía, de los que 1,5 km discurren en túnel, y darán continuidad a los tramos en servicio de la A-27, entre Tarragona y Valls, hasta el enlace de Lilla.

La autovía A-27, una vía alternativa de gran capacidad a la carretera N-240 entre Tarragona y Montblanc, conectará el interior de Cataluña y el nordeste peninsular con el mar, desde una perspectiva multimodal, mejorando el flujo de comunicaciones por carretera

desde y hacia el Puerto de Tarragona y la Petroquímica, acortando los tiempos de recorrido a través de una vía cómoda y segura. Además, en paralelo a la ejecución de este tramo, el Ministerio sigue trabajando en el estudio del último tramo entre Lilla y Montblanc donde la A-27 enlazará con la AP-2. De hecho, el ministro ha anunciado que ya se está preparando la licitación de la redacción de su correspondiente proyecto.

Ábalos, en su intervención, ha recordado que en estos más de dos años y medio el compromiso y el esfuerzo inversor del Ministerio con las infraestructuras y el sistema de movilidad en Cataluña han sido incuestionables, como demuestran los presupuestos de este año para esta Comunidad, los más altos de la última década, con 2.400 millones de euros de inversión, la mayor de toda España.

Fin de las concesiones de la AP-7 y AP-2

El ministro ha subrayado que se mantiene el compromiso de no prorrogar las concesiones con pago directo del usuario y que, por tanto, el próximo mes de agosto, tras más de medio siglo de concesión y casi 20 años de prórrogas, quedará liberado el tramo restante de la AP-7 entre La Jonquera y Tarragona y la AP-2 entre Zaragoza y el Vendrell.

Por ello, Mitma ya trabaja en el estudio de necesidades tras la liberación y está preparando la licitación de los futuros contratos de conservación y explotación y de un nuevo centro de operaciones a cargo de los Presupuestos Generales del Estado.

Así, los usuarios de estos 474 km de autopista, casi el 80% de ellos en territorio catalán y que suponen más de 13 millones de vehículos/año, dejarán de pagar unos 500 millones de euros al año por su uso y se reducirán en un 40% los kilómetros de Red de Carreteras del Estado con pago directo por el usuario.



Mitma destina 9,54 millones de euros en ayudas a transportistas autónomos

En el Boletín Oficial del Estado (BOE) del pasado 12 de marzo se publicó el extracto de la Resolución de la Secretaría de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana por la que se convocan ayudas a transportistas autónomos por carretera que abandonen la actividad en 2021. Estas ayudas, a las que se destinarán 9,54 millones de euros, reafirman el compromiso del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma) con los transportistas autónomos.

El sector del transporte por carretera se caracteriza por la existencia de un número importante de profesionales de edad elevada para este tipo de trabajo, con carencia de recursos para el abandono de la actividad antes de cumplir 65 años. Esta situación supone una incidencia social para la que Mitma destina una importante partida presupuestaria.

En consecuencia, anualmente se convocan ayudas para transportistas autónomos por carretera de más de 64 años de edad que se comprometan a dejar la actividad o a aquellos que les haya sido declarada una incapacidad permanente absoluta o total para el desempeño de la profesión de transportista.

Casi 10 millones en ayudas

En la convocatoria publicada se destinan 9,54 millones de euros para beneficiarios de las ayudas, y se dará preferencia a quienes se les haya declarado incapacidad permanente absoluta, total o gran invalidez para el desempeño de la profesión habitual de transportista.

Esta convocatoria cumple los compromisos adoptados por Mitma y es una muestra más del trabajo global del Ministerio hacia un sector esencial para la sociedad y el sector productivo español. La presentación de solicitudes se debe realizar en la sede electrónica del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana desde el sábado 13 de marzo hasta lunes 12 de abril. El plazo para resolver y publicar la resolución será de seis meses desde la fecha de publicación de la convocatoria. Para cualquier consulta o aclaración se puede remitir un correo electrónico al buzón: abandono.sgaitt@mitma.es



Mitma triplica sus inversiones en Lugo



Durante el acto celebrado el pasado 12 de marzo en Lugo, el secretario general de Infraestructuras del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma), Sergio Vázquez Torrón, y la presidenta de Adif, Isabel Pardo de Vera, realizaron un balance de las actuaciones de sus departamentos, incidiendo en el compromiso inversor del Gobierno con la provincia lucense. Así, entre las actuaciones puestas en marcha y previstas para la modernización y mejora del corredor ferroviario Ourense-Monforte de Lemos-Lugo, Mitma, a través de Adif, se invertirán 546 millones de euros, con el objetivo de aumentar su fiabilidad y competitividad, dada la incorporación del tramo Ourense-Monforte al Corredor Básico de la red Transeuropea de Transporte (Core Network Corridor) Atlántico y a la implementación de la conexión de Lugo a la Red de Alta Velocidad.

Durante su presentación, en la que ambos han estado acompañados por el presidente de la Diputación de Lugo, José Tomé Roca, se han puesto en valor los Presupuestos Generales del Estado de 2021 que suponen un incremento de la inversión del 91%, hasta los 110 millones de euros, siendo Lugo la segunda provincia de España donde el Ministerio ha incrementado más su inversión. Vázquez Torrón manifestó que "hemos sacado a esta provincia del rincón del olvido en el que llevaba unos años y hemos pasado del voy a hacer al hacemos", y ha añadido que "no estamos hablando de proyectos o estudios informativos; estamos hablando de obras", como muestran los datos de licitación en la provincia de Lugo donde, en poco más de dos años casi se han triplicado inversiones, pasando de 132 (entre 2006-2018) a 303 millones de euros (entre 2018-2021). Por su parte, Pardo de Vera destacó que "para Adif, la movilidad excede al acotado concepto del trans-

porte de viajeros y bienes; es factor fundamental de igualdad, de cohesión territorial, transversal a sectores que determinan la mejora de nuestra sociedad: el tejido productivo, el turismo, la cultura, el conocimiento; en definitiva la movilidad es actriz principal del enriquecimiento de territorios y personas".

Con esta visión, desde Adif se trabaja para dar a conocer su proyecto en la red, en este caso la conexión Ourense-Lugo y en el marco también del Corredor Atlántico, "para que con la fiabilidad de conocer la red que tenemos, todos los agentes implicados podemos interactuar para concebir el patrón y modelo de territorio que queremos, como ya se está trabajando en otros ámbitos", ha concluido la presidenta de Adif.

Corredor Ourense-Monforte de Lemos-Lugo

El corredor ferroviario Ourense-Monforte de Lemos-Lugo, de 117 km de longitud, se puede dividir en dos segmentos diferenciados: el tramo Ourense-Monforte de Lemos, que forma parte de la línea 810 (Bifurcación Chapela-Monforte de Lemos), y el tramo Monforte de Lemos-Lugo, de la línea 800 León-A Coruña. El tramo Ourense-Monforte de Lemos tiene 46 km de longitud en vía única electrificada a 3 kV. Por su parte, el tramo Monforte de Lemos-Lugo cuenta con 71 km de longitud, en vía única no electrificada.

Los principales objetivos de la inversión prevista son:

- Modernización del tramo Ourense-Monforte de Lemos para mejorar su fiabilidad y competitividad, dada su incorporación al Corredor Atlántico de mercancías.
- Conexión de Lugo a la Red de Alta Velocidad a través de Ourense, mediante una línea modernizada, más competitiva y fiable.
- La electrificación propuesta supondrá, además de los efectos positivos medioambientales, una reducción de costes operativos y un aumento de las prestaciones que repercutirá, a su vez, en una mayor competitividad del ferrocarril respecto a otros modos de transporte, principalmente la carretera.
- Uno de los pilares de la política de transportes en Europa es favorecer el desarrollo del ferrocarril como uno de los modos de transporte más sostenibles y los objetivos de descarbonización del planeta, ratificados con la cumbre de París, acelerarán más aún la potenciación del ferrocarril en todas las economías desarrolladas y en vías de desarrollo.

Compensación a las entidades locales por la caída de ingresos en el transporte público

El Ministerio de Hacienda y el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana trabajan en una medida para compensar la caída de ingresos en 2020 por los operadores del servicio de transporte público urbano como consecuencia de la pandemia y de las medidas adoptadas para contener la expansión del virus. Con la intención de que pueda estar aprobada lo antes posible, la Secretaría de Estado de Hacienda ha aprobado una Resolución, publicada hoy en el Boletín Oficial del Estado (BOE), que dicta instrucciones relativas al suministro de información por las Entidades Locales en relación con la prestación del servicio de transporte público urbano o interurbano. Esta información servirá de fundamento para determinar una concesión directa de subvenciones a favor de aquellas entidades que prestan el servicio regular de transportes público o interurbano. El pasado mes de diciembre, la ministra de Hacienda, María Jesús Montero, y el ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, José Luis Ábalos, remitieron a los alcaldes una carta en la que se comprometieron a implementar una medida que permita compensar el déficit extraordinario sufrido en 2020 por los operadores del servicio de transporte público urbano.

La información que habrán de suministrar los municipios se referirá al año 2019, el ejercicio inmediatamente anterior a la pandemia y servirá de base para determinar la compensación. Las Entidades Locales incluidas en la Resolución de la Secretaría de Estado de Hacienda son los ayuntamientos, las diputaciones provinciales, los consejos y cabildos insulares, las mancomunidades y comarcas, así como las diputaciones forales de los Territorios Históricos del País Vasco, que prestan habitualmente el servicio regular de transporte público urbano o interurbano, con independencia de la modalidad de gestión del mismo.

En el caso de los servicios de transporte prestados por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid, la Autoridad del Transporte Metropolitano de Barcelona-Autoritat del Transport Metropolità, o la Autoridad del Transporte Metropolitano de Valencia-Autoritat de Transport Metropolità de València, la información se podrá remitir por los ayuntamientos integrantes de los mismos.

La Resolución establece también el plazo que tendrán los ayuntamientos para suministrar la información: será de 15 días naturales, a contar desde el de apertura de la aplicación telemática correspondiente que se habilite en la Oficina Virtual para la Coordinación Financiera con las Entidades Locales, accesible desde la página web del Ministerio de Hacienda.





Con un presupuesto de 163 M€

Nuevo acceso al Puerto de El Musel

El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma) ha aprobado provisionalmente el proyecto de trazado del acceso al Puerto de El Musel, desde el enlace de la Peñona por el vial de Jove, en Gijón, Asturias. Próximamente, Mitma lo someterá a información pública, con la correspondiente publicación en BOE. El presupuesto de las obras asciende a 163 millones de euros.

Actualmente el acceso por carretera al puerto de Gijón (Puerto de El Musel), se realiza a través de la carretera N-641, que parte del acceso sur de Gijón (GJ-81) y se dirige hacia el Oeste atravesando la zona urbana residencial de La Calzada.

El nuevo itinerario por Jove, discurrirá en su mayor parte fuera de la zona urbana, a diferencia de la N-641, reduciendo notablemente el impacto del tráfico de los vehículos pesados que acceden al puerto sobre la zona residencial.

Características técnicas

El nuevo vial proyectado conforma la conexión desde el enlace de la Peñona de la autovía GJ-10 (Circunvalación de Gijón), hasta la entrada al puerto desde la carretera actual N-641 de acceso al Puerto de Gijón (Musel).

El vial de Jove, propuesto se inicia en la glorieta de acceso al puerto, dentro de las propias instalaciones del mismo, punto donde comienza una calzada bidireccional, con un carril por sentido de 2,5 kilómetros de recorrido. De ellos, aproximadamente 2,0 km se desarrollan en túnel artificial, entre la glorieta de la avda. Príncipe de Asturias y las proximidades del enlace de la Peñona.

El túnel mantiene la sección de calzada única, disponiendo de una anchura total de 14,0 metros útiles para la circulación de vehículos y aceras de servicio. La sección tipo del túnel consta de dos carriles de 3,5 m, arcones de 2,5 m y aceras de 0,75 m. El túnel cuenta con una galería lateral de evacuación, así como de todas las instalaciones necesarias para dar cumplimiento al Real Decreto 635/2006, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado.

El proyecto contempla, además, la reposición del viario interceptado por la traza y la ejecución de cinco estructuras para salvar los ramales del entorno del enlace de la Peñona y las líneas ferroviarias Gijón-Pravia y Gijón-Cudillero.

En marcha la instalación del sistema de telecomunicaciones GSM-R en diversos tramos de Rodalies y el Corredor Mediterráneo

El Consejo de Ministros, en su reunión del 9 de marzo, autorizó la licitación, a través de Adif, del contrato para la ejecución de las obras y la realización del mantenimiento para dotar del sistema de telecomunicaciones GSM-R a diversos tramos de Rodalies y el Corredor Mediterráneo de Cataluña. El valor estimado del contrato asciende a 12.903.330,22 euros (sin IVA) y el plazo de ejecución estimado es de 79 meses, de los que 31 son para la realización de las obras y 48 corresponden al mantenimiento de las instalaciones. El despliegue de este sistema se realizará en gran parte del ámbito de las líneas R2 y R4 de Rodalies y su prolongación y conexión con el Corredor Mediterráneo, mejorando de manera generalizada las operaciones ferroviarias, la capacidad de las instalaciones de señalización y protección al tren y una modernización de las radiocomunicaciones operacionales en estos tramos, para poder disponer de dos redes de radio independientes y dotar al sistema de la redundancia requerida.

El GSM-R es un sistema de transmisión por radio de tecnología GSM (Global System for Mobile, sistema global para las comunicaciones móviles) que utiliza frecuencias exclusivas para el ferrocarril. Este equipamiento de radio móvil digital es la alternativa a la radiotelefonía UIC actual y ha sido adoptado por 22 compañías ferroviarias europeas con la finalidad de asegurar la interoperabilidad entre redes.

Además, permite la implementación del nuevo sistema de gestión y de control del tráfico ferroviario ERTMS Nivel 2. Tanto el GSM-R como el ERTMS (Sistema Europeo del Gestión del Tráfico) son estándares ferroviarios europeos que, por razones de interoperabilidad, son de obligado cumplimiento en la red europea de alta velocidad.



Actuaciones en la vía verde Camino Natural de los Molinos del Agua



El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma) ha aprobado provisionalmente y sometido a información pública el proyecto de acondicionamiento de la vía verde denominada "Camino Natural de los Molinos del Agua", en la provincia de Huelva. El presupuesto estimado de las obras es de 0,88 millones de euros.

El objeto de este proyecto es dar cumplimiento a la medida compensatoria prevista en la Declaración de Impacto Ambiental, publicada en el BOE de 4 de mayo de 2015, de las obras de la variante de Beas y Trigueros en la N-435, puestas en servicio en julio de 2019.

Se actuará en 13,9 km de trazado del antiguo ferrocarril,

siendo el uso previsto para la vía verde exclusivamente peatonal y ciclista, limitándose el acceso de los vehículos a motor. Las obras comprenderán además la mejora de la accesibilidad de fincas agrícolas con la ejecución de un camino de servicio en la margen derecha de la carretera N-435 a la altura del p.k. 221.

ENAIRE y CERMI, unidos en la inclusión laboral



ENAIRE, gestor nacional de navegación aérea, y CERMI (Comité Español de Representantes de Personas con Discapacidad) unen esfuerzos para la inclusión laboral en el sector aeronáutico de las personas con discapacidad.

En ese sentido, el 2 de marzo, en la sede del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana tuvo lugar la presentación del libro titulado "Potencialidades de la industria aeronáutica para la inclusión laboral de las personas con discapacidad", con participación de ENAIRE y CERMI.

Se trata del primer libro que trata específicamente la inclusión laboral de personas con discapacidad en el sector aeronáutico y ha sido realizado por CERMI con la colaboración de ENAIRE.

ENAIRE trasladará las potencialidades de trabajo para personas con discapacidad a sus grupos de interés y a los principales actores del sector aeronáutico.

El secretario de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y presidente de ENAIRE, Pedro Saura, quiso felicitar tanto al equipo de ENAIRE como al de CERMI porque "fruto de esta colaboración surge esta herramienta que es una palanca más para la consecución de la inclusión social". Saura subrayó que "el gran objetivo del Gobierno es la recuperación, pero no puede haber recuperación sostenida en el tiempo si no es a partir de un crecimiento inclusivo".

Por su parte, el presidente de CERMI, Luis Cayo Pérez Bueno, recalcó que las industrias o sectores económicos y empre-

sariales más punteros, como el aeronáutico, tienen un "compromiso con la inclusión"; "todo su potencial de innovación, talento, creatividad y transformación ha de ponerse también al servicio de causas sociales, como la inclusión de las personas con discapacidad".

El director general de ENAIRE, Ángel Luis Arias, puso de relieve el compromiso de su organización como miembro de Pacto Mundial y su contribución al cumplimiento de la Agenda 2030 de Naciones Unidas, así como todas las actuaciones concretas, tanto internas en la empresa como externas, que está realizando ENAIRE para favorecer la inclusión laboral de personas con discapacidad, y muy especialmente en estos difíciles momentos de crisis económica.

Convocados los premios Matilde Ucelay

El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA), coincidiendo con el 8M, Día Internacional de la Mujer, y según recoge el Boletín Oficial del Estado (BOE), ha convocado los Premios Matilde Ucelay, cuyo objeto es el de reconocer públicamente la labor de personas o entidades que han participado de manera destacada en el avance hacia una sociedad más inclusiva y equitativa en el sector de los transportes, la movilidad o el urbanismo.

Los galardones también quieren rendir homenaje a la primera mujer arquitecta de España, Matilde Ucelay Maortúa, que obtuvo el título en el año 1936 y que, pese a las enormes dificultades a las que tuvo que enfrentarse, desarrolló su carrera durante más de 40 años. De hecho, en el año 2004, obtuvo el Premio Nacional de Arquitectura en reconocimiento a su "trayectoria excepcional".

Los premios comprenden tres categorías: trayectoria personal, proyecto y entidad. En ellas, se valorará tanto las actuaciones o las labores desarrolladas en el logro de la igualdad entre hombres y mujeres, como el impacto social y su repercusión.

El jurado estará compuesto por una amplia representación de personas pertenecientes a distintas unidades del Ministerio, así como a empresas y organismos del grupo Mitma, y se asegurará la presencia equilibrada de hombres y mujeres en el mismo.

Como parte del premio se publicitará tanto la concesión del mismo como los méritos y logros de las personas galardonadas.



Renfe, transporte oficial de los Premios Goya 2021



Renfe Viajeros y la Academia de las Artes y las Ciencias Cinematográficas de España suscribieron un acuerdo de colaboración por el que la operadora se comprometió a ofrecer diversos descuentos en los billetes de Ave y Larga Distancia con destino Málaga para los miembros de la Academia, durante sus traslados a la ciudad andaluza para la puesta en marcha de la 35 edición de los Premios Goya.

De este modo, Renfe se convirtió en el transporte oficial de los Goya 2021, cuya gala tuvo lugar en Málaga el pasado día 6 de marzo, bajo la presentación y dirección de Antonio Banderas y María Casado.

Los descuentos en los billetes fueron de un 35% en clase Turista y Turista Plus, sobre la tarifa Flexible, con validez solo para los desplazamientos del personal de la Academia a esta ciudad por cuestiones técnicas del montaje y organización de los Premios Goya, con una vigencia para viajes efectuados hasta el 15 de marzo de 2021.

Jornada e Informe Anual del Observatorio del Transporte y la Logística en España

La secretaria general de Transportes y Movilidad, María José Rallo, ha inaugurado la octava edición anual del Observatorio del Transporte y la Logística en España, OTLE, en la que se ha reafirmado el compromiso de este Departamento con la transparencia y el impulso a la digitalización del transporte y la movilidad, así como al uso intensivo de datos para la toma de decisiones.

El nuevo Informe Anual del OTLE aporta la evolución de la movilidad durante los últimos años, así como el potencial económico del sector del transporte en la economía española.

La jornada ha contado con varias ponencias del personal del Ministerio y de Ineco sobre el Observatorio del Transporte y la Logística en España, así como una sesión monográfica de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles (FFE) en la que se han compartido los resultados del último informe del Observatorio del Ferrocarril en España, donde se encuentra información precisa sobre un conjunto de indicadores, que caracterizan la situación y evolución del sector ferroviario. En la jornada se presentaron también los principales resultados del informe anual de 2020 del OTLE, que expone y analiza el transporte en España y su contexto desde la perspectiva de la movilidad observada, la competitividad del sector, la seguridad operacional del transporte, la sostenibilidad ambiental y la logística, con datos consolidados de 2019.

Así, en la jornada, se ha podido conocer la evolución de la movilidad en todos sus ámbitos (interior e internacional, de pasajeros y de mercancías, por

OTLE
Observatorio
del Transporte y la Logística en ESPAÑA

Jornada Anual 8ª Edición
4 de marzo de 2021

Informe Anual
2020

Regístrate Aquí

El evento será online y una hora antes del inicio de la jornada se enviará a todos los inscritos un correo con el enlace de conexión. El plazo para inscribirse finaliza el 03/03/2021 a las 15:00 horas. Para resolver cualquier duda puede escribirnos a jornadas.otle@mitma.es

modos de transporte diferenciados...) y los aspectos socioeconómicos más relevantes del sector del transporte. El informe presentado en esta jornada se añade al ya publicado y divulgado por el OTLE en el mes de diciembre de 2020 y dedicado de forma monográfica a la "Movilidad y Transporte en tiempos de covid-19".

OTLE, herramienta de referencia

El Observatorio del Transporte y la Logística en España, OTLE depende de la Secretaría General de Transportes y Movilidad y está desarrollado por la División de Estudios y Tecnologías del Transporte en colaboración con la Subdirección General de Tecnologías de la Información y Administración Digital del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

Se trata de una ambiciosa herramienta de consulta y referencia sobre el transporte y la logística que se pone a disposición de todos los interesados en

Agenda de la Jornada

9:30 a 9:40 h	Apertura María José Rallo del Olmo, Secretaria General de Transportes y Movilidad. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
9:40 a 10:00 h	El OTLE en 2020 y sus novedades y proyectos para 2021 Rocío Bíguena Rodríguez, Directora de la División de Estudios y Tecnología del Transporte. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
10:00 a 10:20 h	Análisis y situación de la movilidad en España Alejandro David Martos Rodríguez, Consejero Técnico en la División de Estudios y Tecnología del Transporte. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
10:20 a 10:40 h	La competitividad del transporte en España Carlos Delgado Marón, Gerente técnico de la Dirección de Consultoría, Medio Ambiente y TI. INECO.
10:40 a 11:00 h	Informe del Observatorio del Ferrocarril en España Ángeles Tàuler Alcaraz, Subdirectora de Innovación, Estrategia y Formación de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles.
11:00 a 11:15 h	Ronda de preguntas y cierre de la jornada



la materia. Dicha herramienta tiene dos objetivos fundamentales: proporcionar una visión global e integral de la situación del transporte y la logística en España que facilite la toma de decisiones eficientes y racionales, y garantizar la transparencia de la información del transporte y la logística. Para ello, pone a libre disposición de los usuarios numerosos datos estadísticos, indicadores y análisis. La información del OTLE se pone a disposición de los usuarios en su página web a través de diferentes elementos: datos, gráficos y mapas; indicadores de situación y diagnóstico; informes anuales; informes monográficos, y estudio piloto de movilidad (flujos de movilidad de viajeros aplicando tecnología big data e información de oferta y demanda de transporte). Toda la información actualizada y las presentaciones utilizadas en la jornada están disponibles en la web, incluyendo el informe anual del OTLE del 2020: <https://observatoriortransporte.mitma.es/>

Entra en servicio la Avenida de Levante, en Murcia

El secretario de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, Pedro Saura, ha afirmado que la puesta en servicio de la Avenida de Levante mejorará la conexión entre el centro de Murcia y los núcleos urbanos de Los Ramos, Torrea-güera, Beniaján, Los Garres y Algezares, y los usuarios ganarán 15 minutos en sus desplazamientos.

Saura, durante el acto inaugural que tuvo lugar el 7 de marzo pasado, ha destacado que la inversión en el tramo de la Autovía del Reguerón en ejecución asciende a casi 215 millones de euros, de los cuales más de 30 se han destinado a la ejecución de esta avenida.

Esta avenida dará continuidad a la Avenida de Beniaján, ronda municipal de alta capacidad, que se puso en servicio en diciembre de 2010. En su conjunto, ambas avenidas constituirán una importante vía de penetración hasta el casco urbano de Murcia, que canalizará el tráfico procedente de la zona sureste de Murcia y del área de San Javier, y se calcula que será recorrida por más de 8.000 vehículos al día.

Adicionalmente, supondrá una mejora de la seguridad y fluidez de la circulación por las carreteras locales, y en concreto de la RM-302 que frecuentemente alcanza niveles de congestión.

Viaducto de más de 200 metros

La Avenida de Levante tiene una longitud de 2,4 km., que discurren desde la glorieta existente en la Avenida de Beniaján, conocida como la Glorieta del Avión, hasta la futura carretera Costera Sur, que está pendiente de finalizar por parte del Ayuntamiento de Murcia.

La calzada está constituida por 3 carriles por sentido entre la Glorieta del Avión y el enlace con la Autovía del Reguerón, que pasan a dos carriles por sentido desde dicho enlace hasta el final de la avenida.

Para resolver el cruce de la Avenida de Levante con la línea de Alta Velocidad Alicante-Murcia, y con el canal del Reguerón, ha sido necesario construir un viaducto de 207,7 m, ubicado en el tramo de 3 carriles.



Mitma tramita la incautación de las garantías de explotación de las autopistas quebradas

El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma) está tramitando las solicitudes de incautación de las fianzas de explotación de las sociedades concesionarias de autopistas nacionales de peaje que están en liquidación concursal, por un importe total de aproximadamente 120 millones de euros.

Mediante acuerdos del Consejo de Ministros, se determinó la resolución de los contratos de concesión administrativa para la construcción, conservación y explotación de las autopistas: R2, R3, R5, R4, M-12, AP-36, AP-41, AP-7 Circunvalación de Alicante y AP-7 Cartagena- Vera. En los respectivos acuerdos se contemplaba, entre otras cuestiones, la incautación de la garantía de explotación.

Los interesados en los distintos procedimientos: avalistas, sociedades concesionarias en liquidación concursal, así como determinadas sociedades y fondos acreedores, presentaron distintos recursos frente a los acuerdos del Consejo de Ministros, que han sido resueltos mediante sentencias firmes por el Tribunal Supremo a favor del Ministerio y en el sentido recogido en el Acuerdo de Consejo de Ministros.

En las resoluciones judiciales adoptadas, se considera procedente la incautación de las fianzas de explotación y conforme a Derecho los acuerdos de Consejo de Ministros recurridos. El trámite se realiza sobre la base de las competencias y funciones atribuidas a la Delegación del Gobierno de las Sociedades Concesionarias de Autopistas Nacionales de Peaje por el artículo 36 de la Ley 8/1972, de 10 de mayo, de construcción, conservación y explotación de autopistas en régimen de concesión, en la redacción dada por la disposición adicional octava, en su apartado tres, de la Ley 13/2003, de 23 de mayo, reguladora del contrato de concesión de obras públicas.

Así se están tramitando los expedientes para que la Caja General de Depósitos proceda, en breve, a ejecutar la incautación total de las garantías de explotación depositadas por tales sociedades concesionarias en la mencionada Caja, en el marco de la regulación establecida en el Real Decreto 937/2020, de 27 de octubre. La primera garantía de explotación cuya incautación se ha solicitado corresponde a la Autopista Madrid-Toledo, por un total de 10,12 millones de euros.

El desglose de las cantidades a incautar es el que se recoge a continuación:

Henarsa (R2)	15.542.457,77
Accesos de Madrid (R3 y R5)	29.653.813,42
Madrid Sur (R4)	18.317.584,87
Eje Aeropuerto (M12)	7.064.757,31
Madrid- Levante (AP-36)	12.885.561,01
Madrid Toledo (AP-41)	10.119.038,62
Aucosta (AP7 Cartagena- Vera)	17.954.084,04
Ciralsa Circunvalación de Alicante	8.096.973,36
TOTAL	119.634.270,40

Nuevo dique-muelle en el Puerto del Rosario, en Fuerteventura



El Consejo de Ministros ha autorizado al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma) la contratación de las obras correspondientes a la ejecución de una estructura dique-muelle en el puerto del Rosario, en la isla de Fuerteventura, por importe de 30.829.203 euros y una duración de 17 meses. La actuación, propuesta por la Autoridad Portuaria de Las Palmas, persigue un doble objetivo: por un lado, aumentar la zona de abrigo en la parte sur del puerto y, por otro, construir un nuevo muelle adosado al dique actualmente existente. El aumento del abrigo en la zona sur del puerto incrementará cualitativamente la optimización de la operativa portuaria que se desarrolla en los muelles del puerto, en conexión con el aumento de la seguridad en las maniobras a realizar por los buques para culminar las operaciones portuarias. Asimismo, la construcción de un nuevo muelle adosado al dique, cuyo uso fundamental consiste en la descarga de combustible, supondrá una mejora sustantiva y necesaria para que la actividad se desarrolle en condiciones óptimas de seguridad y aumentará la capacidad del puerto para operar el tráfico de combustible.

Las obras consistirán en la ejecución de una estructura dique-muelle que parte de la zona meridional del borde exterior de la plataforma actualmente existente en el puerto, con dos alineaciones: una primera en dirección E45º S de 100 metros de longitud y, otra, con orientación W84º S de 375 metros de longitud superpuesta a la anterior.

Sello conmemorativo de los 140 años de la Estación de Delicias



Con motivo de los 140 años de la estación de Delicias de Madrid, actual sede del Museo del Ferrocarril, perteneciente a la Fundación de los Ferrocarriles Españoles, Correos ha lanzado un sello conmemorativo con un valor de 2,5 euros, dentro de la serie "Ejemérides". El sello se comercializará a partir del 30 de marzo, coincidiendo con la fecha de la inauguración de la estación de Delicias, y presenta una ilustración en blanco y negro protagonizada por el humo de una locomotora de vapor, en primer plano, que da forma a la estructura de la estación de Delicias, al fondo. Completan la escena las fechas que enmarcan la efeméride (1880 – 2020) y el logo del 140º aniversario.

Con la emisión del sello se cierra un año conmemorativo que empezó en marzo de 2020, dedicado al aniversario del espléndido edificio de la estación de Delicias. Se trata de uno de los mejores ejemplos de la arquitectura del hierro del último tercio del s. XIX en España que tuvo una influencia decisiva en el desarrollo de su entorno, tanto en la urbanización de los terrenos más próximos como en el asentamiento de industrias y almacenes en sus alrededores.

La estación madrileña es la primera estación monumental que tuvo la capital y además es sede del Museo del Ferrocarril de Madrid desde 1984. El 30 de marzo de 1880 tuvo lugar el solemne acto de inauguración, presidido por los reyes Alfonso XII y María Cristina.



Renfe y la ONT renuevan su convenio de colaboración para el traslado de órganos en Ave

Renfe y la Organización Nacional de Trasplantes (ONT) han renovado su convenio de colaboración para el traslado de órganos en trenes Ave y Larga Distancia, dentro del programa de trasplante renal cruzado. Este tipo de trasplante, al ser de donante vivo, puede programarse con antelación, lo que permite coordinar las cirugías con los diferentes medios de transporte.

El convenio suscrito entre el presidente de Renfe, Isaías Táboas, y la directora de la Organización Nacional de Trasplantes (ONT), Beatriz Domínguez-Gil, coinci-

diendo con el Día Mundial del Riñón, establece los sistemas operativos a seguir entre la ONT y Renfe, con el fin de optimizar los procedimientos para ofrecer un servicio ágil y eficaz en el traslado de órganos.

De esta manera, Renfe refuerza su papel como un aliado de la ONT en el transporte de los órganos de manera desinteresada en sus trenes, con total seguridad y puntualidad, para que los equipos de trasplante los reciban en las mejores condiciones y en el periodo de tiempo más corto posible. Desde la firma del

primer acuerdo en 2015, la ONT ha podido movilizar cinco riñones en tres operativos distintos. Todos ellos se trasladaron en Ave y fueron trasplantados con éxito.

En la actualidad, en el programa del trasplante renal cruzado participan 25 hospitales de toda España, de 12 Comunidades Autónomas (Andalucía, Aragón, Asturias, Canarias, Cantabria, Cataluña, Castilla y León, Comunidad Valenciana, Galicia, Madrid, Murcia y País Vasco) y 18 laboratorios de histocompatibilidad.

“Ciudades del mundo”, en la sala de exposiciones del IGN



El 26 de abril, coincidiendo con la festividad de San Isidoro, patrón del Instituto Geográfico Nacional, se inaugura la exposición «Ciudades del mundo» en la sala de exposiciones del IGN. La muestra recoge una esmerada selección de vistas y planos de ciudades que permite contemplar la evolución histórica de este género de representación del territorio. Comenzando por los fundamentos teóricos de la Corografía —representación detallada del territorio mediante el dibujo de vistas— establecidos por Ptolomeo en el siglo II, se pasa por las representaciones medievales ficticias o idealizadas, por las primeras vistas impresas en el siglo XV, por el primer atlas de ciudades —el *Civitates Orbis Terrarum* de 1572—, y se llega a la gran expansión en el número y variedad de ciudades representadas en los siglos XVII y XVIII, culminando en las finísimas litografías del XIX, que ya solo serán superadas por la fotografía. La propia esencia de estas vistas y planos en perspectiva, que no requieren ningún tipo de interpretación cartográfica, junto con su atractivo visual, hacen de esta exposición un evento para todos los públicos, desde los más expertos, hasta los simples admiradores de la belleza de estas representaciones de las ciudades del pasado.

Instituto Geográfico Nacional

Tu mundo,
nuestra referencia



www.ign.es



@IGNSpain



@IGNSpain



IGNSpain



IGNSpain



IGNSpain

Mapas e imágenes en tu dispositivo móvil

Instituto Geográfico Nacional
Centro Nacional de Información Geográfica

General Ibáñez de Ibero 3. Madrid, 28003
91 597 95 14, fax: 91 597 97 73
consulta@cnig.es
www.ign.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA



Buques y embarcaciones autónomas

Hacia una nueva conquista en el mar



Desde hace unos cinco años es cada vez mayor el debate sobre el uso de los buques autónomos de superficie (MASS, del inglés Maritime Autonomous Surface Ship), es decir, aquellos que no necesitan tripulación a bordo para su manejo. Este debate no hace más que recoger en el ámbito marítimo los avances en el sector aeronáutico y, en menor medida, terrestre. Diferentes proyectos de buques autónomos de distintos Estados se encuentran en una fase avanzada de desarrollo y ello ha tenido como consecuencia la necesidad de avanzar en la regulación de estos para evitar un vacío legal.

■ *Texto: Hernán J. del Frade de Blas,
consejero técnico de Seguridad y Medio Ambiente en el Cantábrico.*

Los orígenes y su vinculación con España

A pesar de la relativa actualidad de este ámbito de innovación, la posibilidad de manejar buques de manera remota ha sido un campo explorado desde finales del siglo XIX, con un primer sistema rudimentario de control elaborado por Nikola Tesla y presentado en 1898 en la Exposición Eléctrica de Nueva York, en la que este realizó una exhibición de manejo de un modelo en un estanque instalado en el Madison Square Garden.

Tras este primer paso, se produjo otro avance más significativo, en este caso protagonizado por un científico español: Leonardo Torres Quevedo. En 1903, Torres Quevedo presentó en la Academia de Ciencias de París el Telekino, un sistema de telemando que permitía el control de un dispositivo a distancia. Este sistema fue aplicado a una embarcación y permitía, a diferencia del sistema de Tesla, la transmisión de diferentes tipos de órdenes relativas al gobierno de la nave, al régimen de máquinas o hasta el izado y arriado del pabellón. La demostración de uso en la mar -la primera utilización de una embarcación autónoma marina de la que se tiene noticia- se realizó en el Abra de la Ría de Bilbao en 1905 llevando a bordo a varias personas, con otras posteriores en 1906 en presencia de Alfonso XIII, aunque anteriormente se habían realizado algunas pruebas en el Estanque de la Casa de Campo de Madrid. La finalidad del Telekino era su aplicación al ámbito militar, en especial para el control remoto de dirigibles y torpedos, aunque no consiguió despertar el interés necesario y la aplicación de este sistema cayó en el olvido.

Los avances que se realicen en los proyectos ya en marcha mostrarán la realidad del tráfico mixto, aquel que implica buques tripulados tradicionales y buques no tripulados.

Imágenes de las pruebas del Telekino en Bilbao pertenecientes a la colección privada de Francisco A. González Redondo.



Qué son los buques autónomos y cuál es su finalidad

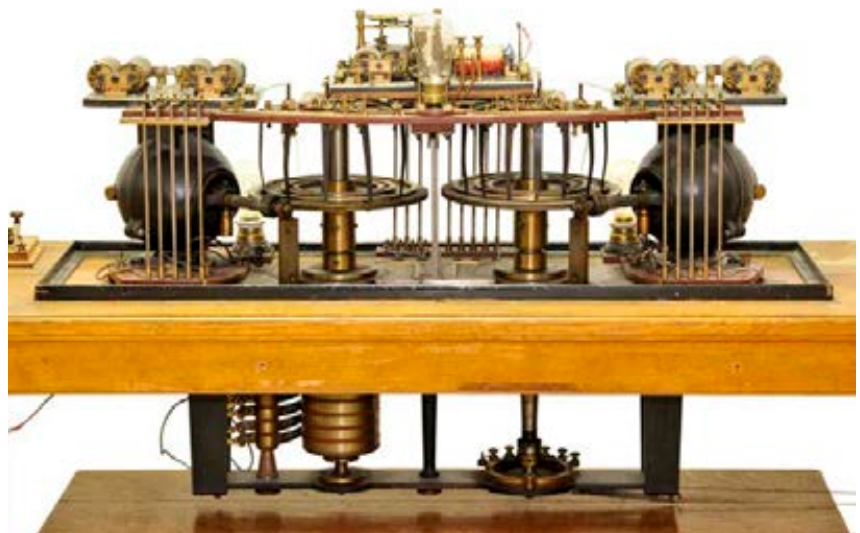
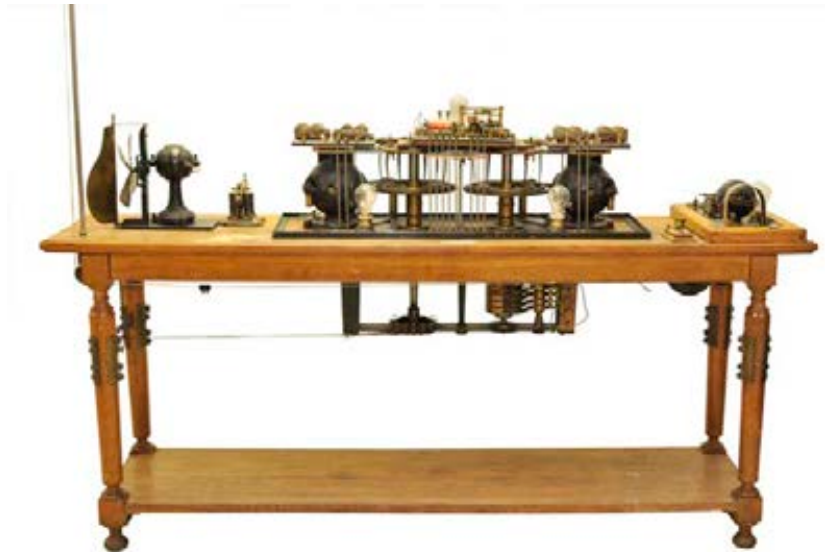
Separándose de la finalidad militar que previó Torres Quevedo, en la cual no entraremos aquí, el desarrollo de sistemas que permitan el manejo de buques civiles a distancia o autónomamente ha tomado un interés notable en los últimos años. El uso de automatismos a bordo de los buques no es algo novedoso, ya que la utilización de sistemas de máquina desatendida (UMS del inglés, Unattended Machinery Space) es habitual desde hace varias décadas; lo novedoso de esta última década es la investigación destinada a permitir que el buque pueda navegar sin personal a bordo o, al menos, sin que haya personal a cargo de la vigilancia de la navegación en todo momento, tomando para el manejo, ya sea remoto, ya sea por ordenador, la información de

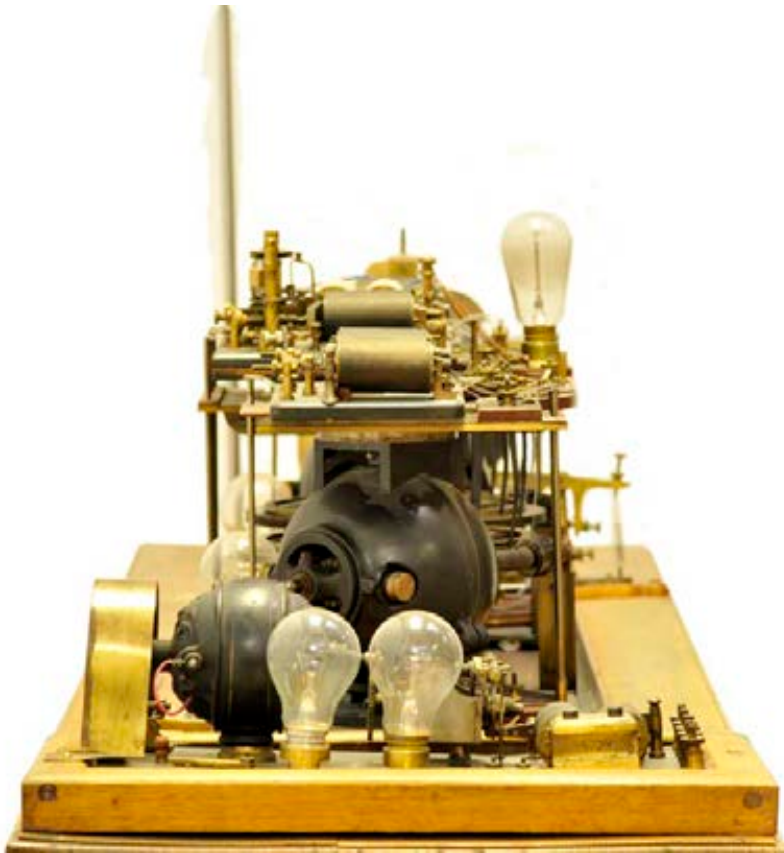
diferentes sensores (vídeo, radar, lidar, infrarrojos, sonar, etc.) y sistemas (posicionamiento por satélite, identificación automática, etc.). A este respecto se hace necesaria la clasificación de los buques por su diferente grado de autonomía. La Organización Marítima Internacional (OMI), en su Ejercicio Exploratorio de Regulación (RSE, del inglés Regulatory Scoping Exercise), sobre el que volveremos más abajo, ha establecido cuatro niveles de autonomía, correspondiendo el 1 a aquellos buques que cuentan con procesos automatizados y de apoyo a la toma de decisiones, el 2 a los buques operados remotamente con tripulación a bordo, el 3 a los buques operados remotamente sin tripulación a bordo y el 4 a los buques que operan autónomamente. Se ha indicado que la definición de buque autónomo incluye buques con diferentes grados de

*Museo Leonardo Torres Quevedo,
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
Universidad Politécnica de Madrid*



En 1903, Torres Quevedo presentó en la Academia de Ciencias de París el Telekino, un sistema de telemando que permitía el control de un dispositivo a distancia y que fue aplicado a una embarcación.





automatización o telemandado -los cuales quizá no entran en puridad en el concepto de “autónomo”- si bien se ha de tener en cuenta que la autonomía plena de un buque precisa de unos estadios intermedios en los que se pueda desarrollar esta de manera segura. Entre los beneficios que se pretenden con este tipo de buques se encuentra la reducción del error humano y evitar accidentes, el beneficio económico de la reducción de costes de tripulación y manutención, la mayor eficiencia del transporte automatizado o la reducción de emisiones, al eliminar o minimizar la presencia humana a bordo.

Los proyectos en estado más avanzado

En la actualidad hay varios proyectos en desarrollo, siendo Noruega, Finlandia, Francia, Dinamarca, República de Corea, Japón y República Popular China los Estados con proyectos más avanzados. En el caso de Noruega, el proyecto “Yara Birkeland” consiste en un buque de 80 metros de eslora, 15 de manga y propulsión enteramente eléctrica destinado al transporte de hasta 120 TEU (contenedores de 6 metros de largo, del inglés Twenty-foot Equivalent Unit) de fertilizante entre la fábrica y otros dos puertos noruegos distantes unas 7 y 30 millas respectivamente, pretendiendo ahorrar hasta 40.000 viajes de camión al año mediante el uso de este buque 0 emisiones. Los sistemas de control remoto y de futura autonomía -ya que se pretende que el buque en sus viajes vaya avanzando desde el grado de autonomía 2 al 4, a través del *machine learning*- han sido desarrollados por Kongsberg, que también está detrás de los





Este proyecto noruego, del Yara Birkerland, es uno de los más avanzados.

Entre los beneficios que se pretenden con este tipo de buques están la reducción del error humano y evitar accidentes; el beneficio económico, al reducir costes de tripulación y manutención; la mayor eficiencia del transporte automatizado o la reducción de emisiones, al eliminar o minimizar la presencia humana a bordo.

sistemas de atraque y desatraque automático instalados en ferris del fiordo de Oslo y en el proyecto ASKO, consistente en un pequeño buque de transporte de carga rodada con capacidad para 16 trailers. Finlandia ha desarrollado sistemas de navegación, atraque y desatraque autónomos, así como de control remoto, en buques de la compañía Finferries, contando con Rolls&Royce para el desarrollo de los sistemas. Asimismo, Finlandia ha sido pionera en el establecimiento de zonas de pruebas para buques autónomos. En Francia, a través de la cooperación del Bureau Veritas con SeaOwl, dependiente de V-Ships, se ha desarrollado un sistema de operación remota de buques mercantes ya probado con éxito. En Dinamarca, Maersk ha contratado la firma Sea Machines

Robotics para equipar los nuevos porta-contenedores preparados para hielos de la clase "Winter Palace", destinados a navegar por el Báltico. Por su parte, en la República de Corea está en progreso el proyecto KASS, que contempla el desarrollo de sistemas autónomos de navegación, de control de máquinas, de estandarización técnica y de zonas de pruebas, contando con una embarcación autónoma de 23 metros de eslora para pruebas. En Japón se realizó en 2019, por parte de la compañía NYK, el primer viaje comercial autónomo de un buque, y en la actualidad se está desarrollando un buque autónomo sin tripulación. Por último, en China existen varios proyectos de buque autónomo en desarrollo, contando con una zona de pruebas para estos buques muy extensa en Zhuzhai, lugar en el que se realizaron las pruebas del "Jin Dou Yun 0", el primer modelo que se puso en marcha en ese Estado.

Si bien los proyectos de buques autónomos están en desarrollo, se percibe un cierto compás de espera en el sector marítimo, que aguarda a saber si los beneficios económicos y medioambientales que se defienden por parte de la industria del buque autónomo son tales. Y es que hay cierta reticencia a eliminar tripulaciones, porque se entiende que los costes de mantenimiento del buque —que tradicionalmente se hace con el buque navegando— se incrementarían al tener que ser realizado este con el buque en puerto, lo que podría ocasionar demoras que se traducirían en pérdidas para la compañía explotadora. No obstante, se observa que el campo en el que los buques autónomos tiene una aplica-

ción más cercana no es en los buques oceánicos, sino en los costeros, aquellos que realizan viajes cortos y están tripulados por menos de 10 personas, porque su mayor estancia en puerto y cercanía a este durante la navegación los hace idóneos en este momento para el uso de la tecnología autónoma y su mantenimiento.

Donde sí existe una aplicación cada vez mayor de estas tecnologías es en las pequeñas embarcaciones autónomas (USV, del inglés Unmanned Surface Vehicle). Se trata de artefactos sin tripulación cuyas finalidades son variadas y van desde usos relativos a la defensa, la investigación marina, la vigilancia medioambiental, la seguridad, la hidrografía o el rescate, entre otros. A este último respecto, el uso de pequeños artefactos no tripulados tiene su justificación en la realización de tareas de larga duración, repetitivas, no sujetas a horarios o cuya realización suponga un riesgo para las personas. Así, en el ámbito civil se están desarrollando embarcaciones para extinción de incendios o destinadas al remolque y en el ámbito militar se han realizado proyectos para la detección de minas submarinas o la inteligencia.

El ámbito regulatorio (OMI, UE y España)

El impacto de los buques autónomos en un aspecto tradicional del sector marítimo, como son las tripulaciones, implica que dichos buques puedan entrar en conflicto con el marco legal que rige la navegación. En los convenios internacionales del ámbito marítimo se cita repetidamente al capitán y a la tripulación, luego un buque sin estos a bordo

puede incurrir en el incumplimiento de las normas. Ante esta situación, la OMI lleva desarrollando estos últimos cuatro años una actividad intensa de investigación de las eventuales inconsistencias entre la navegación de buques sin tripulación y los convenios internacionales, en la cual la delegación española en esta organización ha realizado una labor muy importante. A lo largo del estudio exploratorio, además de establecer los cuatro grados de autonomía que se indicaron más arriba, se ha comprobado que existen varios conflictos que afectan a la mayor parte de los convenios, especialmente en la definición de capitán o tripulación para estos buques, la responsabilidad en caso de accidente o de uso malintencionado y/o no autorizado, o los certificados y documentación, entre otros. Asimismo, también hay aspectos de convenios en particular que tienen gran importancia, como el cumplimiento del Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes en la Mar, con cuestiones que precisan definición, como las expresiones "a la vista de", "visibilidad reducida" o "buenas prácticas maríneas", que pueden ser indeterminadas cuando la vigilancia se realiza a través de sensores electrónicos o las decisiones son tomadas por un ordenador. La siguiente fase que abordará la OMI es la determinación de cómo se han de afrontar estas inconsistencias con sus convenios, ya sea mediante enmiendas de estos, definiciones adicionales o la creación de un nuevo convenio específico para los buques autónomos.

En el ámbito de la Unión Europea, la Comisión Europea ha establecido un grupo de trabajo específico en el que colaboran

Cuatro proyectos españoles



Proyecto SEAD 23 de Seadrone (PADR/Ocean 2020), para labores de defensa, protección, y búsqueda y rescate

ARGO proyecto de AZISA para labores de inspección





USV VENDAVAL proyecto de AISTER-NAVANTIA para la AP Ceuta, dedicado a la vigilancia

ECUVE proyecto de UTEK-PLOCAN para el Gobierno de Canarias, para fines de investigación



El grupo de trabajo sobre buques autónomos

A raíz de una charla sobre buques autónomos realizada en otoño de 2020 en el marco de la Estrategia sobre Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030 del MITMA, surgió la sugerencia de establecer un grupo de trabajo nacional sobre los buques y embarcaciones autónomos. La propuesta fue muy bien recibida por el sector, constituyéndose el grupo de trabajo en diciembre de 2020. El ámbito de trabajo de este grupo es el marco regulatorio de los buques autónomos y la primera tarea realizada ha consistido en aportar ideas para ampliar la propuesta española de certificación coordinada para los operadores de pequeñas embarcaciones autónomas, sobre la que se tratará en la próxima reunión del grupo específico de la Comisión Europea. Entre las futuras tareas se encuentra establecer unas directrices para las zonas de pruebas en el ámbito nacional. Las entidades y proyectos que participan en el grupo de trabajo nacional son UTEK, PLOCAN, CETECIMA, AZISA, SEADRONE, AISTER, LENER, INDRA, CEDEA/INTA, AZTI, WASTESHARK, QAISC, NAVANTIA, JANUS, Puertos del Estado, Salvamento Marítimo y MITMA, mediante la Dirección General de la Marina Mercante, que coordina el grupo de trabajo.



Otro ejemplo noruego de buque autónomo.

los diferentes Estados miembro, además de Noruega e Islandia. Fruto del trabajo de este grupo ha sido la elaboración de unas directrices sobre zonas de pruebas de buques autónomos, que ha recogido las recomendaciones de la OMI al respecto y las ha complementado en cuestiones sobre interacción con el control del tráfico marítimo o los procedimientos de pruebas, entre otros aspectos. En la actualidad, el grupo trabaja en una propuesta española de certificación coordinada para los operadores de pequeñas embarcaciones autónomas, entre otros asuntos.

En el ámbito interno español se ha realizado una revisión de la legislación nacional en aspectos como la matriculación, la titulación y tripulación o la certificación, elaborándose una Instrucción de Servicio específica en la materia. Asimismo, en el Anteproyecto de ley de reforma del Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante y de la Ley de Navegación Marítima se ha incluido un artículo referente a los buques y embarcaciones autónomas, delineando su régimen básico, con referencias

al cumplimiento de los futuros desarrollos en el ámbito internacional, la navegación segura, el cumplimiento de las normas de seguridad y prevención de la contaminación y el desarrollo reglamentario específico, entre otros.

Futuros desarrollos

La utilización de los buques autónomos trae consigo unas dudas que van más allá del ya comentado marco regulatorio. Por una parte, cuando en el futuro su uso se haga más común, implicará un efecto social por la eliminación de los puestos de trabajo de las tripulaciones. La Cámara Internacional de Navegación (ICS, del inglés International Chamber of Shipping) elaboró en 2018 un estudio sobre el impacto de la digitalización en el ámbito del trabajo marítimo y, si bien reconocía la pérdida de trabajos a bordo de los buques, llegaba a la conclusión de que estos buques generarían un buen número de nuevos trabajos en tierra, ya que mientras el buque se hallase en puerto se deberían realizar las tareas de mantenimiento y reparación que se llevaban tradicionalmente a cabo en la mar. Por otra par-



te, un aspecto primordial en el ámbito de la digitalización es el relativo a la ciberseguridad, ya que el uso malintencionado del buque presenta una amenaza muy elevada para la seguridad marítima, no solamente en el marco civil, sino también en el militar, debido a que la utilización de un buque autónomo en el ámbito de las amenazas híbridas -aquellos ataques que se realizan, total o parcialmente, de modo no convencional – es causa de gran preocupación, en tanto que puede implicar una agresión, pero no se podría identificar su fuente, lo que ha generado el debate de si un buque que navegue por el mar territorial de un tercer Estado debe ser controlado desde este último.

Al respecto del uso malicioso o negligente de los buques autónomos, otra cuestión a tener en cuenta es quién sería responsable de los daños que se generasen. Parece que en el ámbito de la responsabilidad civil esta se cubriría mediante el régimen del seguro, con unas garantías adicionales para hacer frente a los nuevos tipos de riesgos. Sin embargo, en el ámbito penal es

España dispone de una Instrucción de Servicio específica sobre la matriculación, la titulación y tripulación o la certificación de buques autónomos.

donde no deja de presentarse una indeterminación si hay un acto punible intencionado pero el autor se encuentra en otro Estado. También se ha generado cierta duda respecto a si el Estado del pabellón del buque ha de reforzar su responsabilidad por las infracciones o delitos que se puedan cometer por medio de buques no tripulados, en tanto dicho Estado debe ejercer un control efectivo de los buques matriculados en su territorio. Por último, no debe dejarse de lado la cuestión de la ética en la programación de los sistemas que tomen decisiones que puedan afectar a la vida de las personas, especialmente en aquellas situaciones en las que un buque plenamente autónomo, al enfrentarse a una situación de gran peligro, haya de elegir

entre causar un daño a las cosas o a las personas.

La operación generalizada de los buques autónomos todavía está lejana y a los desarrollos técnicos se puede oponer la falta de percepción por el sector del transporte de los beneficios que implican. Los avances que se realicen en los proyectos ya en marcha mostrarán la realidad del tráfico mixto, aquel que implica buques tripulados tradicionales y buques no tripulados y si realmente las bondades de los buques autónomos son las esperadas. En cualquier caso, el desarrollo de las pequeñas embarcaciones autónomas parece imparable, con cada vez más tipos de usos, y es en este campo en el que observaremos avances tangibles en los próximos años. ■



ENAIRE e iTEC
avanzan en la modernización
de los sistemas de control aéreo

*Controlador aéreo de ENAIRE
en Centro de Control de Área
Terminal de València.*

El futuro del control aéreo es ahora

■ *Texto: Alejandro Muñoz Delgado*

La modernización prevista de los sistemas de control aéreo sigue avanzando. ENAIRE y los socios de iTEC, la alianza que evoluciona la gestión del tráfico aéreo, están actualmente definiendo su versión 3 que está prevista que se implante inicialmente en 2025. La pandemia y el trabajo en remoto han supuesto un reto superado con éxito al conectar controladores aéreos, técnicos e ingenieros de toda la red de ENAIRE para validar nuevas tecnologías que mejorarán la gestión ATM y abren la puerta hacia la automatización con avanzadas funcionalidades.

¿Qué es iTEC?

iTEC, colaboración fundada para la construcción de un sistema de gestión de tráfico aéreo (ATM) por Indra y los proveedores de servicios de navegación aérea de España (ENAIRE), Reino Unido (NATS) y Alemania (DFS), al que se sumaron después los ges-

tores de navegación de Polonia (PANSNA), Lituania (ORO NAVIGACIJA), Países Bajos (LVNL) y Noruega (AVINOR) sigue dando pasos hacia la interoperabilidad. El nombre de iTEC, del inglés interoperability Through European Collaboration, significa interope-

rabilidad a través de colaboración europea.

Compartir estos datos resulta imprescindible para implementar el concepto operacional de SESAR establecido en el Plan Maestro Europeo de Gestión del Tráfico Aéreo y satisfacer la necesidad de gestionar el tráfico de forma segura y eficiente en Europa.

Los inicios del proyecto, que echó a andar en el año 2007, se centraron en el tratamiento de los planes de vuelo (FDP). En 2014 los socios firmaron un acuerdo para la posición común de control aéreo. Más recientemente se han establecido unos requisitos comunes de los modos de operación para la posterior definición de un sistema de tratamiento de planes de vuelo avanzado basado en trayectorias.

Iván Uclés, jefe del Departamento de Desarrollo e Ingeniería iTEC de ENAIRE, recoge el premio "Collaborative leader" iTEC en Swanwick, en 2019.



La crisis por covid ha puesto de relieve la necesidad de impulsar la creación del Cielo Digital Europeo, un sistema más inteligente, sostenible y resiliente a largo plazo.



Miembros del Comité de Dirección de iTEC visitan el Centro Pompidou de Málaga gracias a Fundación ENAIRE.

iTEC cambiará la forma de controlar el tráfico aéreo porque aporta predictibilidad. Este sistema ofrece al controlador aéreo información previa de manera que puede anticiparse el control de las aeronaves y se mejoran las herramientas tanto tácticas como de planificación en la gestión de los vuelos. Se incrementa la seguridad al proporcionar ayudas al control aéreo en la toma de decisiones y establece además barreras de seguridad y avisos en tiempo real respecto a cada escenario de tráfico aéreo.

La plataforma iTEC, especificada por los ANSP socios y desarrollada por Indra, ayudará a continuar implantando el Cielo Único Digital Europeo. Hacia el año 2030 está previsto que sea posible la interoperabilidad con los sistemas de gestión de tráfico aéreo a lo largo de toda Europa. iTEC gestionará un tercio del tráfico aéreo del continente y permitirá obtener importantes ahorros de tiempo

por vuelo, combustible y costes de operación.

Con esta colaboración, la inversión pública realizada por España, gracias a los fondos europeos CEF (Connecting Europe Facility), Next Generation y el programa Horizon2020, se espera en ENAIRE una reducción de riesgos y costes en proyectos tan complejos como el desarrollo del sistema ATM, así como una mayor fortaleza y posicionamiento en un escenario global de alianzas, logrando un sistema de gestión de tráfico aéreo de altas prestaciones.

iTEC proporcionará al controlador una nueva generación de sistemas ATM con capacidad para incluir todas las funciones que se vayan definiendo en el marco del proyecto paneuropeo SESAR. Ya incluye un sistema de predicción de trayectoria en 4D, herramientas de detección de conflictos a medio plazo tanto tácticas como de planificación, herramientas de

apoyo a la decisión como *what if* y *what else* y un aumento de capacidad en paralelo al aumento de la seguridad.

Tráfico europeo más eficiente y fluido

La crisis de la covid ha puesto de relieve la necesidad de impulsar la creación del Cielo Digital Europeo, un sistema más inteligente, sostenible y resiliente a largo plazo. Los conceptos operacionales de SESAR se están validando en proyectos de SESAR gracias a la colaboración entre los proveedores europeos de servicios de navegación aérea y la industria. Hace unos meses, la industria de aviación europea completó las pruebas finales de la nueva solución SESAR de interoperabilidad tierra-tierra (IOP), un sistema diseñado para que los 63 centros de control de tráfico aéreo del continente puedan intercambiar en tiempo real información de las trayectorias de los vuelos que controlan y lograr así una gestión más fluida y eficiente del tráfico.

Hacia un sistema de control aéreo interoperable

Este hito se alcanza en un momento de crisis sin precedentes debido a la pandemia de la covid, que está acelerando la creación del Cielo Digital Europeo para asegurar una recuperación más inteligente y sostenible a largo plazo.

Los proveedores de servicios de navegación aérea de Alemania (DFS), Francia (DSNA), España (ENAIRE), Italia (ENAV) y el Centro de Control del Espacio Aéreo Superior en Maastricht (MUAC) de EUROCONTROL, así como los proveedores de tecnología Indra, Leonardo y Thales, han colaborado en su desarrollo en el marco del programa de investigación e innovación SESAR Joint Undertaking (SESAR 2020).

La solución aborda un problema que se repite en el espacio aéreo europeo. Muchos vuelos se ven obligados a ajustar su trayectoria o velocidad cada vez que cruzan una frontera o sector aéreo para evitar conflictos con otras aeronaves. Esta situación se produce principalmente porque los centros de control de tráfico aéreo comparten y actualizan la información de las trayectorias de los vuelos de forma secuencial.

Para superar este problema, el proyecto de interoperabilidad tierra-tierra (IOP) 4DTM de SESAR Joint Undertaking, coordinado por Indra, ha desarrollado una nueva solución que permite compartir información fiable, completa y actualizada de la trayectoria de un vuelo, desde el despegue hasta el aterrizaje, que tiene en cuenta cualquier posible restricción que exista en los distintos espacios aéreos y sectores que vaya a cruzar.

Los últimos ensayos con la solución —que dieron continuidad a los que ya se llevaron a cabo en abril de 2019— tuvieron lugar en junio de 2020 durante dos semanas en un entorno de simulación que reprodujo las operaciones que habitualmente gestionan los centros de control de Maastricht, Reims, Karlsruhe, Ginebra, Zúrich, Padua y Milán.

Gracias a la solución de IOP todas las acciones que cada centro llevó a cabo fueron inmediatamente visibles para los demás, lo que eliminó la incertidumbre sobre las condiciones en las que un vuelo entra en otro espacio aéreo y la necesidad de alterar su ruta.

El objetivo final de esta solución es asegurar un control del tráfico aéreo más fluido y eficiente en Europa, que permita gestionar más vuelos, con mayor precisión y puntualidad, reduciendo los costes para las aerolíneas, las emisiones de CO2 y ofreciendo un mejor servicio a los pasajeros.

Esta solución también permitirá llevar a cabo el control del tráfico aéreo sin diferenciar entre espacios aéreos nacionales y aplicando el concepto de «objeto de vuelo o *flight object* como es más conocido», todos los centros de control compartirán la misma información y tendrán la posibilidad de solicitar cambios en las trayectorias de vuelo en tiempo real. Algunos casos de uso probados en los ejercicios llevados a cabo el verano pasado consistieron en:

- Cambios en la altura de vuelo solicitados por la aeronave para evitar tormentas
- Cambios de ruta solicitados por la aeronave para acortar distancias
- Actualizaciones en tiempo real de la información relativa a la trayectoria de un vuelo mediante los datos del objeto de vuelo
- Comprobar la flexibilidad del proceso de traspaso de los procedimientos de vuelo entre los centros de control
- Gestión coordinada entre los centros de control
- Mecanismos de simulación para prever y negociar cambios

La solución IOP aúna la tecnología y los protocolos de comunicación tierra-tierra que permiten unas operaciones de vuelo entre distintos países y regiones de forma eficiente y sustenta las trayectorias de vuelo en 4D (3 dimensiones + tiempo) con el intercambio en tiempo real de las trayectorias entre todas las partes involucradas.

Los resultados de dichas pruebas se usarán para actualizar la norma ED133 desarrollada por la Organización Europea para Equipamiento de Aviación Civil (EUROCAE), que sentará las bases para la futura industrialización e implantación de este tipo de sistemas.

Este proyecto ha sido financiado por la SESAR Joint Undertaking en el marco del programa de investigación e innovación de la Unión Europea Horizonte 2020.

ENAIRE avanza en iTEC

Durante los últimos años, grupos de controladores aéreos e ingenieros han definido y desarrollado la funcionalidad que permite la integración, en nuestro sistema, de información proveniente de las aeronaves para dar respuesta tanto a necesidades operativas como a recomendaciones específicas relativas a la seguridad operacional.

En verano de 2018, se incorporó y está disponible en las pantallas de los centros de control de ENAIRE, la visualización en la etiqueta radar del dato de "Velocidad Indicada/Número de Mach (IAS/Mach Number)" proveniente de la información de la aeronave suministrada por los radares

Modo S. En 2019 y 2020, el resto de información Modo S requerida operativamente y que trata el sistema, fue evaluada por controladores aéreos y las mejoras solicitadas fueron implementadas y desarrolladas, encontrándose disponibles a principios de año.

En mayo de 2020, en pleno confinamiento y con trabajo no presencial, ENAIRE llevó a cabo de forma pionera, durante tres días, una validación en remoto de nuevas funcionalidades para la puesta en servicio del sistema de control del tráfico aéreo SACTA iTEC. Aunque todo estaba preparado para ser validado con controladores aéreos en las instalaciones de ENAIRE en mayo de 2020, la situación actual pro-

vocada por covid-19 hizo que se realizara a distancia.

Esta actividad remota permitió que prácticamente todas las unidades de ENAIRE, desde distintos lugares de la geografía española, participaran en el proceso contribuyendo con sus comentarios desde sus casas, sin desplazarse. Se alcanzaron momentos pico al tener una participación de más de 70 personas observando simultáneamente el desarrollo de la validación, algo complicado de celebrar en otras circunstancias. Todo un éxito debido al trabajo minucioso de preparación durante semanas de las áreas de Automatización, Operaciones y Desarrollo e Implantación ATM.

Foto de familia de los miembros de iTEC reunidos en Swanwick, en 2019



La funcionalidad validada en remoto, SACTA 4.0 Funcionalidad DAPS: Downlink Aircraft Parameters Modo S, está previsto que se pueda poner en servicio a lo largo de 2021, tras la verificación presencial en las posiciones de control y los correspondientes procesos de seguridad y formación.

Este avance permitirá al controlador de ruta y aproximación, de cualquier centro de control de ENAIRE, disponer de los datos reales actualizados que una aeronave envía al sistema de tierra como son: la velocidad con respecto al aire o al suelo, el nivel de vuelo seleccionado por el piloto, el rumbo, el alabeo o la derrota, esto es, la trayectoria real respecto al terreno.



La automatización descargará el trabajo del controlador aéreo al reducir comunicaciones orales

ENAIRE mejora así la fiabilidad y reduce la incertidumbre en la identificación de la aeronave y su evolución, consiguiendo que la representación de estos datos en la posición del controlador permita disminuir y descongestionar las comunicaciones orales del controlador aéreo.

A finales de enero de 2021, representantes de la Comisión Europea, Agencia Ejecutiva de Innovación y Redes (INEA) y Gestor del Despliegue de SESAR (SESAR DM), visitaron proyectos de ENAIRE que han recibido fondos europeos de la convocatoria Connecting Europe Facility de 2016. Una visita aplazada por la pandemia que finalmente se desarrolló de manera virtual acorde a los tiempos. Los proyectos permiten seguir avanzando en la mejora de la gestión del tráfico aéreo, cumpliendo los requisitos del Cielo Único Europeo (PCP):

- **2016_036_AF3:** La evolución del sistema de control aéreo de ENAIRE, SACTA-iTEC permitirá habilitar la implantación de *direct routing*, desplegar el módulo de trayectorias

tácticas (ayuda a los controladores a detectar posibles conflictos entre las aeronaves, teniendo en cuenta estimaciones muy precisas de las trayectorias en un horizonte temporal establecido), así como la recepción, gestión y presentación de la información descargada de los equipos de a bordo de las aeronaves a través de la red de radares Modo S de ENAIRE en SACTA, lo que mejora la previsibilidad de las intenciones de vuelo de las aeronaves.

- **2016_040_AF3:** el segundo proyecto es la actualización de la gestión de trayectorias en SACTA-iTEC, que incluye el desarrollo del FDP iTEC (Flight Data Processing) y la CWP de iTEC (CWP, Controller Working Position), productos desarrollados en colaboración con el resto de socios de iTEC que se integrarán en una versión futura del sistema SACTA. Este proyecto termina con las pruebas en fábrica de las versiones V2 que son el punto de arranque de las versiones V3 que ENAIRE integrará en SACTA iTEC 5.0.



Adhesión de nuevos miembros en 2017.



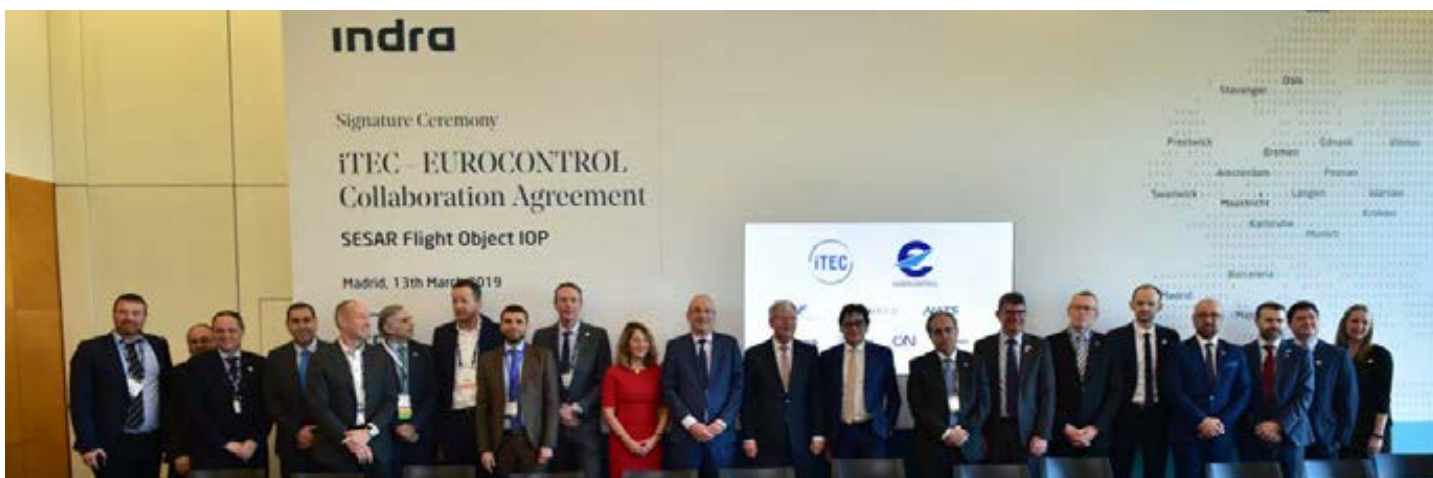
Reunión técnica de ITEC en el Centro de Control de ENAIRE en Palma, en 2017.

SACTA-ITEC 4.0

La evolución del sistema se organiza en versiones para que los cambios se puedan implementar de forma progresiva, facilitando su incorporación en la operación. Y la puesta en servicio siempre se realiza de manera nocturna por seguridad al ser los momentos de menor tráfico aéreo en circulación. La noche del 23 de febrero de 2021, se instaló una nueva versión de SACTA-ITEC 4.0 en la Región Canaria de ENAIRE que posibilitará más cambios en las futuras herramientas de monitorización de las que dispondrá el controlador proporcionando avisos ante desviaciones de las autorizaciones y conflictos, una mayor conciencia situacional y una detección temprana de errores, fortaleciendo las barreras de seguridad operacional.

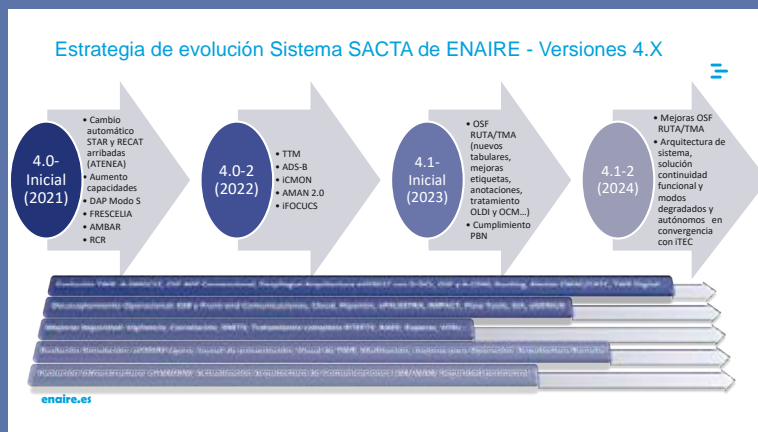


Hacia el año 2030 está previsto que sea posible la interoperabilidad con los sistemas de gestión de tráfico aéreo a lo largo de toda Europa.



Firma en 2019 de colaboración entre EUROCONTROL MUAC e iTEC.

El despliegue de versiones se lleva a cabo con un impacto mínimo en los vuelos



Esta nueva versión del sistema SACTA-ITEC permite, mediante una aplicación que proporciona marcas de distancia de separación en aproximación final hacia el aterrizaje, usando la recategorización de las estelas turbulentas (RECAT EU), esto es, las nubes de vapor generadas por los motores de las aeronaves. Esto permite reducir, de forma segura, la separación entre determinados aviones para optimizar las operaciones de despegue y aterrizaje lo que mejora la gestión de las llegadas y salidas de un aeropuerto según qué pista está disponible.

Otra función implementada ha sido la integración de los datos DAPS (datos de las aeronaves obtenidos a través de un enlace de datos con el avión) que fue validada en remoto durante el verano de 2020 y que permite recalcular las posiciones de las aeronaves e intenciones de los pilotos a partir de la información descargada.

La nueva versión del sistema SACTA de ENAIRE lleva añadidos elementos de ITEC que han sido desarrollados de forma conjunta con los miembros de esta alianza europea que mejoran la capacidad y seguridad en todos los entornos de torre de control, área terminal de maniobras (zona de aproximación) y espacio aéreo en ruta.

Además, SACTA-ITEC 4.0 apoya conceptos como Free Route, donde los aviones vuelan directos de un punto a otro sin seguir aerovías previamente establecidas. Este modo de vuelo permitirá mejorar los flujos de tráfico e implementar segmentos de vuelo más directos en todo el espacio aéreo de la Unión Europea.

El despliegue del sistema SACTA se organiza en versiones para que los cambios se puedan implementar de forma progresiva, facilitando su incorporación en la operación. En marzo está previsto que los centros de control aéreo de ENAIRE en Barcelona, Madrid, Málaga, Palma, Sevilla y Valencia tengan esta versión implementada.

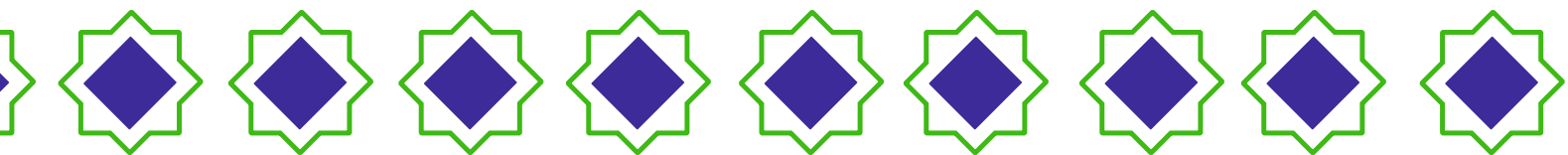
Mejor predicción de trayectorias

Entre ellos destaca la detección de conflictos a medio plazo cuyo componente más relevante es el cálculo de trayectorias tácticas. Esto proporcionará los cálculos precisos para la detección de conflictos e interacciones con otras aeronaves con una presentación al controlador de manera muy ergonómica y

facilitándole la comprensión y apoyo en la resolución de posibles conflictos.

Esto facilita una mejor predictibilidad de las trayectorias de las aeronaves y su recorrido, basándose para ello en una estimación precisa de la trayectoria futura de los vuelos dentro de un horizonte temporal del orden de los 10 minutos.

ITEC en los centros de control de España se hará con un impacto mínimo en el servicio ATS, tanto en espacio aéreo superior como inferior. ENAIRE prevé, gracias a ITEC, mejorar la capacidad, calidad, seguridad y eficiencia del servicio adaptándose a las demandas de las aerolíneas y personal de control aéreo, manteniendo los beneficios del sistema SACTA-ITEC. ■



El pasado 16 de diciembre Granada puso en servicio su Nueva Variante Exterior....

... y Boabdil volvió a suspirar

Cuenta la leyenda que Boabdil, el último rey nazarí de la península ibérica, habiendo entregado las llaves de Granada a los Reyes Católicos, camino a su destierro en enero de 1492 no osó girar la mirada hacia la ciudad, y sólo cuando estuvo sobre la última colina desde la que se divisa la capital de la Alhambra, a 12 kilómetros al sur de la ciudad, se detuvo y observando por última vez su palacio suspiró y rompió a llorar, y su propia madre, la sultana Aixa, le dijo: «Llora como mujer lo que no has sabido defender como un hombre». A este paraje de intercambio de emociones madre-hijo, se le conoce como “El suspiro del Moro”, y es justo en este lugar de leyenda donde finaliza la nueva Variante Exterior de Granada que a lo largo de su trazado te muestra paisajes que harían suspirar de nuevo al mismísimo Boabdil.

■ *Texto: Francisco González Bueno (Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Oriental, Dirección General de Carreteras).*

El pasado 16 de diciembre de 2020

se incorporaron íntegramente a la Red de Carreteras del Estado (RCE) 19,3 kilómetros de autovía de nuevo trazado de la Variante Exterior de Granada que, unidos a los 8 kilómetros puestos en servicio en el año 2015, completan la Variante Exterior, que cuenta con una longitud total de 27,3 km y que se integran en la Autovía A-44 de Sierra Nevada - Costa Tropical.

La nueva Variante Exterior de Granada mejora el corredor Bailén-Motril y se sitúa más al Oeste de la Circunvalación de Granada, que cambia su denominación a GR-30. Este corredor destinado al tráfico de largo recorrido evita el paso por la circunvalación de Granada, que tiene un marcado

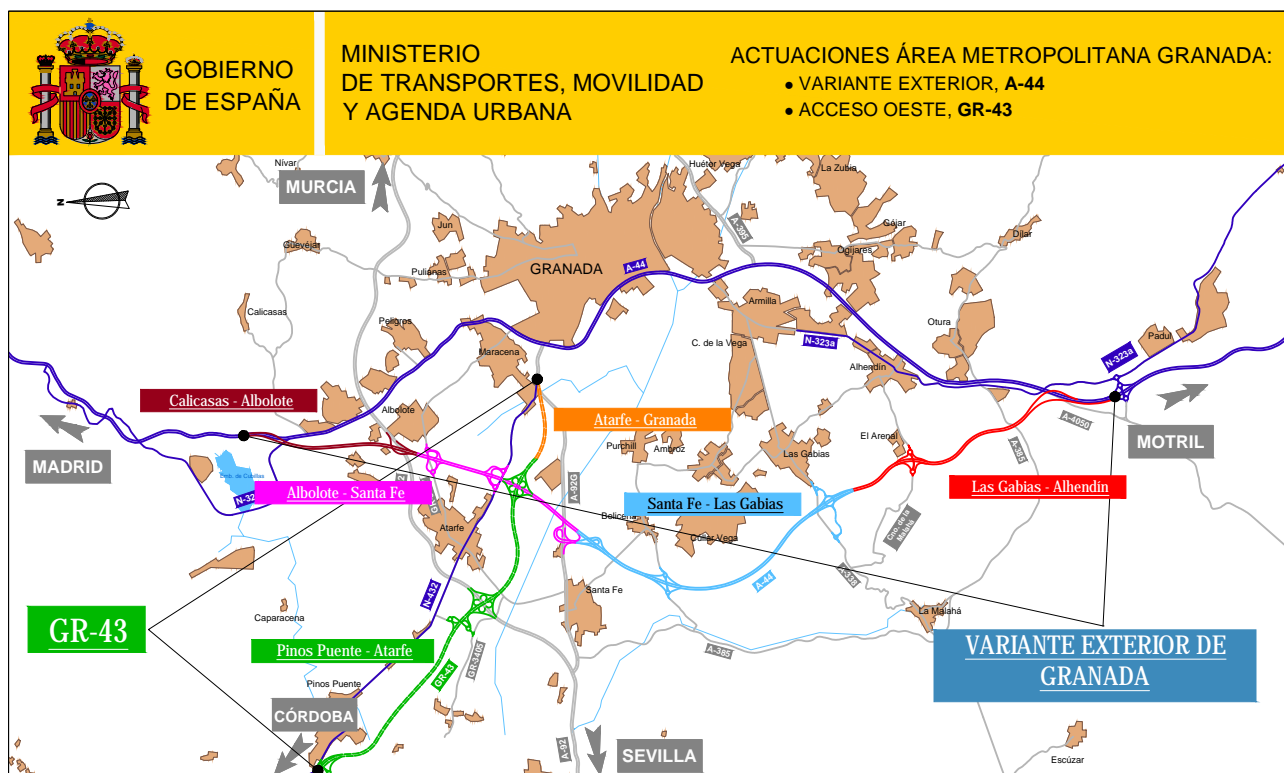


carácter metropolitano e intensidades de tráfico superiores a los 150.000 vehículos diarios, permitiendo en poco más de 15 minutos pasar del embalse de Cubillas al Suspiro del Moro.

Aproximándose desde el Norte, la variante se toma a la altura del embalse de Cubillas para dirigirse a la Costa Tropical, teniendo como principales salidas

en sus enlaces a Córdoba, a través de la N-432 y la GR-43, que previsiblemente será puesta en servicio en los próximos meses, salidas hacia Sevilla, Málaga y el aeropuerto a través de la A-92G.

Aproximándose desde el Sur, la variante se toma en el Suspiro del Moro para dirigirse a Madrid, Jaén, Sevilla, Málaga, Córdoba, Murcia y el aeropuerto.



La nueva Variante Exterior de Granada, destinada al tráfico de largo recorrido, mejora el corredor Bailén-Motril.

A lo largo de su trazado se establecen 7 enlaces completos, un semienlace y las dos confluencias-bifurcaciones al inicio y final de la variante con la A-44. Esta nueva vía se configura como el eje vertebrador del área metropolitana de Granada, impulsando la conurbación de sus municipios y ofreciéndole la posibilidad de desarrollos futuros, gracias al efecto multiplicador que ofrece en la economía este tipo de infraestructuras.

Posibilidades de desarrollo

Especialmente interesante es la posibilidad que ofrece la nueva variante a la Administración Autónoma y Local para que puedan desarrollar, en el ámbito de su competencia, mejoras en sus redes para la distribución del tráfico desde la red de largo recorrido hacia los distintos puntos, siendo su papel complementario pero fundamental para lograr una óptima accesibilidad del territorio.

Es el momento ahora de que se planteen iniciativas autonómicas para unir mediante vías transversales la Circunvalación de Granada y su nueva Variante Exterior, y que supondrían la configuración definitiva y el verdadero revulsivo para un cambio de la movilidad en Granada y su área metropolitana.

En cuanto al tráfico actual y su redistribución en los dos ejes principales de la RCE, si bien es cierto que la Circunvalación de

Granada (GR-30) ha experimentado una reducción de la Intensidad Media Diaria (IMD), que en el caso del tramo con mayor tráfico es de hasta más de 45.000 vehículos/día en los meses de enero y febrero de 2021, en comparación con los mismos meses de años anteriores en lo que a vehículos totales se refiere, no se puede deducir que se haya producido una transferencia de ese tráfico a la nueva variante en cuantías similares.

Las limitaciones a la movilidad impuestas por la covid-19 desde la puesta en servicio de la Variante el pasado 16 de diciembre, limitando tanto la movilidad entre municipios como entre provincias, hacen que no sea posible aún valorar el impacto de la nueva infraestructura, sin poder concluir que se haya producido un descenso apreciable en la antigua circunvalación de Granada, siendo necesario seguir observando en el largo plazo la evolución del reparto de tráfico entre ambas carreteras.

No obstante, lo realmente importante en este caso no es la redistribución inicial de tráfico entre ambas, si no las posibilidades de desarrollo futuras que ofrece y que realmente serán las que harán cambiar el mapa del futuro.

Una obra exigente

En cuanto a la ejecución de la obra es importante resaltar que no ha sido una obra fácil.

Aquellos que han trabajado en obra civil en la provincia lo saben, y es que Granada pone a prueba a los mejores ingenieros geotécnicos y estructurales, donde sólo los más bragados se atreven. Sin ir más lejos, la nueva vía ha experimentado más de 800 terremotos desde el pasado diciembre con sismos de hasta grado 4,5 sin haber sufrido daño alguno, siendo esta zona una de las que presentan mayor aceleración sísmica básica de la península. Los suelos atravesados tampoco lo ponen fácil para construir carreteras, con bajas capacidades portantes, suelos difíciles de compactar que a veces sólo permiten ser usados en los núcleos de los terraplenes y ser protegidos mediante espaldones estabilizados o láminas de impermeabilización. Desmontes que atraviesan materiales yesíferos y que obligan a costosas impermeabilizaciones en sus fondos de desmonte, etc....

Es una obra que ha hecho emplearse a fondo a los Ingenieros del Estado de la Demarcación de Carreteras en Andalucía Oriental, así como a los ingenieros de las empresas constructoras y asistencias técnicas.... Que junto con la labor de todos los trabajadores que han formado parte en su ejecución: encargados de obra, ferrallistas, encofradores, etc... sin cuyo esfuerzo y sacrificio, soportando diariamente el viento gélido de las frías mañanas granadinas, esta Variante no habría podido ser una realidad.

Y es que estas obras, desde el inicio en el tramo 1 en octubre de 2007, hasta la puesta en servicio de toda la Variante en diciembre de 2020, han tenido que pasar por crisis económicas y una pandemia en su último

año, que dificultó el acceso a la hora de conseguir subcontratistas de diversos tajos, así como de personal especializado por las limitaciones impuestas.

Mención especial merece también cómo se han planificado los desvíos y en particular en sus dos conexiones para materializar la confluencia-bifurcación entre la Variante y la A-44, habiéndose conectado ambas vías causando reducidas molestias a los usuarios a pesar de la envergadura de estas operaciones.

El corredor de la Variante se compone de 4 tramos de autovía, con una longitud total de 27,3 kilómetros:

		Longitud (km)	Puesta en servicio
Tramo 1	Calicasas - Albolote	5,8	30/3/2015
Tramo 2	Albolote - Santa Fe	5,3	Subtramo_1: 30/03/2015 Subtramo_2: 16/12/2020
Tramo 3	Santa Fe - Las Gabias	8,7	16/12/20
Tramo 4	Las Gabias - Alhendin	7,5	16/12/20

Descripción de la Variante

El **tramo 1, Calicasas – Albolote**, de 5,8 kilómetros de longitud, atraviesa el término municipal de Albolote. Comienza a la altura del Embalse de Cubillas, donde conecta con la antigua A-44, denominada actualmente GR-30, mediante un enlace direccional conformado por dos ramales unidireccionales de dos carriles que permiten los movimientos Bailén-Motril y Motril-Bailén y que una vez escindidos de la GR-30 generan respectivamente las calzadas derecha e izquierda del tronco principal de la Variante Exterior.

El trazado discurre en terraplén prácticamente en sus tres primeros kilómetros, a partir del cual lo hace en desmote hasta el final de tramo, atendiendo de esta forma a los condicionados de la DIA referentes a una disminución de la contaminación acústica y una menor ocupación de suelos en el espacio catalogado por el Plan de Protección del Medio Físico “Vega de Granada”. A mitad de su trazado, salva mediante un paso inferior el ferrocarril Almería – Granada.

Finaliza el tramo tras atravesar mediante otro paso inferior la Autovía A-92 (Sevilla – Almería), enlazando con ésta y permitiendo mediante un semienlace los



Inicio de la Variante Exterior: confluencia/bifurcación con GR-30.



Paso inferior bajo el ferrocarril Almería-Granada.

movimientos con origen en la A-92 (Murcia/Almería) y destino hacia la nueva variante de la A-44 (Motril) y viceversa.

Desvío del ferrocarril Almería-Granada para ejecución del paso inferior.





Semienlace de la Variante con la A-92.



Inicio del Tramo 2.

El tramo 2, Albolote – Santa Fe, de 5,3 kilómetros de longitud se desarrolla por los términos municipales de Albolote, Atarfe y Granada.

El carácter periurbano del enclave por el que discurre el segundo tramo hace que se hayan ejecutado, además de los más de 5 kilómetros de autovía, casi 20 kilómetros de vías colectoras distribuidoras de dos carriles, ramales y vías convencionales, incluyéndose tres enlaces con carreteras existentes y las vías colectoras para el enlace con la futura Autovía GR-43, Granada – Córdoba. De igual modo, se ha ejecutado un total de once estructuras, formadas por seis viaductos, tres pasos superiores y dos pasos inferiores, que permiten salvar el cruce con las diferentes infraestructuras existentes en la zona y río Genil, así como dotar de la permeabilidad transversal necesaria a la zona.

Este tramo comienza al sur de la autovía A-92 y discurre en desmonte durante los primeros novecientos metros, donde se enlaza el tercer enlace de la variante, conectando con la carretera GR-3417 que une las localidades de Atarfe y Albolote,



Enlace de la Variante Exterior con la carretera GR-3417 "Atarfe-Albolote".



Enlace de la Variante Exterior con la carretera N-432.

y responde a una tipología de tipo diamante con glorietas.

Este enlace da servicio a la población de estas localidades, permitiéndoles reducir las duraciones de sus desplazamientos y evitando que tengan que utilizar itinerarios alternativos por vías secundarias y zonas urbanas.

Continúa el tronco de la Variante Exterior avanzando de nuevo en dirección Norte-Sur por terrenos de la Vega de Granada con una rasante que comienza a discurrir en terraplén.

Dada la proximidad con el próximo enlace en la carretera nacional N-432 que une Granada con Córdoba, la sección entre ambos enlaces presenta tres carriles por sentido que unen las vías colectoras de ambos y que mejoran los trenzados del tráfico y dotan de mayor seguridad vial a la infraestructura. El enlace con la N-432 es nuevamente un diamante con pesas y dispone un viaducto con dos vanos de 45 metros que permiten salvar, además de la carretera nacional, la línea de ferrocarril "Bobadilla-Granada" y la línea de Alta Velocidad "Antequera – Granada".

Avanza la variante su trazado hacia la futura autovía GR-43 Granada-Córdoba, disponiendo vías colectoras-distribuidoras uniendo el enlace de la N-432 con el de la GR-43.

A continuación, la autovía A-44 se dirige hacia el río Genil discurrendo por la Vega de Granada, salvando el río en las proximidades de la localidad de Santa Fe con un viaducto singular de 110 metros de longitud que presenta un tablero suspendido en tres arcos atirantados, de gran com-



Trazado Variante Exterior, entre la N-432 y la Autovía GR-43.



Viaducto sobre el río Genil.



Trazado Variante Exterior, conexión con A-92G.

La nueva vía, su exposición sísmica y las características delicadas del suelo, han exigido una rigurosa planificación y ejecución de los trabajos.



Zona intermedia del tramo 3. Al fondo las cumbres de Sierra Nevada.

plejidad técnica y constructiva y que ha dotado el paso sobre el Genil de una fuerte personalidad, que queda integrado de forma armónica con el paisaje circundante, contribuye a realzarlo y se constituye como un hito visual para los usuarios, con la capacidad de comunicarse con su entorno mediante su iluminación ornamental.

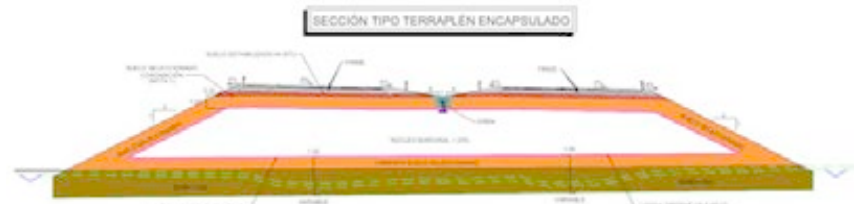
Una vez superado el cruce con el río, el trazado se dirige hacia la carretera A-92G, que es una de las principales vías de penetración a Granada del tráfico procedente de Sevilla y Málaga y siendo el acceso habitual de Granada a su aeropuerto, constituyéndose un enlace con una tipología de doble biela estirada que comparte con el tercer tramo, Santa Fe – Las Gabias.



Enlace con la A-338: Las Gabias-La Malahá.

El **tramo 3, Santa Fe – Las Gabias**, de 8,7 kilómetros de longitud, se desarrolla por los términos municipales de Santa Fe, Vegas del Genil y Las Gabias.

El trazado en sus tres primeros kilómetros se ejecuta en terraplén y discurre aún por la denominada “Vega de Granada”, con una orografía con pendientes suaves y prácticamente nulas, ejecutándose mediante pasos inferiores todas las estructuras de paso. A continuación, se dis-



pone un enlace de diamante con pesas para cambio de sentido en el p.k. 128, y a partir de este punto la orografía se hace más acusada por lo que la traza pasa de terraplén a desmote y con pendientes más fuertes hasta alcanzar el enlace con la carretera autonómica A-338, nuevamente de tipología diamante con pesas, conectando a continuación con el próximo tramo.

Como particularidad en este tramo resaltar que ha sido necesario encapsular el núcleo de los terraplenes con lámina impermeable, siendo protegido con un cimientado y espaldones de suelo seleccionado.

Ha sido necesario reponer más de 5 kilómetros de acequias para los regantes

El cuarto y último tramo de la Variante Exterior, Las Gabilas – Alhendín, de 7,5 kilómetros de longitud, de nuevo tronco más 1,7 kilómetros de ampliación de carriles sobre la calzada existente en la A-44 en su confluencia-bifurcación con el final de la variante. Discurre por los términos municipales de Alhendín, la Villa de Otura y el Padul.

Comienza el tramo salvando el barranco de Cañada Honda mediante un viaducto singular de 200 metros de longitud en la calzada derecha y 120 metros en la izquierda.

Continúa el trazado con una sucesión de curvas hasta alcanzar el Enlace de Alhendín, salvando el cruce entre la zona de canteras a los pies de Montevives (al Oeste) y el núcleo urbano del Alhendín (al Este).

La sección tipo de sus terraplenes corresponde a un núcleo encapsulado mediante espaldones y coronación, estabilizados con cal, y ha sido necesario impermeabilizar con lámina el fondo de excavación de dos de sus desmontes al atravesar materiales yesíferos. Se han utilizado en las capas de firme betunes mejorados con caucho procedente de la trituración de neumáticos al final de su vida útil (NFVU).

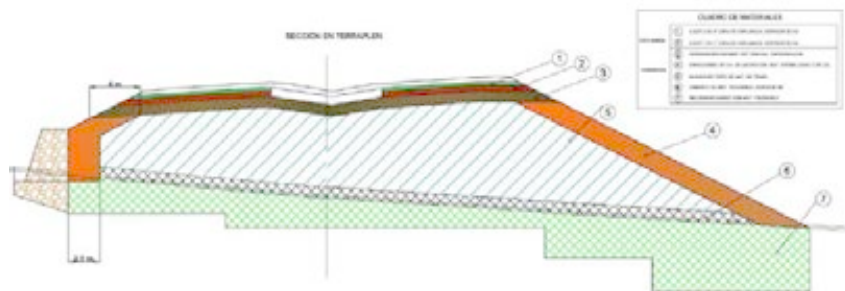
Este tramo es el más sinuoso de los cuatro y si en los anteriores se podía disfrutar del paisaje de la Vega de Granada, en este se vislumbran imágenes de gran belleza de Sierra Nevada y sus picos nevados, especialmente al aproximarse al paraje del Suspiro del Moro donde finaliza la Variante Exterior con la confluencia/bifurcación con la A-44.



Viaducto de Cañada Honda.



Enlace de Alhendín.



Variante en el paraje del Suspiro del Moro.

Viaducto del Genil

La Autovía A-44 Variante Exterior de Granada, salva el río Genil en las proximidades de la localidad de Santa Fe. El Viaducto del Genil es una estructura singular de 110 metros de longitud, repartida en tres vanos: dos laterales de 15 metros de longitud y un vano central de 80 metros.

Este viaducto presenta una tipología de arcos atirantados, suspendiéndose el tablero de tres arcos mediante 54 péndolas formadas por barras metálicas. La anchura de la sección transversal de su tablero, de 34,40 metros, obliga a que el arco central se haya acompañado de sendos arcos laterales, muy rebajados, que mejoran el comportamiento estructural y permiten aumentar la esbeltez de la estructura.

En la vista de alzado longitudinal, los arcos laterales, sensiblemente más pequeños que el central, están concebidos de forma que realcen aún más la presencia del arco central, tanto por comparación de tamaño como por la contraposición en el diseño de las péndolas. En la sección transversal, los arcos laterales se han proyectado con una inclinación de 10 grados respecto a la vertical, de manera que recojan y ganen para la estructura el espacio creado entre los arcos, materializando una más férrea sensación de unidad estructural.

Los tres arcos son de sección de hormigón armado, con un canto de 1,20 metros y una anchura de 1,50 metros. El arco central tiene una altura de 16,60 m y los laterales de 7,60 m. La sustentación se realiza mediante veintiséis péndolas entre el arco central y el tablero y 14 péndolas verticales entre cada arco lateral y el tablero.



El viaducto ha sido dotado de una iluminación ornamental pensada para “hablar con el lenguaje del color”, con más de 250 metros de luces led de última generación, pero que tiene un consumo mínimo para todo el sistema, que apenas alcanza al de un radiador de aceite doméstico. Se han programado distintos tipos de iluminación, que cambia en las fechas más señaladas del calendario, mientras que el resto de los días se utiliza una iluminación en blanco y azul que hace referencia al propio nombre de la Autovía A-44, Sierra Nevada - Costa Tropical, evocando el color blanco de las cumbres de Sierra Nevada en la parte superior de los arcos, que se difumina hacia azul turquesa y azul marino en la zona inferior, tonos que imitan a las aguas del litoral granadino.



Variante Exterior en cifras

La inversión en la Variante Exterior de Granada asciende a 277 millones de euros (M€), que se eleva a 342 M€ teniendo en cuenta el coste estimado de las expropiaciones.

Se han ejecutado en total 17 pasos superiores, 27 pasos inferiores, 14 pasos de mediana, 8 viaductos y se han repuesto 7 vías pecuarias.

Ha sido necesario excavar más de 5,6 millones de m³, así como conformar un volumen similar para terraplenes superior a los 5,4 millones de m³. Las mezclas bituminosas suponen 446.000 toneladas y se han utilizado más de 25.000 toneladas de acero pasivo en las estructuras y 190.000 m³ de hormigón. Se han repuesto más de 15 km de acequias para los regantes. El desglose por tramos se refleja en la siguiente tabla:

	Tramo 1 Calicasas- Albolote	Tramo 2 Albolote- Santa Fe	Tramo 3 Santa Fe- Las Gabias	Tramo 4 Las Gabias- Alhendín	Variante Exterior Total
Excavaciones (m ³)	1 027 571	555 764	2 183 427	1 834 933	5 601 695
Terraplén (m ³)	610 252	1 789 497	1 386 000	1 651 161	5 436 910
Mezclas bituminosas (t)	69 570	134 000	140 237	102 299	446 106
Acero pasivo (t)	7 311	9 379	3 211	5 897	25 798
Hormigón (m ³)	36 694	64 727	41 111	50 301	192 833

El coste medio por kilómetro de la variante es de 10,15 M€, sin tener en cuenta el coste de la expropiación. El desglose por tramos se refleja en la siguiente tabla:

	Tramo 1 Calicasas- Albolote	Tramo 2 Albolote- Santa Fe	Tramo 3 Santa Fe- Las Gabias	Tramo 4 Las Gabias- Alhendín	Variante Exterior Total
Longitud (km)	5,8	5,3	8,7	7,5	27,3
Coste M€ (sin expropiaciones)	60,13	94,93	72,34	49,56	277
Coste M€/km	10,37	17,91	8,31	6,61	10,15

(Datos a fecha marzo de 2021, pendiente de aprobación CFO tramos 2, 3 y 4)

Enlaces a Video Inaugural:

https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/Nuevos_tramos_en_servicio/a-44-sierra_nevada-costa_tropical/a44-_variante_exterior_granada.mp4

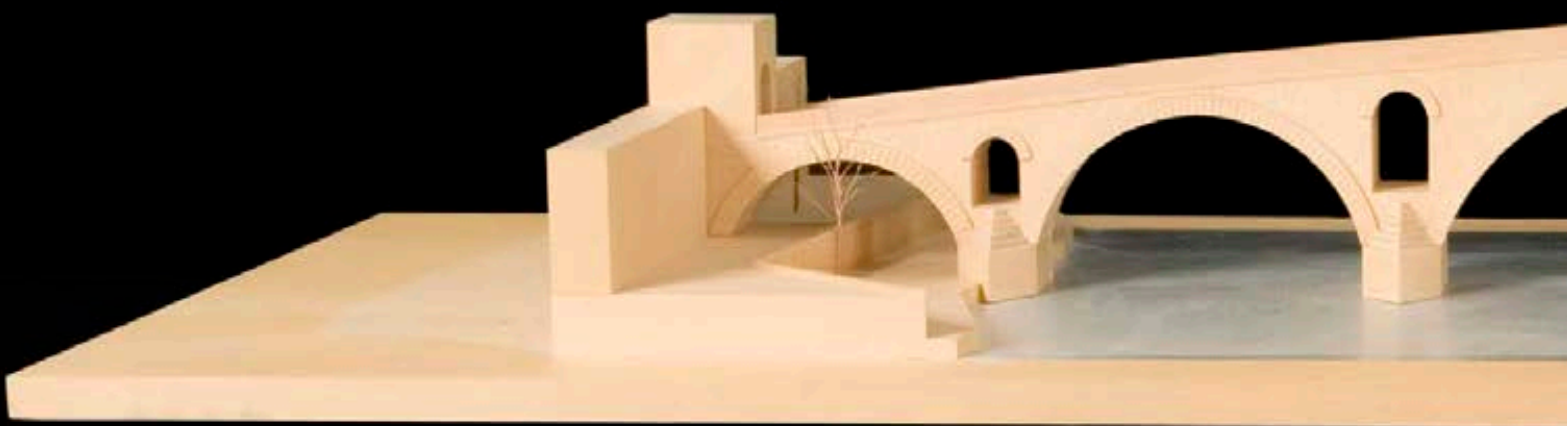
https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/Nuevos_tramos_en_servicio/a-44-sierra_nevada-costa_tropical/A44-Variante_Exterior_Granada_corto.mp4 ■



Final de la Variante Exterior: confluencia/bifurcación con GR-30.

Centro de Estudios de Obras Públicas y Urbanismo
(CEHOPU), 30 años de difusión del patrimonio
histórico

Investigar y divulgar



Maqueta Puente la Reina sobre el río Arga (Navarra).

Más de tres décadas de trabajo avalan la actividad del Centro de Estudios de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU), el organismo del Centro de Estudios de Experimentación (CEDEX) que investiga, estudia y difunde el patrimonio histórico de la obra pública de España.



■ *Texto: Pepa Martín Mora*
Fotografías: CEDEX-CEHOPU

La investigación

da soporte a las distintas actividades que centran el día a día del Cehopu, el organismo del Cedex que lleva más de treinta años estudiando y difundiendo el patrimonio histórico de la obra pública de nuestro país, y que se plasma en exposiciones, publicaciones, congresos, y jornadas con las que pretende fomentar el diálogo entre infraestructuras, naturaleza e historia.

La creación de grandes exposiciones ha sido la nota dominante con la que han dado visibilidad al resultado de su trabajo, que se ha centrado no solo en investigar y difundir la obra pública, sino en las figuras más relevantes de la ingeniería a lo largo de la historia, así como en mantener vivo el Museo de la Obra Pública conservando, recuperando y enriqueciendo todo ese patrimonio histórico conocido.

Otras tareas han sido la producción de la Colección de Maquetas de Historia de las Obras Públicas, probablemente la representación más importante de la evolución de la ingeniería, el urbanismo y la obra pública y su legado en nuestro país, así como la gestión de los archivos Eduardo Torroja i Miret y Carlos Fernández Casado, cedidos por sus propietarios y abiertos a investigadores de todo el mundo.

Centro de Documentación

Todo ello ha dado lugar a la creación de un Centro de Documentación como una forma de dar a conocer el centro, y que se compone, por un lado, de la Biblioteca, y por otro, del Museo Virtual, toda una referencia en el ámbito de los archivos históricos, que dispone de la Biblioteca Digital, del Archivo Gráfico, del



Exposición. Ingeniería moderna en España.



Exposición Obras Hidráulicas en la Ilustración.



Exposición Artífex.



Exposición *Ars mechanicae*. Capiteles.

Archivo Fernández Casado, del Archivo Torroja y del Fondo de Maquetas y Modelos. “La gestión es muy exigente, asegura Dolores Romero, una de las responsables del Cehopu, pues tenemos peticiones de consulta de todas partes del mundo”.

Entre sus depósitos cuenta con documentos sobre ingeniería catalogados al completo, fotografías y maquetas, y en el ejercicio de sus competencias es el organismo responsable de su gestión. Como parte de esa función destinada a conservar, estudiar y difundir el patrimonio de la historia de la ingeniería a través de las obras públicas, ha convertido este centro de documentación en un activo imprescindible para comprender la vasta obra de ingeniería civil ejecutada por toda España en siglos.

La Biblioteca, que forma parte de la red del Cedex, se creó para dar servicio a las áreas de

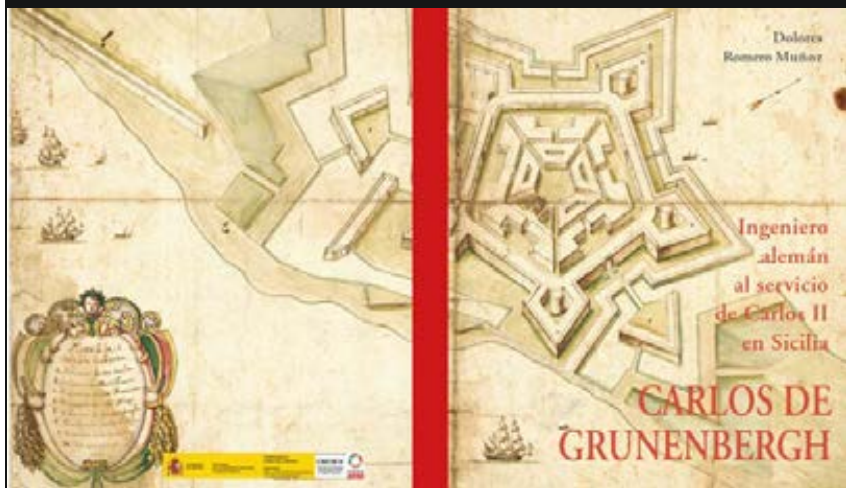
Origen

El germen del Cehopu se remonta a los actos para la Conmemoración del V Centenario del Descubrimiento de América, una celebración para la que se creó una Comisión dedicada a promocionar el estudio y la difusión de la labor realizada en América en materia de obras públicas, un rico patrimonio histórico.

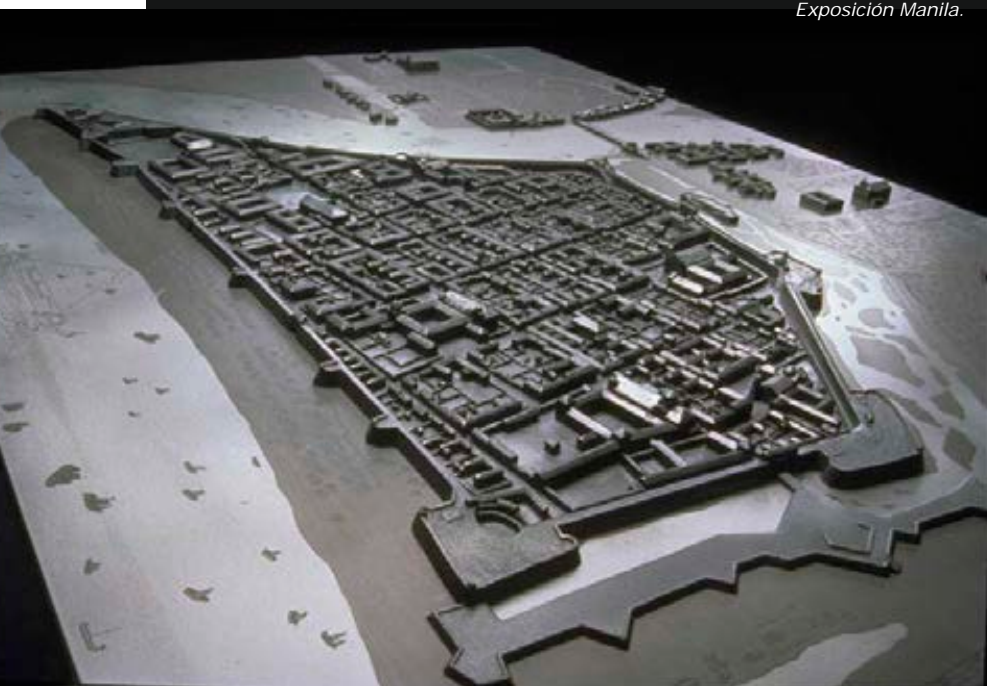
Quedaba casi una década para el evento, corría el año 83, pero solo tres años después se decidió ir más allá y dar forma al Cehopu para que ese objetivo se extendiera al estudio y a la investigación a todo el patrimonio español de obra pública, quedando adscrito orgánicamente a través del Cedex al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

En aquel momento se trató de una iniciativa pionera en el ámbito de la investigación de la historia de la técnica y de la construcción, ya que era el único centro que desde la Administración Pública se ocupaba de estudiar, poner en valor y divulgar el patrimonio de la obra pública.

Cubierta libro Carlos de Grunenbergh.



Exposición Manila.



investigación y publicaciones del centro, a uno de cuyos colaboradores, el escritor Juan García Hortelano, debe su nombre. Su fondo, que se puede consultar en el catálogo colectivo automatizado, está especializado en historia de la ingeniería, el urbanismo, la tecnología y el medio ambiente. Está dirigida a investigadores y estudiosos del patrimonio de la obra pública y su acceso es libre, ofrece consulta en sala y dispo-

ne de los servicios propios de referencia e información bibliotecaria.

Por su parte, la Biblioteca Digital tiene disponibles más de 8.000 documentos entre monografías, publicaciones periódicas o manuscritos relacionados con la historia de la ingeniería, la construcción, la tecnología o el urbanismo procedentes de distintas instituciones, además

de enlaces a otras páginas web que muestran material similar. Se actualiza de forma permanente con los nuevos fondos que llegan, que se catalogan, se clasifican e incluyen en la base de datos, continuando así con el proceso de digitalización total de este archivo.

El Archivo Gráfico, que también forma parte del Centro de Documentación, cuenta con más de 60.000 reproducciones en alta resolución, entre las cuales están las imágenes recopiladas para exposiciones, publicaciones y labores de investigación. Cuenta con ilustraciones de interés para la historia de las obras públicas, correspondientes a copias de planos, infraestructuras, dibujos o grabados, así como fotografías referidas a la obra pública tanto de España como de la América colonial.

Resultado también de este enorme esfuerzo investigador e inversor durante estos treinta años de vida ha sido la producción de la Colección de Maquetas de Historia de las Obras Públicas, "probablemente la más grande del mundo, son más de 400 modelos", asegura Dolores Romero. Se trata de un fondo singular de elementos con una marcada impronta plástica y formal que muestra la evolución de la historia de la ingeniería, el urbanismo y las obras públicas y su legado patrimonial en nuestro país, que suele acompañar a las exposiciones itinerantes y se ceden en préstamo a las instituciones que así lo solicitan.

Puentes metálicos, de hormigón, rectos, ingenios y máquinas hidráulicas, acueductos, canales, técnicas portuarias, cubiertas de obras hidráulicas, los diferentes



Exposición Mediterráneo.



sistemas constructivos empleados a lo largo de la historia, ciudades, puertos, fortificaciones y edificaciones tienen su representación en este conjunto singular de maquetas, con las que se pueden conformar exposiciones temáticas sin más que preparar la información escrita en paneles de texto y gráficos con un pequeño catálogo o folleto que las ilustre.

Aunque en un principio el repertorio de maquetas y modelos con las que cuenta el Cehopu se fue reuniendo a medida que iban organizando exposiciones para ilustrarlas, con el tiempo se ha conseguido crear un fondo con las obras de la ingeniería más representativas tanto desde el punto de vista histórico como técnico.

En este Museo Virtual se muestran también las más de 25 expo-



Maqueta de viaducto Madrid y Pontevedra en Redondela (Pontevedra).

Exposición Hormigón Armado en España.



siciones realizadas por el Cehopu desde su creación, con la explicación de los contenidos, las personas e instituciones participantes, y las maquetas relacionadas con la muestra, así como imágenes que evocan la primera inauguración y las posteriores sedes por las que ha itinerado.

En él también está depositado, a través de un convenio "en comodato" que se firmó en 2002, el fondo documental de la oficina técnica de Eduardo Torroja i Miret (1899-1961), uno de los ingenieros de caminos más importantes del siglo XX, tanto por su trayectoria profesional como proyectista, como por su trabajo como docente, investigador y teórico de la construcción, que destacó especialmente por sus aportaciones en el campo de las estructuras de hormigón armado, que le llevaron a ser ampliamente reconocido en todo el mundo.

Aunque el archivo parte de 1927, también recoge alguno de los trabajos anteriores realizados en Hidrocivil y hasta 1965, abarcando parte de la obra de su hijo, José Antonio Torroja (1933). Consta, entre otros documentos, de proyectos de obras públicas, edificación y urbanismo, en su mayoría copias, con textos manuscritos, planos originales y fotografías, fondos personales y familiares, científicos, docentes y correspondencia, además de 28 cuadernos manuscritos con la relación de 922 trabajos realizados en su oficina técnica.

Posteriormente, en 2008 los herederos del ingeniero Carlos Fernández Casado (1905-1988) también cedieron su archivo mediante un acuerdo suscrito con fines de estudio, divulgación y conservación que permite conocer su actividad desde 1931 a 1982. Está constituido por expedientes de proyectos de obras de ingeniería civil junto a los planos, las propuestas técnicas, los presupuestos o los cálculos de estructuras, acompañados de numerosas fotografías y de documentos de su archivo profesional y personal.

Exposiciones

El Cehopu tiene un programa de exposiciones de nueva factura que juega un papel muy importante en su vocación de difusión de la historia de las obras públicas, un escaparate de su trabajo investigador que es el que marca la línea temática; "buscamos temas inéditos", afirma Dolores Romero, que explica además que la historia de esta materia en España es muy rica. "La española fue una monarquía parecida al imperio romano –nos cuenta--, gastó en ingeniería, y al igual que los romanos iban creando

ciudades, caminos o puentes por los territorios que conquistaban, España hizo lo mismo en el proceso de control del continente americano", lo que ofrece un panorama muy amplio a la hora de elegir temáticas.

De la importancia de esta actividad da prueba que las exposiciones suelen convertirse

en itinerantes, con lo que su presencia llega a extenderse por diferentes ciudades de nuestra geografía, permitiendo llegar al mayor público posible. Se realizan con el concurso de otras instituciones, como ayuntamientos o comunidades autónomas, que suelen colaborar en la cesión de los museos, galerías o salas en los que se montan. La Biblioteca

Exposición Artifex. Maqueta acueducto.



Exposiciones organizadas por el CEHOPU

Obras Hidráulicas de la Ilustración. Madrid, octubre 2013.
Félix Candela, La conquista de la esbeltez. Segovia, octubre de 2013.
Puentes arco en España. Madrid, mayo 2012.
Hormigón armado en España (1893-1936). Madrid, enero de 2010.
Ars mechanicae. Ingeniería medieval en España. Madrid, octubre de 2008.
Carlos Fernández Casado. Madrid, junio 2007.
España en el Mediterráneo, la construcción del espacio. Madrid, diciembre de 2006.
Artifex, ingeniería romana en España. Sevilla, octubre de 2005.
Obras públicas en Castilla-La Mancha. Toledo, noviembre de 2004.
La ingeniería civil en la pintura. Madrid, febrero de 2004.
Campomanes, un hombre de Estado. Tineo, Asturias, abril de 2003.
Obras Públicas en Andalucía. Sevilla, marzo 2002.
Guastavino CO (1865-1965). La reinención de la bóveda. Octubre de 2001.
Iribarren. Ingeniería y mar. Madrid, noviembre de 2000.
Torroja. Madrid, septiembre de 1999.
Manila 1571-1898. Occidente en oriente. Manila, noviembre de 1998.
Betancourt, los inicios de la ingeniería moderna en Europa. Madrid, marzo de 1996.
Puertos españoles en la historia. Sevilla, mayo de 1994.
Obras hidráulicas en América colonial. Madrid, septiembre de 1993.
La ciudad hispanoamericana, el sueño de un orden. Madrid, febrero de 1989.
La obra pública, patrimonio cultural. Madrid, mayo de 1986.
Puertos y fortificaciones en América y Filipinas. Madrid, mayo de 1985.

Nacional o el Real Jardín Botánico, por ejemplo, son espacios con mucha proyección en los que se han instalado algunas de las muestras, que dado su éxito han llegado a solaparse unas con otras: "hemos llegado a tener hasta cuatro exposiciones itinerantes abiertas de forma simultánea".

Destacan, durante la primera etapa, las dedicadas más espe-

cialmente a temas relacionados con Hispanoamérica, como Puertos y fortificaciones en América y Filipinas (1985), que inauguró la actividad, o entre las más recientes la de Santo Domingo de la Calzada. El ingeniero del Camino, basada en las obras de ingeniería relacionadas con el santo, patrono de los cuerpos de ingenieros, en el Camino de Santiago, como artífice de puentes, obras hidráulicas y caminos

en el siglo XI y como urbanista. Inaugurada en el Centro de Exposiciones de San Francisco de la localidad riojana, el Cehopu, que aportó la dirección y coordinación de la muestra, la comisaría conjunta, la dirección del montaje y el desmontaje, contó con la colaboración del Obispado de la Diócesis de Calahorra y La Calzada-Logroño y con especialistas e investigadores de la parroquia local.

También destacan los estudios realizados y expuestos sobre grandes personajes en el terreno de la ingeniería y de las obras públicas, como lo fueron figuras tan distantes en el tiempo como Betancourt o Eduardo Torroja, además de las de Carlos Fernández Casado. Ingeniero, o Campomanes, un hombre de Estado, junto con las de los ingenieros vinculados al Cedex, como Iribarren. Ingeniería y mar. También las dedicadas a temas específicos, entre ellas la historia portuaria Puertos españoles en la historia, o el urbanismo La ciudad hispanoamericana, el sueño de un orden.

Precisamente, el estudio y la investigación no solo de las obras públicas, sino del urbanismo y el medio ambiente asociado a ellas también están entre los objetivos del Cehopu, teniendo en cuenta que es un organismo integrado en el Cedex que depende del Mitma y del Ministerio de Transición Ecológica. Prueba de ello fue esta última exposición, una de las más emblemáticas realizadas durante estas tres décadas, que supuso un gran acontecimiento por cuanto que por primera vez en España se trataba el urbanismo como un elemento fundamental de la ordenación de los amplísimos

territorios de Hispanoamérica y Filipinas.

Tras esta muestra, y después de años de no tratar el urbanismo, esto dio pie dentro del programa de exposiciones de nueva factura a retomar la temática y organizar una relativa al Urbanismo en el periodo de la ilustración en España, a las que se suman Artífex. Ingeniería romana en España, Ingeniería medieval en España, Felipe II. Los ingenios y las máquinas, Más allá del arco. Puentes de la modernidad, Obras hidráulicas de la Ilustración, Puentes arco en España o Ars Mechanicae.

Algunas de las exposiciones, como las de Eduardo Torroja o España en el Mediterráneo. La construcción del espacio, que se inauguró en la Biblioteca Nacional, cuentan con su versión itinerante, viajando dentro y fuera de España.

Proyectos recientes

El personal del Cehopu tiene gran experiencia en el ámbito de la investigación, y su trabajo es lo que da soporte a los proyectos que materializa tanto en las exposiciones como en las publicaciones que elabora, al margen de aquellas otras actividades que consideran convenientes para cumplir con ese objetivo de difundir el patrimonio de la obra pública en la historia, como pueden ser las de intercambio y divulgación de conocimientos que se materializan en la celebración de seminarios, conferencias, exposiciones y publicaciones.

“Nuestro país tiene una riqueza patrimonial impresionante relacionada con la documentación histórica, nos sorprende la cantidad de fondos que hay en los

archivos españoles”, nos cuenta Dolores Romero. Todo ello se debe a que en España hay una tradición histórica que viene de la Edad Media de archivarlo todo. A ello se suma el trabajo de los ingenieros facilitando el conocimiento del territorio necesario para el gobierno de amplios territorios mediante sus informes, memorias y levantamiento de planos. Precisamente estos fueron muy prolíficos, pues construir obra pública era una forma de articular y controlar amplios territorios. El resultado es esta rica y abundante documentación que constituye la base de trabajo de la investigación histórica del Cehopu.

En esta línea, los resultados de las investigaciones de este organismo y la necesidad de promoverlos y difundirlos se materializa en las publicaciones que vienen editando desde su creación, y que se han convertido no sólo en una valiosa documentación desde el punto de vista técnico y cultural, sino en auténticos testimonios de la historia de la ingeniería española que conforman un catálogo en el que se pueden encontrar también ediciones facsímiles o actas de congresos y cursos especializados.

En el capítulo de publicaciones, Cehopu ha editado un libro con el título Carlos de Grunenbergh, un ingeniero alemán al servicio de Carlos II en Sicilia. En la monografía se explican los grandes proyectos acometidos en la isla italiana bajo el gobierno español, a finales del siglo XVII, por Grunenbergh, considerado uno de los grandes ingenieros del XVII, una época poco estudiada desde el punto de vista de la ingeniería y las fortificaciones.

Recientemente también se ha editado un libro inédito sobre Eduardo Torroja en una edición facsímil. “Pensamos que sería interesante para la labor del centro tener esta publicación relacionada con uno de los archivos que gestionamos y que tenemos en depósito, y muy adecuado poder disfrutar de la documentación personal de Eduardo Torroja con todos sus proyectos en este formato”, explica Romero. Obras principales de hormigón armado, proyectadas y dirigidas por Eduardo Torroja desde 1926 a 1936 es una pequeña joya de muy pequeña tirada con un prólogo a modo de homenaje, promovido por José Eugenio Ribera, que casualmente escribió ocho días antes de su muerte.

Otras publicaciones en las que se trabaja son los catálogos que se asocian a las exposiciones de nueva factura que organizan, y en las que detallan su contenido, como es el caso del que acompañará a la exposición sobre Manuel Lorenzo Pardo, fundador del Centro de Estudios Hidrográficos, en los que se trabaja actualmente con la mirada puesta en 2022.

Entre las actividades recientes también encontramos un ejemplo de la actividad investigadora del Cehopu, como es la acción de I+D+i que ha realizado en colaboración con la UNED, la Universidad Autónoma de Madrid y la Universidad de Barcelona sobre el Dibujo de los ingenieros en la Edad Moderna. Las ciudades del Mediterráneo (siglos XVI-XVIII) que ha dado lugar a la participación en jornadas y en congresos internacionales, así como a la edición de libros. ■

Una nueva joya en la Biblioteca del IGN

Liber Chronicarum:

el incunable

de los incunables



■ **Texto: Marcos Pavo López (Instituto Geográfico Nacional)**

Figura 1. Detalle de una composición con tipos móviles metálicos, donde se pueden apreciar las piezas individuales colocadas para formar el texto invertido. Imagen: Instituto Geográfico Nacional.

Es frecuente vincular la palabra «incunable» a un objeto muy raro, valioso o antiguo. Aunque esto es, en general, cierto, hay que precisar el significado de «incunable». Este término se refiere, estrictamente, a todos aquellos documentos impresos hasta el año 1500, incluido. En otras palabras, un incunable es toda obra surgida de una prensa desde la apari-

ción del primer libro impreso en Europa mediante la imprenta de tipos móviles moderna —la famosa Biblia de Gutenberg de 1455— hasta el final del año 1500. Los tipos móviles son pequeñas piezas que contienen un carácter alfanumérico o símbolo en relieve que, una vez entintados y aplicados sobre un soporte de escritura —papel, pergamino u otros materiales— permiten la

impresión de textos (fig. 1). Si bien es cierto que los primeros tipos móviles conocidos, hechos de porcelana, fueron utilizados en torno al año 1040 en China, y que a éstos le siguieron tipos fabricados en metal (bronce) y madera en el siglo XII, también en China, los miles de caracteres del alfabeto chino influyeron en la escasa eficiencia del sistema de tipos móviles, por lo que allí

Figura 2. Prensa tipográfica ca. 1881 en exposición permanente en el Instituto Geográfico Nacional. El principio técnico de impresión de esta prensa es, con ligeras modificaciones, el mismo que Gutenberg introdujo cuatro siglos antes de su fabricación.



nunca alcanzó gran éxito. La imprenta de tipos móviles moderna (fig. 2) fue inventada e introducida en Europa por Johannes Gutenberg (ca. 1400–1468) quien, en torno a 1436, comenzó a trabajar en un desarrollo integral que incluía: los punzones y la matriz para fabricar los tipos; los propios tipos hechos con una aleación de plomo, estaño y antimonio; una prensa de las utilizadas para prensar uvas o aceitunas modificada y la tinta oleosa que sustituyó a las anteriores tintas con base acuosa.

Etimológicamente, la palabra incunable procede del latín *incunabula*, que significa «pañales» y que también hace referencia al periodo en que la imprenta de tipos móviles estaba «en la cuna» o en su primera infancia, es decir, en sus comienzos.

El carácter incunable se aplica también a los mapas impresos durante este periodo, a pesar de que éstos no se imprimían mediante tipos metálicos móviles, sino a partir de planchas de madera talladas en relieve (xilografía) o planchas de cobre grabadas con buril o punzón (calcografía). En ambos casos, el sistema de impresión también consistía en aplicar tinta sobre las planchas y presionarlas después contra el papel, de tal forma que sólo la imagen tallada en madera o grabada en cobre se transmitía al documento final.

Aunque no deja de ser un concepto adoptado convencionalmente, el título de incunable otorga un prestigio a las obras que ostentan esa condición y las convierte en el orgullo de cualquier biblioteca.

La adquisición del *Liber Chronicarum*

A finales de 2019, el personal de la Biblioteca del IGN visitó, como en anteriores ocasiones, una conocida feria de arte y antigüedades que se celebra anualmente en Madrid. En la caseta de un anticuario español se exhibía como objeto destacado un ejemplar completo y en buen estado del libro conocido como *Liber Chronicarum* o «Las Crónicas de Núremberg» —por su lugar de publicación—, impreso en 1493 y, por tanto, incunable. La obra conservaba sus 326 páginas con más de 1800 grabados xilográficos y, sorprendentemente para un libro de más de 500 años, mantenía la encuadernación original en piel sobre tablas de madera con bollones —clavos o remaches de cabeza grande que sirven de adorno— de latón

Figura 3. Una encuadernación de 528 años: tablas de madera cubiertas de piel, bollones de latón y cierres metálicos originales a los que solo les faltan las tiras de cuero. Biblioteca del IGN (912-102).



y cierres metálicos (fig. 3), algo muy poco frecuente en ejemplares tan antiguos, que suelen haber sufrido reencuadernaciones o restauraciones posteriores. El conjunto alcanzaba un nada despreciable peso de casi 10 kg. Además del atractivo que esta espectacular obra despertaría en cualquier biblioteca, para el Instituto Geográfico Nacional tenía el interés añadido de incluir dos importantes mapas también incunables, como la obra matriz: un mapamundi de diseño ptolemaico y concepción ya obsoleta en 1493, y un mapa de Centroeuropa centrado en Alemania que es uno de los más antiguos mapas «modernos» impresos de esta región. A esto hay que sumar las numerosas vistas panorámicas de ciudades del mundo, un género que en sus comienzos estuvo muy vinculado a una determinada forma de representar un territorio, de forma complementaria a los mapas. Una vez descubierta la pieza en el mercado, hubo que esperar a que se presentaran las circunstancias presupuestarias y administrativas adecuadas para poder gestionar su compra, adjudicada en diciembre de 2020, casi un año después de haberla visto por primera vez.

El incunable de los incunables

En 1487, el humanista alemán Hartmann Schedel ya estaba trabajando en Núremberg en el manuscrito de un proyecto monumental con el que pretendía relatar la historia universal desde que Dios creó el mundo hasta el año 1493, concretamente, hasta el 4 de junio, fecha anotada por el propio Schedel (folio CCLXVI) como la de compleción del texto. Para ejecutar el enorme trabajo de impresión recurrió a Anton Koberger (ca. 1440

– 1513) quien, en 1470, había establecido la primera imprenta de la ciudad de Núremberg, en un año en el que apenas había un puñado de ciudades europeas a las que había llegado el invento de Gutenberg. Los artistas elegidos para el diseño y producción de los grabados para las ilustraciones fueron Michael Wolgemut (1434- 1519) y Wilhelm Pleydenwurff (1460 – 1494), que empezaron a trabajar en las ilustraciones en 1488-1489. Se da la circunstancia de que el pintor y grabador Wolgemut fue el maestro de un joven Alberto Dürero (1471 – 1528), que terminaría convirtiéndose en el mayor artista del Renacimiento alemán, y que trabajaba como aprendiz en el taller de grabado de Wolgemut en el periodo en que se dibujaron las ilustraciones. La muy probable circunstancia de que Dürero fuera autor de alguno de los grabados añade, sin duda, más atractivo a la obra.

El 12 de julio de 1493 se acabó de imprimir en el taller del impresor Koberger la edición en latín del *Liber Chronicarum*. En realidad, la obra no ostenta ese título explícito en ningún frontispicio, sino que es referida de manera indirecta por su autor como una «obra sobre la historia de las edades del mundo y la descripción de las ciudades» (folio CCLXVI: *Operi de hystoriis etatum mundi ac descriptione urbium*) y también como un «libro de crónicas con figuras e imágenes desde el comienzo del mundo» (*libri chronicarum cum figuris et ymaginibus ab inicio mundi*) en la página inicial que anuncia la tabla de contenidos. De ahí que su edición latina se haya conocido tradicionalmente como *Liber Chronicarum*. Esta edición tuvo una tirada estimada de

1400 ejemplares, de los cuales se conservan unos 400. El 23 de diciembre de 1493, pocos meses después de la versión en latín, se publicó la edición en alemán con un contenido casi idéntico en cuanto al texto e ilustraciones, y con una tirada estimada de unos 700 ejemplares, de los que se conservan unos 300. El hecho de promover una edición en lengua vernácula, además de hacerlo en latín, que era la lengua culta oficiosa de difusión del conocimiento, da una idea del propósito de Schedel de llegar a un público amplio, no solo restringido a las élites cultas.

El *Liber Chronicarum* está considerado por muchos como el incunable más espectacular jamás producido, y ha recibido, entre otros, el sobrenombre de «el incunable de los incunables». Su atractivo principal no reside en su contenido histórico, técnico o científico, como sí sucede con otras obras ilustres, sino en su carácter monumental, sus dimensiones y, sobre todo, en sus más de 1800 ilustraciones impresas a partir de grabados xilográficos —tallados en relieve en planchas o bloques de madera—. Este despliegue de imágenes no era habitual en la época y servía al propósito ya conocido de que «una imagen vale más que mil palabras», especialmente en una época en la que un ínfimo porcentaje de la población europea sabía leer y escribir.

La obra, de profunda inspiración religiosa cristiana, sitúa la historia universal dentro del marco del plan divino. Así, el primer y majestuoso grabado del libro representa a Dios Padre envuelto en una guirnalda de nubes, que separan el ámbito eterno y celestial del terrenal, sentado

en el trono divino, con un orbe en su mano izquierda y la mano derecha en acto de bendición, en un motivo típico del arte cristiano conocido como *Salvator Mundi*. En la página siguiente, un grabado muestra la creación del cielo y la tierra, y de los ángeles como primeras criaturas (fig. 4). Las siguientes páginas contienen seis grabados correspondientes a cada uno de los días de la Creación.

A partir de ahí la obra se estructura, por analogía con los seis días de la Creación, en las seis

edades del Mundo, establecidas por San Agustín y adoptadas posteriormente por San Isidoro de Sevilla, patrón del IGN curiosamente. La historia antigua se intercala, pues, con la bíblica en orden cronológico:

- La primera edad comprende desde Adán hasta el Diluvio Universal.
- La segunda edad comienza con Noé, tras el Diluvio, y llega hasta Abraham.
- La tercera edad comienza con el nacimiento de Abraham y dura hasta David.

- La cuarta edad se extiende desde David hasta el cautiverio del pueblo judío en Babilonia.
- La quinta edad comienza con el cautiverio en Babilonia y dura hasta el nacimiento de Cristo.
- La sexta edad abarca desde el nacimiento de Cristo hasta el tiempo en el que escribe Hartmann Schedel su obra. Es, consecuentemente, la parte más larga del libro. El último año recogido es 1492 y, de hecho, la conquista de Granada por los Reyes Católicos es mencionada en dos pasajes, lo que prueba su actualidad.

Figura 4. Izquierda: Dios Padre sentado en el trono divino antes de la Creación. Obsérvese el detalle, abajo, de los dos escudos de armas en blanco, a rellenar opcionalmente por un futuro propietario. Derecha: La creación del Cielo, la Tierra (en el centro) y los ángeles. Biblioteca del IGN (912-102).





Figura 5. Izquierda: Danza macabra que acompaña a un poema que elogia a la muerte. Derecha: El Juicio Final. Cristo, sentado sobre el orbe en la típica representación religiosa del Salvator Mundi, preside el Juicio Final. Tras la resurrección de los muertos, los justos, en fila a la derecha de Dios, son recibidos por San Pedro a las puertas del Cielo, mientras los pecadores son arrastrados al Infierno, donde les espera el tormento eterno. Biblioteca del IGN (912-102).

Curiosamente, el *Liber Chroni-carum* incluye cuatro páginas en blanco al final de la sexta edad, ya que, según advierte el autor: «Convendrá que queden por escribir algunas cosas de esta sexta edad. Habrá cosas que corregir y cosas que añadir. Hazañas de príncipes y hazañas privadas que podrán escribir quienes vengán detrás. Nosotros no lo podemos todo».

Quedan aún dos edades más: una séptima edad posterior a la

nuestra, la del fin apocalíptico del mundo, que corresponde a la llegada y reinado del Anticristo, que supondrá la destrucción del mundo y terminará con la muerte del falso Mesías a manos del Arcángel Miguel; y la última edad, que verá la resurrección de los muertos y el Juicio Final. A estas dos edades pertenecen tres de los grabados más espectaculares: la caída del Anticristo, la danza macabra de los esqueletos (*Imago mortis*) y el impactante Juicio Final (fig. 5).

Las vistas de ciudades

Entre los contenidos relevantes del *Liber Chroni-carum* está su extensa colección de ochenta y nueve vistas de ciudades, de las cuales solo treinta pueden considerarse relativamente fieles a la realidad, al menos en la representación de algunos de sus edificios más característicos. La mayoría de vistas son, sin embargo, totalmente ficticias y no siguen un modelo real. Es más, las cincuenta y nueve vistas ficticias proceden de solo diecisiete planchas xilográficas distintas, de tal forma que hay grabados que se repiten varias veces asociados a distintas ciudades. Por ejemplo, el grabado que repre-

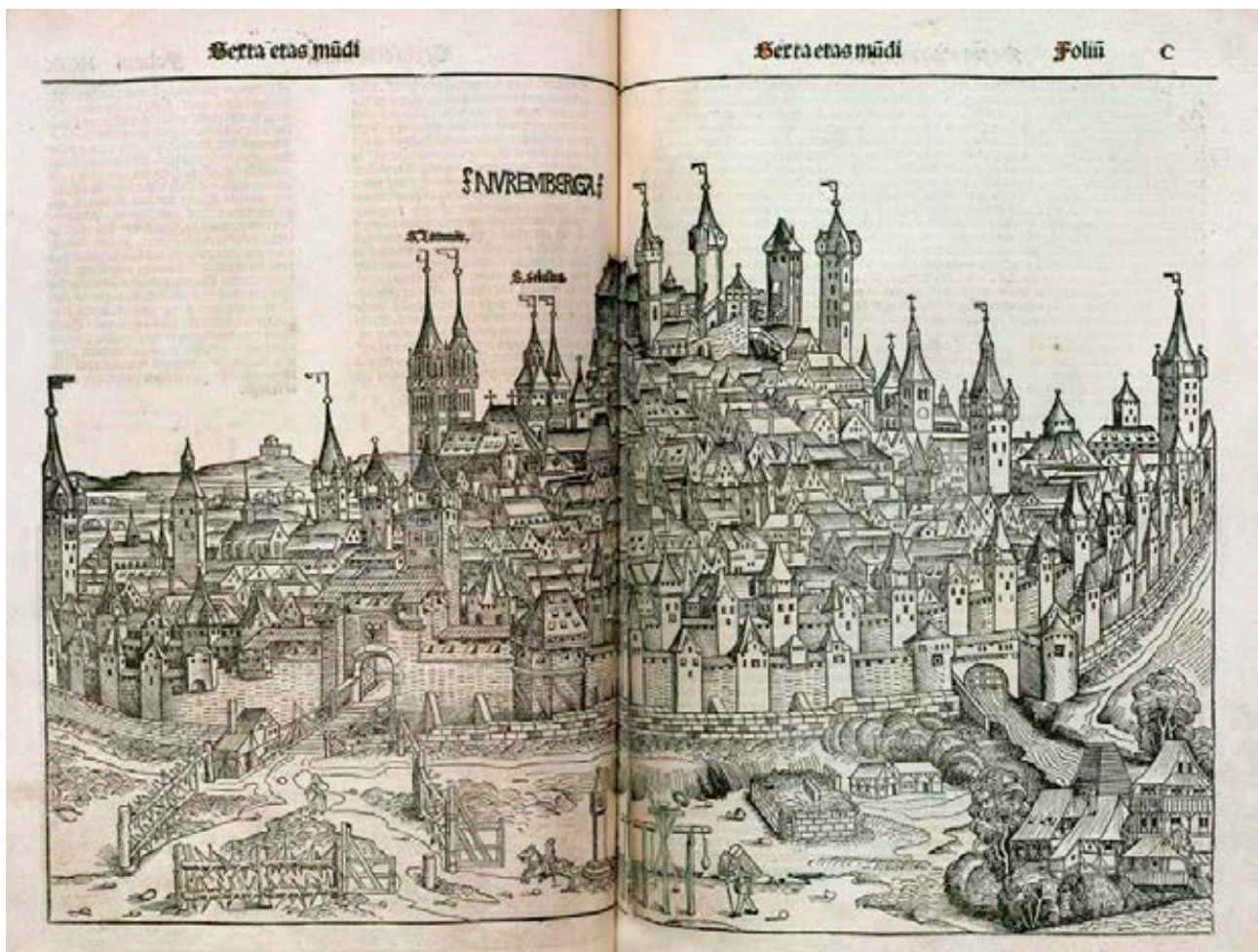


Figura 6. Izquierda: Vista dedicada a Hispania en la edición en latín del IGN. Biblioteca del IGN (912-102). Derecha: Vista Von Hyspania, en la edición en alemán (Biblioteca Nacional de España. Inc/295). Puede observarse el carácter ficticio de la vista asociada a una ciudad española genérica, puesto que ni siquiera coinciden en las versiones latina y alemana del libro.

se presenta de manera genérica a una ciudad española (Hispania) en la edición latina no solo no coincide con el de la edición en alemán (fig. 6), sino que, además, es

uno de los más repetidos y se utiliza para las vistas de ciudades tan conocidas como Nápoles, Verona, Siena, Mantua, Ferrara o incluso Damasco —nada pare-

Figura 7. Vista a doble página de Núremberg, ciudad natal del autor y lugar de publicación. Biblioteca del IGN (912-102).



cida al estilo arquitectónico de Europa Occidental—.

Las vistas más atractivas están impresas a doble página, se basan total o parcialmente en la realidad y casi todas constituyen, además, la vista impresa más antigua publicada de la ciudad correspondiente. Aparte de ciudades de importancia religiosa e histórica —conceptos análogos para Schedel— como Jerusalén, Roma y Constantinopla, la mayoría de estas vistas de formato especial corresponden a ciudades alemanas o del centro de Europa. El lugar de honor lo ocupa, como no podía ser de otra forma, Núremberg, residencia del autor y lugar de impresión y publicación de la obra, cuyo grabado es la única vista que ocupa la totalidad de las dos páginas sin texto alrededor (fig. 7).

El mapa de Germania

El único mapa relativamente riguroso que contiene el *Liber Chronicarum* es el de la parte norte y centro de Europa (fig. 8). Aunque no lleva título, el propio Schedel relata en el folio CCXCIX precedente al mapa que «Procedemos a describir la situación y la imagen de Germania que se ha dibujado en la tabla [mapa] siguiente». Asimismo, sobre el propio mapa aparece en dos ocasiones el topónimo *GERMANIA MAGNA*. En realidad, el mapa abarca más que la actual Alemania, y se extiende hasta el mar Negro en el este, Escandinavia en el norte, Francia al oeste y la latitud de los Alpes al sur, llegando incluso a mostrar una pequeña parte de la costa mediterránea francesa. El autor del mapa es el amigo y colaborador de Schedel en el texto de la obra, Hieronymus Münzer o

Monetarius quien, a su vez, lo compuso a partir de una versión impresa (Roselli, ca. 1490-92) del mapa manuscrito del cardenal Nicolás de Cusa (ca. 1450) para la parte continental del mapa, aunque para Escandinavia y el Báltico se inspiró en un mapa «moderno» incluido en la edición de la Geografía de Ptolomeo publicada en Ulm en 1482. Precisamente de esta segunda fuente cartográfica proceden las más curiosas y groseras incorrecciones: Groenlandia (*GRVNLAND*) se representa como parte de Escandinavia y unida al continente europeo en Rusia; Escocia (*SCOCIA*) aparece como una isla separada de Inglaterra (*ANGLIA*) y ambas están «tumbadas» con una irreal orientación este-oeste.

Al igual que el resto de ilustraciones de la obra, el mapa está

impreso a partir de planchas de madera talladas o esculpidas en relieve (xilografía). Aunque en algunos mapas xilográficos parte de los textos se imprimían a partir de tipos metálicos insertados en la plancha de madera o incluso se estampaban en una segunda pasada a partir de otra composición solo con textos, en este mapa todos los rótulos han sido tallados en la tabla, lo que da idea de la dificultad y el tiempo necesario para elaborar una plancha xilográfica. Por otra parte, la letra gótica se adaptaba mejor que la redonda al tallado con gubia por sus perfiles angulosos.

El mapamundi ptolemaico

En la parte dedicada a la segunda edad, que comienza con Noé y el Diluvio Universal, Schedel ilustra la descripción geográfica del mundo con un mapa de

Figura 8. Mapa de Europa central y septentrional. Biblioteca del IGN (912-102).



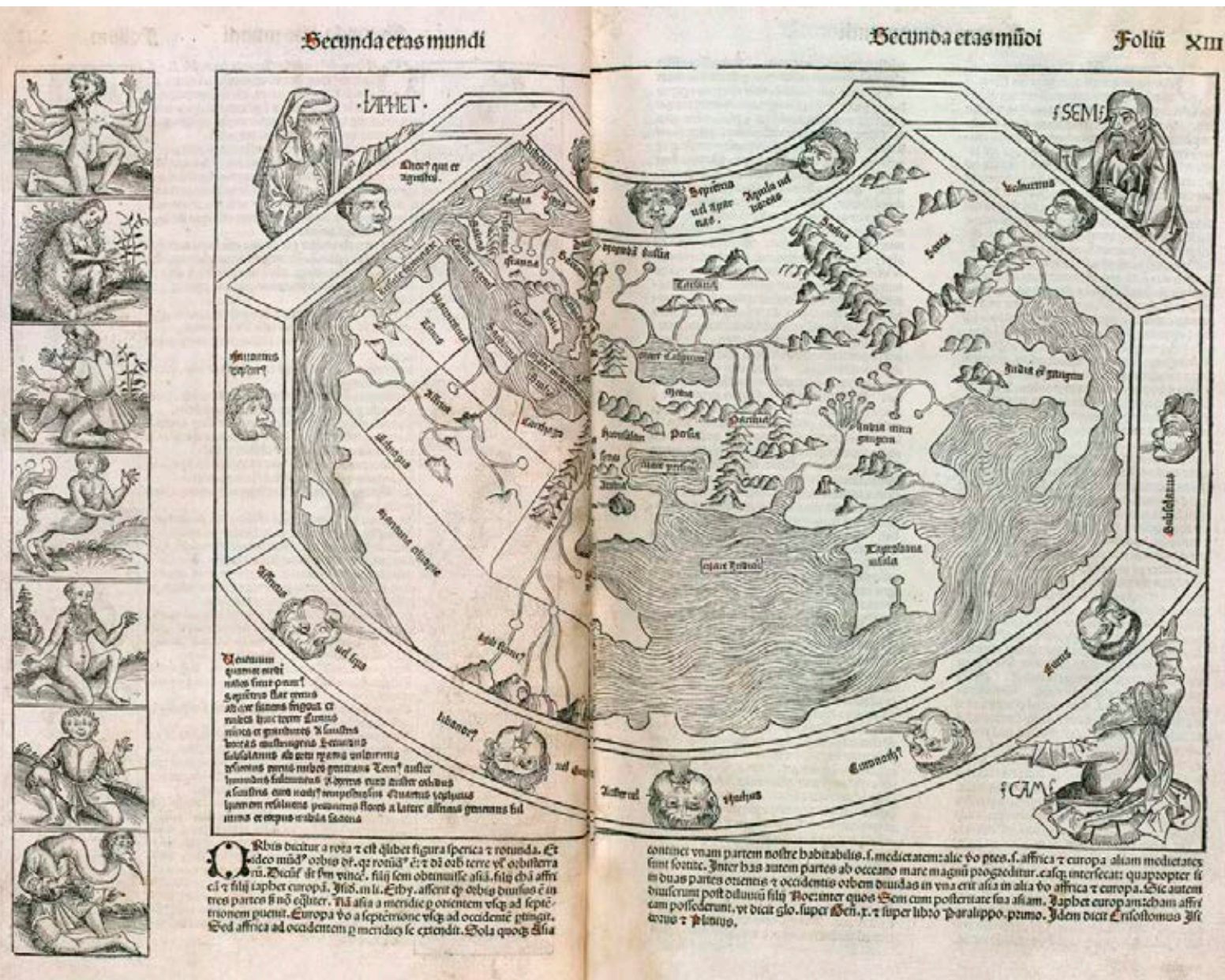
la ecúmene o mundo conocido (fig. 9), al cual divide en los tres continentes clásicos: Asia, Europa y África. El mapamundi es una representación bastante tosca y simplificada del mapa del mundo propuesto por Claudio Ptolomeo en torno al año 150. De las tres proyecciones cartográficas definidas por el

sabio de Alejandría, esta es la primera proyección, cónica, que es la utilizada en la mayoría de manuscritos y ediciones impresa de su *Geografía*. El modelo concreto en el que se inspira este mapamundi es el publicado dentro de la edición de 1482 de la *Cosmographia* de Pomponio Mela, muy simplificado también

respecto a las versiones más fidedignas del mapa ptolemaico.

El texto al pie del mapa explica que «orbe tiene relación con rueda y es cualquier figura esférica o redonda. Por esto al mundo le llamamos orbe, porque es redondo». Esto es una demostración más de que la

Figura 9. El mapamundi ptolemaico. Biblioteca del IGN (912-102).



esfericidad de la Tierra era algo totalmente aceptado antes del viaje de Colón o de la primera circunnavegación del mundo completada por Juan Sebastián Elcano en 1522 —de hecho, se conocía con total seguridad desde Platón y Aristóteles, entre otros—. En el mismo pie de página se hace referencia a los tres hijos de Noé: Sem, Cam y Jafet, cuyos descendientes fueron, según la tradición cristiana, los pobladores de Asia, África y Europa respectivamente tras el Diluvio. Los tres personajes aparecen en las esquinas del mapa, junto al continente que la tradición les asigna, si bien es cierto que Cam está alejado de África y su posición teórica en la esquina inferior izquierda la ocupa un texto que describe los principales vientos, representados por soplonos en el borde del mapa.

Uno de los elementos más característicos del mapa es la representación de seres monstruosos en su parte izquierda. Comenzando en las dos páginas anteriores, Schedel menciona diversas razas monstruosas descritas por Plinio, San Agustín o San Isidoro, entre otros. Los monstruos dibujados junto al mapa proceden, según Schedel, de las Gestas de Alejandro Magno y los describe: con seis manos; desnudos y cubiertos de pelo; hombres con seis dedos; apótamos mitad hombre mitad caballo; mujeres con barba y calvas; etíopes con cuatro ojos; hombres con cuello largo y pico de animal.

En lo que respecta al aspecto puramente geográfico, las islas Afortunadas (*Insule fortunate*), asociadas tradicionalmente a

Canarias, se sitúan en el extremo occidental del mundo conocido, tal y como describía Ptolomeo. En la península ibérica una cordillera separa Galicia, al sur, del resto de Hispania, al norte, en un claro error geográfico. En el estrecho de Gibraltar, el topónimo *Columne herculis* hace referencia a las míticas columnas de Hércules, que flanqueaban a ambos lados del estrecho el paso del Mediterráneo al Atlántico, y que posiblemente correspondían al Peñón de Gibraltar y al monte Hacho (Ceuta). El resto del mapa constituye una simplificación burda del mapamundi de Ptolomeo. Cabe destacar, sin embargo, un aspecto novedoso respecto al mapa del sabio alejandrino: la inflexión hacia el este de la costa africana en un esbozo del golfo de Guinea que refleja, sin duda, el resultado de las recientes exploraciones portuguesas en África y convierten a este mapa, junto con el que le sirvió de modelo —el publicado en 1482 en la edición veneciana de la *Cosmographia* de Pomponio Mela—, en los primeros mapas impresos que muestran los progresos portugueses en la costa africana en su búsqueda de la ruta hacia la India por el cabo de Buena Esperanza, descubierto en 1488.

Patrimonio de todos

El destino final de las obras adquiridas por la Biblioteca del Instituto Geográfico Nacional es ser puestas a disposición del público. Lógicamente, el acceso material sin restricciones a los originales no es posible por cuestiones de conservación, sin embargo, la digitalización a alta resolución de las obras y su posterior publicación para descarga en internet (www.ign.es),

permiten que cualquier persona interesada tenga acceso a su contenido con una fidelidad y un nivel de detalle que supera con creces la capacidad del ojo humano. Además, la política de difusión pública de la información geográfica generada por el IGN, regulada en la Orden FOM/2807/2015, de 18 de diciembre, establece que estas imágenes pueden ser usadas con carácter libre y gratuito, siempre que se mencione al IGN como propietario de ellas. Una contraprestación mínima a cambio de un uso que, en el caso de otras instituciones, requiere autorizaciones explícitas e incluso el pago de derechos de reproducción.

Además de la publicación de las imágenes a alta resolución, desde el IGN somos conscientes de que la contemplación física de las obras aporta una experiencia difícilmente sustituible por otros medios, por este motivo, desde el año 2013 organizamos exposiciones de nuestros fondos de cartografía antigua, que se renuevan anualmente. El *Liber Chronicarum* ocupará un lugar de honor en la próxima exposición, «Ciudades del mundo», sobre vistas y planos antiguos de ciudades, que sustituye a la exposición «Los mapas y la primera vuelta al mundo». La expedición de Magallanes y Elcano».

Con todas estas iniciativas se persigue, no solo rescatar para el Estado un patrimonio histórico y cultural cuya pista puede terminar perdiéndose con el tiempo, sino también ofrecer al público unas obras de las que, tras su adquisición por el Estado, todos somos propietarios en parte. ■

Proyecto de transporte
de mineral de hierro en Bizkaia (I)

El ferrocarril de Mina Primitiva a Zorroza

La Revolución Industrial, en la España de la segunda mitad del siglo XIX, trajo consigo un conjunto importante de infraestructuras de transporte y transformación necesarias para la creciente industria. La revisión documental de dichas infraestructuras comienza, en este trabajo, con el proyecto de ferrocarril que unía la “Mina Primitiva”, situada en el barrio bilbaíno de Castrejana (Bizkaia), con la orilla izquierda de la ría de Bilbao (o del Nervión). Este proyecto se completó con el diseño de una estación final y de un sistema de embarcaderos, para facilitar la exportación del mineral de hierro al Reino Unido.

■ *Texto: Iñaki Esteban Arispe y Jesús María Esteban Arispe*

Uno de los puntos

decisivos en la Revolución Industrial, fue la aparición de sistemas de fabricación de acero en serie, siendo el primero y el más importante el de Bessemer, patentado en 1856, al que le sucedieron otros sistemas, como el de Siemens en 1867. Todo ello permitió un aumento espectacular de la producción de acero, lo que implicó un incremento importante de las necesidades de mineral de hierro. Hasta 1878, año en el que apareció el sistema Thomas para eliminar el fósforo, se requería un mineral muy pobre en dicho elemento para poder obtener acero de gran calidad. En toda Europa solo existían dos países con grandes reservas minerales con esta característica: Suecia y España.

En España, destaca en importancia la zona conocida como “Distrito de Bilbao”, que contaba con extensos yacimientos en una franja que se extendía desde la parte centro-occidental de la provincia de Bizkaia hasta la parte oriental de Cantabria. Debido a la facilidad de explotación de sus yacimientos y su cercanía al mar, esta zona fue muy codiciada por los grandes intereses industriales de las grandes potencias europeas de la época (Gran Bretaña, Francia, Bélgica, Alemania). Ello propició un importante desarrollo de infraestructuras de transporte, tanto ferroviarias como portuarias, principalmente en la segunda mitad del siglo XIX y primer cuarto del siglo XX.

En 1869, el inventor y empresario de origen alemán William Siemens (representante en



Figura 1. Imagen satelital, donde se sitúan las zonas de la Mina Primitiva y los terrenos para los embarcaderos a orillas de la ría del Nervión, en el barrio de Zorroza (Bilbao, Bizkaia). Mapas elaborados a partir de geoEuskadi. Eusko Jaurlaritz / Gobierno Vasco. geoEuskadi

Reino Unido de las empresas Siemens & Halske y Siemens Brothers) creó la empresa “The Landore Siemens Steel Company Limited”, donde se aplicaba su método de fabricación de acero (Grace’s Guide to British Industrial History [en adelante GGBIH], 2020). Mediante este método se pudieron conseguir piezas de gran tamaño y peso, con unas características muy homogéneas, permitiendo construir los primeros buques completamente de acero en los años 1877 (HMS Iris) y 1878 (HMS Mercury) (Pole, 1888). Para ello la empresa creó una factoría en Gales que ya en 1874 era el cuarto centro siderúrgico del mundo en tamaño. Al igual que todos los centros siderúrgicos, resultaba vital el garantizar el suministro de materias primas para su fun-

cionamiento, fundamentalmente carbón y mineral de hierro. Para asegurar el segundo, uno de los directores de la compañía, John Trevor Barkley, mediante una sociedad con Charles Liddell, exploró la posibilidad de adquirir una mina en territorio vizcaíno, comprando finalmente, en el año 1872, el título de la concesión minera llamada Primitiva (que inicialmente era una única concesión, a la cual se le fueron añadiendo otras limítrofes, con el término de “Aumento”).

Tanto Barkley como Liddell eran dos ingenieros de renombre, que si bien habían participado en otras actividades como la explotación de minas de carbón en Reino Unido y Grecia (Barkley) y fabricación de equipamiento minero y de telegrafía (Liddell),

su actividad principal fue la construcción, puesta en marcha y gestión de líneas ferroviarias (GGBIH, 2020). Estas líneas las desarrollaron principalmente en el Reino Unido, pero también en el Centro de Europa, en la zona de la actual Rumanía.

Modernizando el transporte

Desde un principio, estos empresarios vieron que era necesaria la modernización de los sistemas de transporte, que hasta entonces se realizaba mediante carros de bueyes que conducían el mineral hasta la orilla de la ría de Bilbao, donde se embarcaba (Figura 1). Este método de transporte, usado durante siglos, resultaba insuficiente para los planes de la compañía inglesa. Por ello, esta sociedad de ingenieros presentó rápidamente un proyecto de ferrocarril (también conocido como Ferrocarril de Castrejana, Ferrocarril de Mina Primitiva y Ferrocarril de Zorroza a Castrejana), que uniría la citada Mina Primitiva con terrenos ribereños de la ría de Bilbao (Figura 2).

Para ello, y a través de Archibald Douglas, su nuevo apoderado en la zona (Bizkaiko Foru Agiritegi Historikoa/Archivo Histórico Foral de Bizkaia [en adelante BFAH/AHFB] BILBAO PRIMERA 0203/026), adquirieron una serie de terrenos en la orilla izquierda de la ría, en el barrio de Zorroza (entonces perteneciente al municipio de Abando y posteriormente integrado en el de Bilbao). Ese mismo año se presentó ante las autoridades la solicitud de construcción del ferrocarril por parte de Archibald Douglas, en nombre de la sociedad Barkley y Liddell (Figura 3; Archivo General del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana [en



Figura 2. Detalle de un plano de 1873, donde se observa el proyecto del Ferrocarril de Castrejana (Euskal Herriko Meatzaritza Museo/Museo de la Minería del País Vasco [en adelante EHMM/MMPV] ACMMG-041/02).



Figura 3. Portada del proyecto de estación de ferrocarril en Zorroza (ACMITMA. ES28079.ACMITMA/11//Puertos, legajo 15410).

adelante ACMITMA]. ES28079.ACMITMA/11//Puertos, legajo 15410).

El trazado del ferrocarril comenzaba en los citados terrenos de Zorroza, donde se construiría la estación final, entre la zona de los muelles y la carretera de Bilbao a Portugalete (Figura 4). De vía única, la propuesta indicaba la existencia de 3 diferentes ramales en la zona de la estación. El ferrocarril recorría una distancia de unos 3,5 kilómetros y llegaba al entorno de la Mina Primitiva ascendiendo por el Valle de Castrejana (EHMM/MMPV ACMMG-41/02). Sin embargo, la estación del ferrocarril en Castrejana no podía situarse en la propia mina, ya que existía un desnivel de varias decenas de metros. Para salvarlo, se diseñó un plano inclinado, el cual conectaría este extremo del ferrocarril, a pie de plano, con los depósitos de la mina en la cabeza del plano inclinado.

En ese mismo proyecto se solicitaba autorización para construir un muelle embarcadero a orillas del Nervión (ACMITMA. ES28079.ACMITMA/11//Puertos, legajo 15410). Sin embargo, esta parte no fue admitida por el ingeniero jefe del Distrito, emitiendo un informe, el 20 de marzo, en el que desaconsejaba construir el embarcadero en el lugar sugerido, ya que ocasionaría graves problemas en la navegación, proponiendo que se construyera unos 250 metros aguas arriba del primer punto indicado.

Tres embarcaderos

Siguiendo el consejo del ingeniero, se depositó un nuevo proyecto (Figura 5), presentado por José Gutiérrez Vallejo, el 26



Figura 4. Plano general de estación de ferrocarril en Zorroza (ACMITMA. ES28079.ACMITMA/11//Puertos, legajo 15410).

de marzo, donde se solicitaba la construcción de tres embarcaderos (aguas arriba de la propuesta anterior), que permitiesen embarcar de forma simultánea en otros tantos buques. Como datos técnicos a tener en cuenta en dicha propuesta, los tres embarcaderos avanzarían 18 metros hacia la ría desde el paramento del muelle, y con una altura de 4 metros sobre el nivel del mismo, dándose una distancia de unos 6 metros entre los embarcaderos. Se recalca la necesidad de tener que ocupar una parte de la zona marítima, de cara a poder fijar los puntos de apoyo de los levadizos.

Hay que señalar que, aunque José Gutiérrez Vallejo había dejado de ser el dueño de la concesión meses antes, participaba en estas gestiones por los intereses que conservaba en la compraventa de la mina: parte del pago se realizaría con un canon por tonelada de mineral extraído de la mina y otro por tonelada embarcada en la zona

de embarque. Ambos cánones fueron establecidos por los siguientes 40 años (BBVA Archivo Histórico [en adelante BBVA-AH (AHBBVA)] L-10_C-256).

Tanto para el proyecto del ferrocarril como para el de los embarcaderos, se solicitó su declaración de utilidad pública, la cual se obtuvo finalmente el 4 de octubre de 1872 (BFAH/AHFB JCR3913/015).

Si bien la petición para los embarcaderos se llevó a cabo en el marco del proyecto del ferrocarril, suponía un expediente propio ante las diferentes instituciones involucradas en su gestión, ya que la construcción de embarcaderos se consideraba puerto marítimo según la Ley de Aguas vigente, por lo que se requería su autorización por parte del Ministerio de Fomento (ACMITMA. ES28079.ACMITMA/11//Puertos, legajo 15410). A la hora de realizar dicha petición se requería que el proyecto contase con los siguientes trámites:

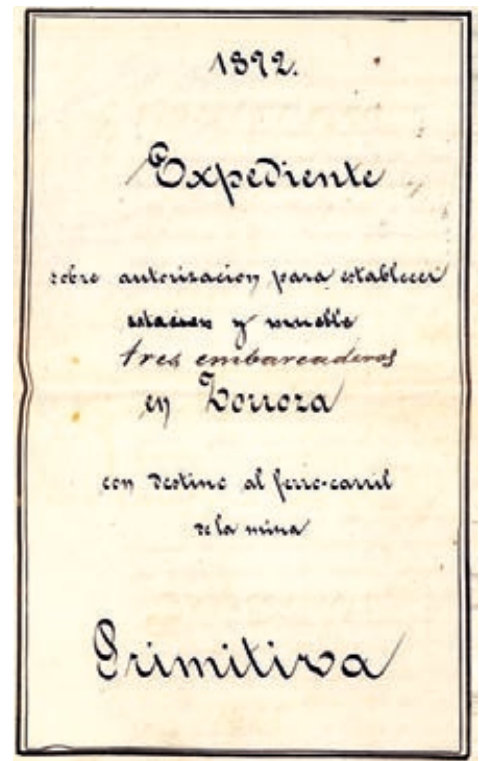


Figura 5. Portada del proyecto de tres embarcaderos en Zorroza (ACMITMA. ES28079.ACMITMA/11//Puertos, legajo 15410).

Presentación de planos y Memoria descriptivas.

Publicación de la solicitud en el Boletín Oficial de la Provincia, de cara a la presentación de posibles objeciones o reclamaciones.

Informes del ayuntamiento, comandante de Marina, ingeniero jefe, Junta de Sanidad, gobernador de la provincia y capitán general del Distrito. Estos informes tenían como objetivo verificar la idoneidad en los aspectos referentes en cada caso (por ejemplo, el comandante de marina y el capitán general del Distrito evaluarían si su construcción comprometería la defensa estratégica del puerto y la ciudad).

El gobernador de Vizcaya dio cuenta del expediente de los em-

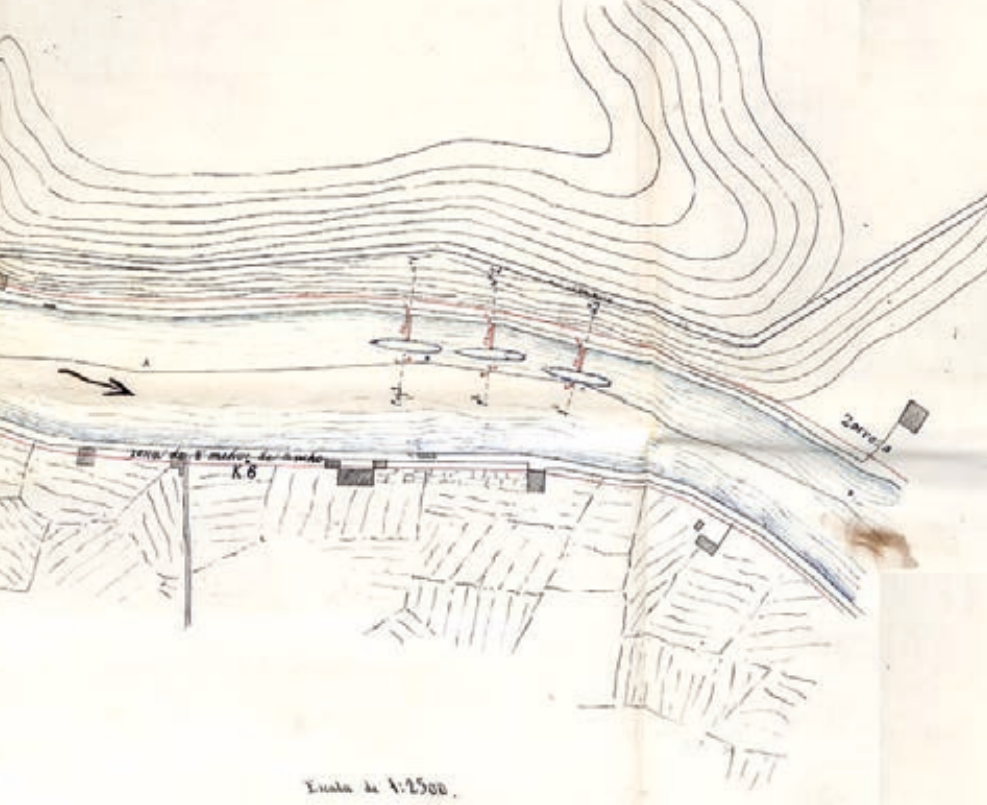


Figura 6. Esquema y disposición de los embarcaderos a construir propuestos respecto al eje de navegación (ACMITMA. ES28079.ACMITMA/11//Puertos, legajo 15410).

barcaderos el 21 de septiembre de 1872, siendo evaluado por la Junta Consultiva de Caminos, Canales y Puertos el 30 de enero de 1873. Sin embargo, esta última alegaba defectos de forma, faltando los planos de los cargaderos propuestos (especialmente de perfiles transversales), y casi todos los informes necesarios, exceptuando el del ingeniero jefe de la provincia. Por ello, se devolvió el expediente para su subsanación.

Durante los meses de marzo y abril se realizaron los citados informes, a los que no hubo objeciones, y en los que se recalca su utilidad para potenciar la actividad minera e industrial: la alcaldía de Abando (25 de marzo), la Comandancia de Marina (28 de marzo), la Junta Provincial de Sanidad (31 de marzo) y la Capitanía General (29 de abril).

El proyecto fue publicitado en el Boletín Oficial de la provincia de Vizcaya el 5 de abril de 1873. Aunque no se presentó reclamación alguna en contra, sí se presentó una protesta por parte de

Federico Solaegui, concesionario del ferrocarril de Bilbao a Portugalete y cuyo trazado se iba a ver afectado por el de Castrejana. Por ello, el 1 de septiembre de 1872 presentó la mencionada protesta, donde recordaba que su concesión era previa y contaba con el aval de reconocimiento de utilidad pública por parte del gobernador civil. Por consiguiente, solicitaba que el trazado proyectado para el ferrocarril de Bilbao a Portugalete prevaleciera, asegurándose el paso de su ferrocarril de doble vía en el diseño de la estación de Zorroza de la línea minera, dado que en el diseño original propuesto para el ferrocarril de Primitiva ocupaba todo el espacio llano de la zona que comprendía el área entre los muelles y las faldas de una colina cercana.

El ingeniero jefe de la provincia emitió varios informes (20 de marzo, 3 de mayo, 6 de junio de 1872, 5 de julio de 1873), en los que siempre mantuvo que no se podía construir el primer embarcadero de los tres propuestos aguas abajo. Esto se debía a que

la navegación por la zona afectada, en la parte interior de una curva de la ría de Bilbao conocida como "vuelta de Zorroza", requería la aproximación de los buques a esa orilla, al ser la zona más profunda del río, y sería muy peligroso construir una estructura como la proyectada en esa parte (Figura 6).

Además, alegaba que la supresión del embarcadero era inevitable, por no existir espacio suficiente en el terreno de la compañía para construirlo aguas arriba, aunque estimaba a título particular que no supondría problema alguno para las futuras necesidades de explotación minera. Por otro lado, recomendaba el recorte en la longitud de los embarcaderos de 18 a 10 metros, ya que de otro modo los buques que se encontraran atracados a dichos embarcaderos estarían tan cerca del canal de navegación (según las estimaciones realizadas, a menos de 10 metros entre el eje del canal de circulación fluvial y los buques que estuvieran atracados en los embarcaderos), que serían muy posibles los accidentes; incluso con dicho recorte sería imposible construir el embarcadero aguas abajo (Figura 7).

Al acortar la longitud de los embarcaderos, los buques se acercarían tanto al muelle que correrían el riesgo de varar en bajamar, lo cual se podría evitar con obras tales como dragados o desmontes. En todo caso, las estructuras de los embarcaderos por donde circularían los vagones deberían tener al menos 5 metros de altura sobre el muelle, permitiendo así el paso libre. Dichos embarcaderos no influirían en las obras de rectificación de la ría que por aquel entonces

estaban proyectadas (Figura 8), y que estarían situadas a más de 700 metros aguas abajo. Tampoco alterarían en exceso el curso de las aguas, como mucho generando un efecto de espigón que podría desviar parcialmente la corriente hacia la orilla contraria, pero en tal caso siendo más beneficioso que perjudicial.

Autorización del proyecto

El gobernador de Vizcaya volvió a enviar el expediente el 8 de julio de 1873 con las subsanaciones requeridas, pasando de nuevo el 22 de agosto de ese año a la Junta Consultiva de Caminos, Canales y Puertos. Esta Junta, con toda la documentación

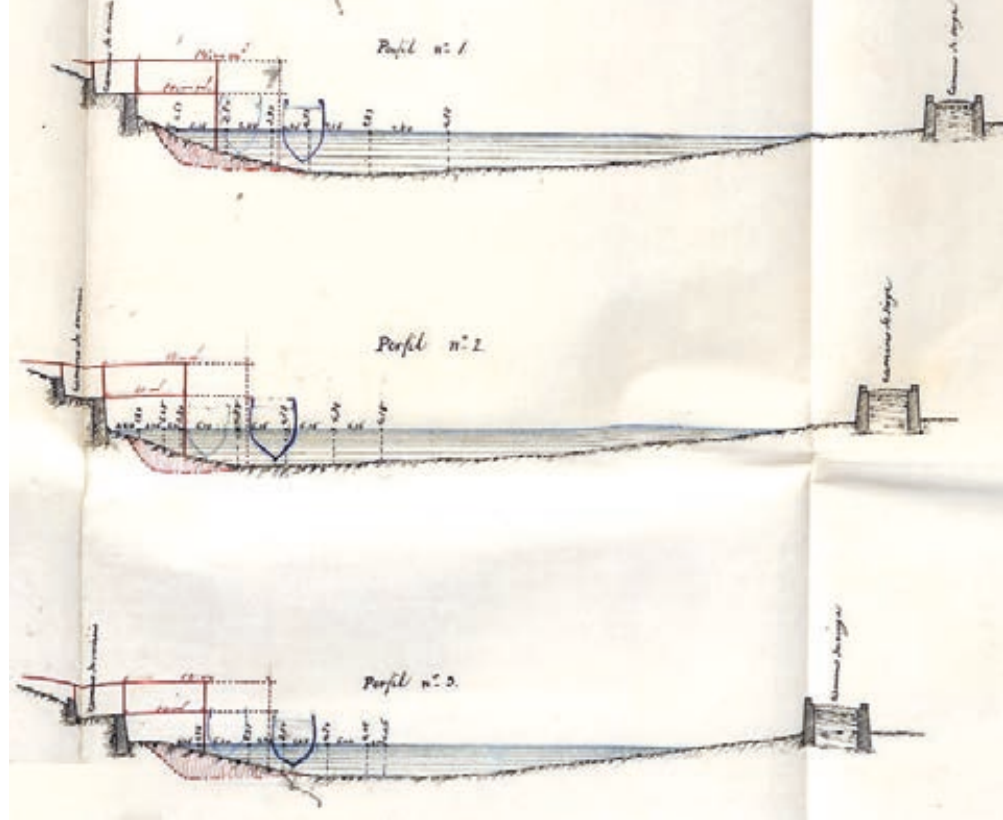


Figura 7. Perfiles de los diferentes embarcaderos observados en la figura 6, con los datos de referencia con longitudes de embarcadero de 10 y 18 metros (ACMITMA. ES28079. ACMITMA/11//Puertos, legajo 15410).

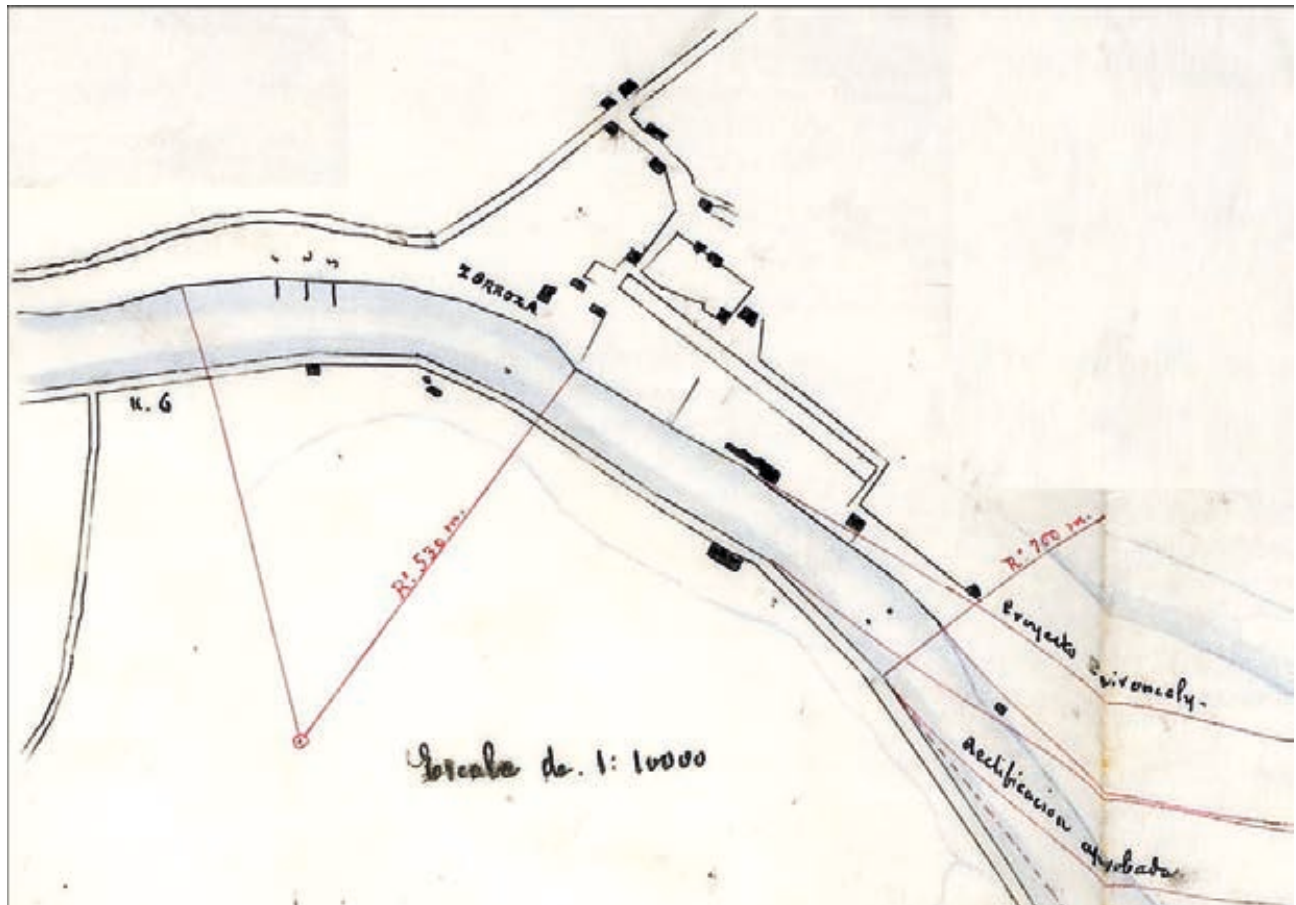


Figura 8. Relación de los embarcaderos propuestos respecto a las obras proyectadas para el encauzamiento de la ría (ACMITMA. ES28079. ACMITMA/11//Puertos, legajo 15410).

VECINDAD	PROPIETARIOS	TERRENOS A OCUPAR	JURISDICCIONES
Bilbao	D. José Ortiz de las Rivas	1.ª parte 2.ª parte 3.ª parte	Abando
Deusto	D. Agustín Cortadi	Todo	Idem.
Abando	D. Ignacio Miranda	Todo	Idem.
Portugalete	D. Archibald Douglas	Todo	Idem.
Bilbao	Sres. Hijos de D. Federico Victoria de Lecea	1.ª parte 2.ª parte	Idem.
	Ilustrísima Diputación de Vizcaya	Parte	Idem.
	D. Martín Ana de Olalde	1.ª parte 2.ª parte 3.ª parte	Idem.
Abando	D.ª Victoria de Luzama	1.ª parte	Idem.
	D. Juan de Arocena	1.ª parte	Idem.
Bilbao	D. Francisco de Eguirraun	1.ª parte 2.ª todo	Idem.
	Terreno de propietario desconocido	1.ª todo	Idem.
Abando	D. Juan Saraluze	1.ª parte 2.ª todo	Idem.
	D. Sebastián Eguillor	1.ª parte	Idem.
	D. José María Sáinz	1.ª parte	Idem.
	D. Mariano Artazgos	1.ª parte	Idem.
	Herederos de D. José Bolloqui	1.ª parte	Idem.
	Sras. D.ª Dolores y Prudencia de Zárraga	1.ª parte	Bilbao
	D. Ramón de Valle	1.ª parte	Abando
Baracaldo	D. Martín Ruiz	1.ª parte	Idem.
	Ayuntamiento de Bilbao	1.ª parte	Bilbao
	Sres. Hijos de D. Francisco de Uhagon	1.ª parte	Idem.

Figura 9. Lista de los propietarios de los terrenos que ha de ocupar el ferrocarril de Zorroza a Castrejana, y publicado en el Boletín Oficial de la Provincia de Vizcaya a día 24 de diciembre de 1872, página 303 (BFAH/AHFB JCR 3913/015).

aportada, acabó autorizando el proyecto, que sería ratificado por el entonces ministro de Fomento, Joaquín Gil Berges. De forma resumida, dicha autorización asumía todas las propuestas realizadas por el ingeniero jefe del Distrito, permitiendo la construcción de los embarcaderos 1 y 2 (los situados aguas arriba), y suprimiendo el 3 (el de aguas abajo) para no entorpecer la navegación de los buques por la ría de Bilbao. Por el mismo motivo, se reducía la longitud de los embarcaderos de 18 a 10 metros. También se incidía en que el muelle era del Estado y por lo tanto de carácter público, por lo que se debía permitir el paso libre por él (exigiendo una altura mínima de 5 metros del embarcadero sobre el muelle), y permitiendo siempre la navegación por dicha zona de la ría.

Otro factor que se tuvo en cuenta fue la futura construcción de instalaciones colindantes, como es el caso de la estación del ferrocarril, para lo que se apuntaba que sus obras nunca deberían de afectar al muelle. Para ello, se diseñó la construcción de un muro de contención de mam-

postería ordinaria con mortero, que sostendría el desmonte necesario para la citada estación, con un espesor del 35% de la altura a desarrollar. En caso de que dichas obras afectasen a la carretera de Burceña que lindaba al norte, los permisos se solicitarían a las autoridades locales. Sin embargo, toda obra a realizar se debería de precisar con la presentación de proyectos detallados y bajo la vigilancia del ingeniero jefe del distrito.

En los siguientes días se otorgó el plazo de un mes, para que el peticionario pudiera depositar 1.000 pesetas como garantía de realización del proyecto de embarcaderos, lo cual ocurrió el 24 de octubre de 1873. La autorización se publicó el 12 de octubre de 1873 en la Gaceta de Madrid (como era conocido entonces el Boletín Oficial del Estado), indicándose que el inicio de las obras se debería hacer en los 6 meses siguientes a su publicación, debiéndose haber acabado en 18 meses a partir de dicha fecha, y con la condición de que la concesión era temporal. Ello implicaba que, en caso de requerirlo el Estado, los embarcaderos

podrían ser desinstalados sin derecho alguno a reclamación o indemnización. De esta noticia se hicieron eco otros diarios, como son La Iberia (Biblioteca Nacional de España-Biblioteca Digital Hispánica/ Hemeroteca Digital [en adelante BNE-BDG/HD] La Iberia, 1873) y la Gaceta de los Caminos de Hierro (BNE-BDG/HD Gaceta de los Caminos de Hierro, 1873).

Las gestiones para la construcción del ferrocarril se desarrollaron en paralelo a los procedimientos administrativos citados para los embarcaderos. Así, y aprovechando la declaración de utilidad pública del ferrocarril, se presentó un listado de propietarios y terrenos afectados por su trazado y la construcción de sus estaciones para su expropiación el 7 de diciembre de 1872 (Figura 9; BFAH/AHFB JCR 3913/015). Aceptada el siguiente día 9, fue publicado de forma oficial en el Boletín Oficial de la provincia de Vizcaya con fecha 24 de diciembre de 1872. Sin ninguna reclamación ni alegación presentada en su contra, se transfirió el expediente el 15 de enero de 1873 al Juzgado de 1ª Instancia de Bilbao, donde se procedió a tasar los terrenos a expropiar.

Proceso de expropiación

Matías de Ugalde, en calidad de representante de los intereses de este ferrocarril, comenzó las gestiones de expropiación. El procedimiento en todos los casos era siempre el mismo: el proceso comenzaba con el nombramiento de un perito (de nombre Lope de Uribe) por parte del expropiador, dando 3 días a la parte expropiada para nombrar otro perito o aceptar el propuesto por la otra parte. El/ los peritos fijaban el precio o los

precios, y el juzgado decidía lo más conveniente. En ocasiones, se llegaba a acuerdos previos, con lo que se daba por finalizada esa expropiación y se pasaba a otra. La última gestión realizada a este respecto es del 1 de julio de 1873. También se solicitó la exención de derechos del material para su construcción, presentándose su proposición de ley el 19 de agosto de 1873 en las Cortes Constituyentes (BNE-BDG/HD La Nación, 1873a), emitiéndose el dictamen oportuno por la comisión de Fomento el 29 de agosto y votándose de forma definitiva en la sesión del día 16 de septiembre siguiente (BNE-BDG/HD El Imparcial, 1873; BNE-BDG/HD La Nación, 1873b).

Sin embargo, el estallido de la entonces conocida como Guerra Civil (y que ha pasado a la historia como la Tercera Guerra Carlista) paraliza toda operación al respecto. José Gutiérrez Vallejo remitió una carta el 7 de noviembre de 1873 al gobernador donde alegaba que las acciones militares en la zona de trabajo impedían cualquier actividad, por lo que solicitaba que los plazos para las obras de los embarcaderos se suspendieran hasta la finalización de la actividad militar en la zona (ACMITMA. ES28079. ACMITMA/11//Puertos, legajo 15410). El gobernador remitió dicha carta el 16 de diciembre al Ministerio de Fomento apoyando lo propuesto. La Dirección General de Obras Públicas del Ministerio acordó el 29 de diciembre la suspensión de los plazos expuestos mientras durase la guerra.

A la finalización de la guerra, la idea de construir este ferrocarril se retomó, como lo atestiguan diferentes citas: la línea aparece reflejada en la obra "Les Che-

mins de Fer de L'Europe" (BNE-BDG/HD La Época, 1876; BNE-BDG/HD Gaceta de los Caminos de Hierro, 1876; BNE-BDG/HD La Gaceta Industrial, 1876). Asimismo, se retoma la solicitud para la introducción libre de derechos del material fijo y móvil para la construcción y explotación de la línea, concediéndose en el año 1877 (BNE-BDG/HD La Época, 1877a; BNE-BDG/HD Gaceta de los Caminos de Hierro, 1877; BNE-BDG/HD La Nación, 1877b). Aún en 1878 sigue su planificación para el estado (BNE-BDG/HD Gaceta de los Caminos de Hierro, 1878). Sin embargo, su construcción no se retomará, dándose por cerrado el proyecto cuando se decide, finalmente, reemplazar su construcción por la de otra estructura: un tranvía aéreo. Existen antecedentes de esta idea de tranvía en 1875 (Revista de Obras Públicas, 1875; BNE-BDG/HD Gaceta de los Caminos de Hierro, 1875), si bien con indicios de que estas referencias son cuanto menos dudosas (misma longitud que el ferrocarril y en la primera referencia también se habla del ferrocarril). Este proyecto del tranvía se expondrá de forma pormenorizada en el próximo artículo titulado "El tranvía aéreo de Zorroza".

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado dentro del desarrollo del proyecto "Minería Histórica", en el que participan y colaboran Euskal Herriko Meatzaritzaren Museoa/Museo de la Minería del País Vasco, Burdinbidearen Euskal Museoa/Museo Vasco del Ferrocarril e Industri Ondare eta Herri Laneko Euskal Elkar-atea/Asociación Vasca de Patrimonio Industrial y Obra Pública.

Bibliografía y archivos documentales

- ACMITMA. ES28079. ACMITMA/11//Puertos, legajo 15410.
- BBVA-AH (AHBBVA) L-10_C-256 (1909). Escritura de venta y cesión de la Mina "Primitiva" a favor del Señor Don Jose Mac-Lennan y White autorizada por Don Alfredo Donnison, 38 pp.
- BFAH/AHFB BILBAO PRIMERA 0203/026 (1872). Expediente tramitado por el Ayuntamiento de Bilbao en virtud de instancia presentada por Archibald Douglas, representante de la sociedad Liddell y Barkley de Londres, solicitando autorización para levantar una tejavana destinada a guardar las herramientas y demás útiles para la explotación de la mina Primitiva sita en el punto de Hermudaza, en el barrio de Castrejana, recientemente adquirida a José Gutiérrez Vallejo e Ignacio de Ubieta, 16 pp.
- BFAH/AHFB JCR 3913/015 (1872). Expediente promovido por José Gutiérrez, concesionario del ferrocarril de Zorroza a Castrejana, vecino de la villa de Bilbao, sobre expropiación de terrenos para la construcción del citado ferrocarril, 46 pp.
- BNE-BDG/HD El Imparcial (1873). Ejemplar del diario del día 17 de septiembre.
- BNE-BDG/HD Gaceta de los Caminos de Hierro (1873). Ejemplar del diario del día 19 de octubre.
- BNE-BDG/HD Gaceta de los Caminos de Hierro (1875). Ejemplar del diario del día 20 de junio.
- BNE-BDG/HD Gaceta de los Caminos de Hierro (1876). Ejemplar del diario del día 12 de noviembre.
- BNE-BDG/HD Gaceta de los Caminos de Hierro (1877). Ejemplar del diario del día 27 de mayo.
- BNE-BDG/HD Gaceta de los Caminos de Hierro (1878). Ejemplar del diario del día 24 de noviembre.
- BNE-BDG/HD La Época (1876). Ejemplar del diario del día 22 de agosto.
- BNE-BDG/HD La Época (1877a). Ejemplar del diario del día 20 de mayo.
- BNE-BDG/HD La Época (1877b). Ejemplar del diario del día 28 de mayo.
- BNE-BDG/HD La Gaceta Industrial (1876). Ejemplar del anuario de 1876.
- BNE-BDG/HD La Iberia (1873). Ejemplar del diario del día 14 de octubre.
- BNE-BDG/HD La Nación (1873a). Ejemplar del diario del día 19 de agosto.
- BNE-BDG/HD La Nación (1873b). Ejemplar del diario del día 17 de septiembre.
- EHMM/MMPV ACMMG-41/02 (1873). Plano General de las minas y de los ferrocarriles construidos y proyectados en las inmediaciones de Bilbao. Formado por el Ingeniero D. A. Marco Martínez, 1 pp.
- GGBIH, 2020. Página web sobre la historia industrial del Reino Unido. Enlace: https://gracesguide.co.uk/Main_Page
- Pole, W., 1888. The life of Sir William Siemens, F. R. S., D. C. L., LL. D. John Murray Eds., Londres, 412 pp.
- Revista de Obras Públicas (1875). Ferrocarriles mineros en las inmediaciones de Bilbao. Tomo I (8), pp. 87-90. ■

Una exposición recuerda
la influencia de Leonardo da Vinci
en la ingeniería española del Siglo de Oro

La larga sombra del genio

Varios años después de su muerte, la obra escrita de Leonardo da Vinci continuó siendo un codiciado tesoro que suscitó el insaciable interés de reyes y poderosos. Buena parte de sus códices y tratados, así como de su biblioteca, pudo llegar a Felipe II gracias a la mediación de Pompeo Leoni. Desgraciadamente, los incendios del alcázar madrileño y luego de la biblioteca de El Escorial debieron ser la causa de la desaparición definitiva de muchos de esos volúmenes, cuyo estudio ocupó seguramente a algunos de los ingenieros más brillantes de la corte. La **exposición "El ingenio al servicio del poder. Los códices de Leonardo da Vinci en la corte de los Austrias"** recuerda ahora, en las salas de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, la influencia de las ideas del genio florentino en la ingeniería española de esa época.

■ *Texto: Antonio Recuero*

*Modelo a escala de máquina para laminar y acuñar moneda.
Museo de la Real Casa de la Moneda de Segovia.*



En el año 1967, de manera inesperada y un tanto rocambolesca, tuvo lugar en Madrid uno de los hallazgos bibliográficos más extraordinarios del siglo. Un hispanista estadounidense, Jules Piccus, estudioso de los cancioneros medievales, descubrió por azar en la Biblioteca Nacional dos extensos códices manuscritos de Leonardo da Vinci (1452-1519), sazonados también con un buen número de dibujos de su propio puño y letra.

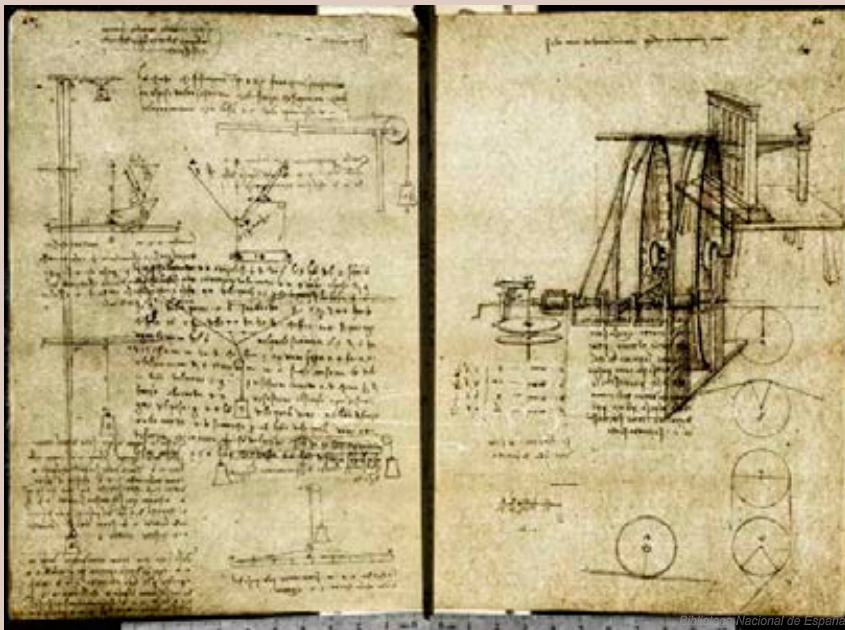
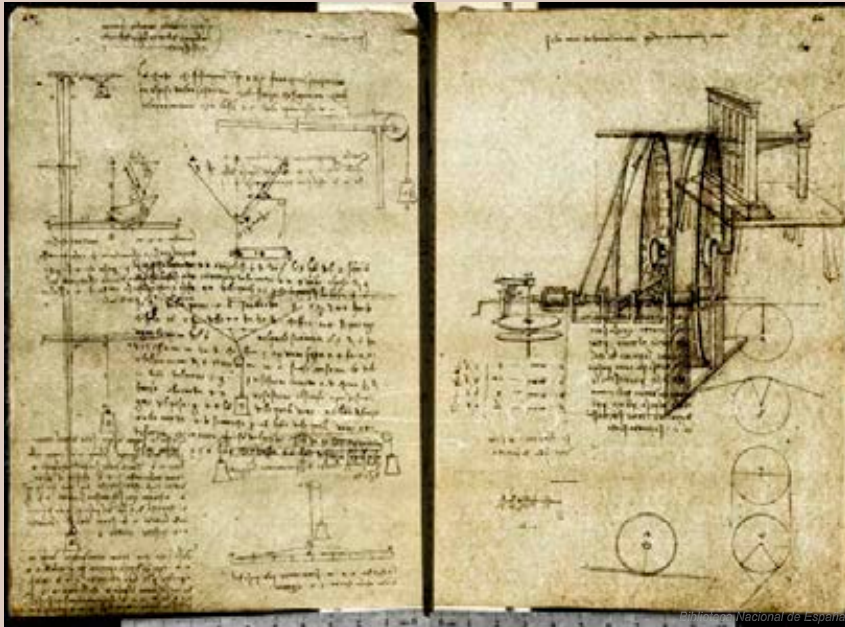
El hallazgo, del que de inmediato se hizo eco el New York Times, dio la vuelta al mundo y esas casi 700 páginas de manuscritos y la Biblioteca Nacio-

nal se convirtieron de pronto en el epicentro del interés de todos los estudiosos de la obra del genio florentino. Constatada rápidamente la autenticidad de la autoría, los interrogantes a despejar eran aún muchos, y los atractivos de sumar nuevos misterios a los incontables enigmas que siempre rodearon a Leonardo hicieron marginales dos interrogantes fundamentales: ¿cómo llegaron a Madrid y a la Biblioteca Nacional esas dos piezas esenciales en su obra?, y sobre todo: ¿cómo, pese a su incalculable valor, habían perma-

necido olvidadas durante más de 150 años en un apartado rincón de una institución especialmente celosa en el cuidado de sus mayores tesoros bibliográficos?

Como hipótesis inmediata más plausible se aceptó que esos códices, que pronto pasaron a conocerse universalmente como Códices Madrid I y II, habían formado parte de los fondos de la biblioteca del alcázar madrileño, sede de la corte real durante el reinado de Felipe II,

En esta página y en la siguiente, varias páginas del código Madrid I conservado en la Biblioteca Nacional.



y que fueron providencialmente salvados del incendio que lo destruyó casi por completo en 1734. Con la creación de la Biblioteca Nacional en 1711 bajo el reinado de Felipe V, los códices llegaron a sus depósitos, junto a otros fondos de las colecciones reales procedentes seguramente del Monasterio de San Lorenzo del Escorial. Un probable error de catalogación entonces, con un salto en la numeración de referencia, hizo que pasaran desapercibidos durante largos años.

Interés de Felipe II

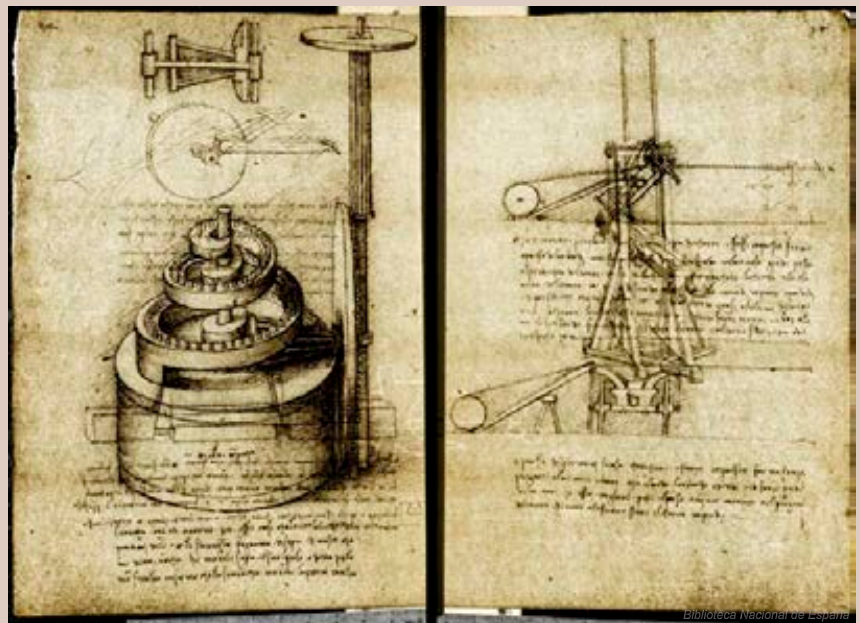
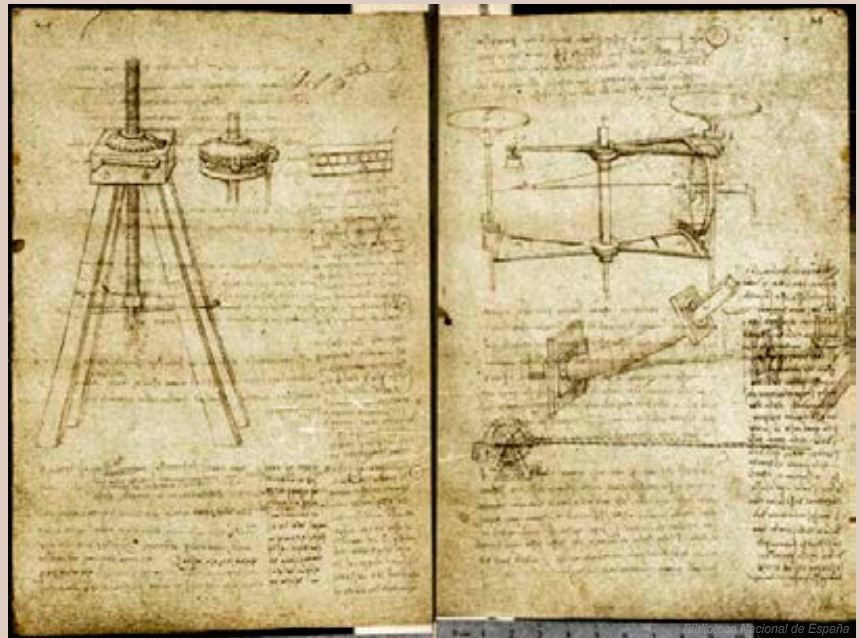
Varias décadas de estudios y arduas investigaciones han añadido más luz a esas hipótesis y revelado el papel crucial de algunos personajes en la llegada de los códices a España y en el hecho no menos trascendental de que fueran finalmente a parar a la corona. Así, una de las teorías más contrastadas hoy es que una gran parte de la biblioteca de Leonardo da Vinci, que a su muerte pasó a manos de su discípulo Francesco Melzi, pudo llegar a España, gracias en buena medida tanto al interés probado del propio Felipe II como a las diligentes gestiones del escultor Pompeo Leoni, amigo personal del rey y enviado en 1582 a Milán con varias encomiendas, entre otras la de reclutar artesanos para El Escorial y fundir las estatuas del retablo mayor de la iglesia del monasterio. Durante su estancia en Italia, Leoni contactó con los herederos de Francesco Melzi y otros poseedores de los libros de Leonardo, recuperando una buena parte de ese legado, que hizo llegar a Felipe II. El rey pudo quedarse con algunos de los libros que suscitaban más su interés, yendo a parar probablemente al alcázar madrileño y a

Los códices y manuscritos de Leonardo fueron estudiados por los ingenieros al servicio de Felipe II.

la biblioteca de El Escorial. Y es posible también que, en agradecimiento, donara algunos legajos y dibujos a Leoni. Por desgracia, los incendios en el monasterio en 1671, que afectaron considerablemente al ala en la que se alojaban los manuscritos, de los que solo se pudo salvar una pequeña parte, y el declarado en 1734 en el alcázar, que acabó con casi todas sus grandes obras de arte, hicieron que se perdieran casi todos aquellos libros adquiridos por Leoni (1).

Respecto a los Códices Madrid I y II hallados en 1967 en la Biblioteca Nacional, algunas investigaciones, bien apoyadas en diversos testimonios de época, otorgan un buen número de probabilidades a que uno de sus primeros propietarios fuera el clérigo Juan de Espina, hijo del contralor —el funcionario de más alto rango— de Felipe II en la corte milanesa. Si Espina pudo adquirirlos directamente en Italia gracias a sus influencias, o si los compró en España al propio Pompeo Leoni o a sus herederos es aún una incógnita. Lo que sí está documentado es que Juan de Espina rehusó reiteradas y tentadoras ofertas del por entonces príncipe de Gales (luego Carlos I de Inglaterra), quien en 1623 viajó personalmente a España para comprar los códices y posteriormente continuó en su empeño a través de intermediarios como el embajador en Madrid, sir Francis Cottington (2).

De Juan de Espina, personaje algo excéntrico y sin duda a contracorriente de su época, se sabe que era un gran aficionado a la música y coleccionista ávido de instrumentos musicales, además de todo tipo de libros y objetos de arte o curiosos, como



relojes, autómatas e ingenios mecánicos, de los que al parecer tenía llena su casa de Madrid. Hombre erudito y picado de la curiosidad y el hambre de muchos saberes, gozó de la estima de algunos de los personajes más influyentes de su época, entre otros del conde-duque de Olivares o del mismo Quevedo,

quien dejó escrita de él una pequeña semblanza en la que entre otras cosas dice: “fue su casa abreviatura de las maravillas de Europa”. También sus excéntricas aficiones le hicieron objeto de no pocas inquisiciones. Por todas sus rarezas y otros rumores en torno a él y su casa, en la que se decía que se hacía servir por



*La vanidad mundana,
óleo de Jan Brueghel.
Fundación Casa de Alba.*

*Busto de Felipe II,
atribuido a
Pompeo Leoni. Museo
Nacional del Prado.*



Gran parte de la biblioteca y manuscritos de Leonardo da Vinci pudo llegar a España por el interés de Felipe II y la mediación de Pompeo Leoni.



Ballestilla del s. XVI utilizada para mediciones astronómicas. Museo Nacional de Ciencia y Tecnología.

“criados mecánicos”, cobró fama de nigromante, de modo que en sus últimos años la Inquisición le inició algún proceso del que acabó dando con sus huesos en la cárcel. Estuvo en ella cerca de dos años, al cabo de los cuales salió en libertad, gracias probablemente, según rumores, a las discretas diligencias del conde-duque de Olivares. En sus días finales, como había sido su empeño desde el principio, legó todos sus bienes, y con ellos su preciada colección de libros, pinturas, artefactos y otros objetos de arte raros y curiosos, al rey Felipe IV. Y aunque no hay noticia cierta, ni inventario ni asiento que lo avale, todo hace creer que entre ellos iban los códices Madrid.

La influencia de da Vinci

Desde su feliz hallazgo en la Biblioteca Nacional, los Códices de Leonardo han sido objeto de numerosos estudios a cargo de especialistas de todo tipo. Dentro de su muy extensa obra, han sido considerados de singular

importancia, pues pertenecen a su etapa de gran madurez. Fueron escritos entre los años 1491 y 1505, cuando su enorme talento resultó también extraordinariamente prolífico. Pese a estar agrupados en libros o volúmenes, como casi todos los escritos del gran genio del Renacimiento mantienen cierto carácter de misceláneas, a modo de apun-

derivan a su vez otra serie de bocetos, pequeños bosquejos que también a menudo desembocan maravillosamente en un modelo de artefacto o ingenio perfectamente acabado.

El primero de los códices es un tratado de mecánica y estática; su contenido es en general bastante homogéneo, y el acabado

La obra de Leonardo ejerció una gran influencia en los tratados de ingeniería españoles de los siglos XVI y XVII.

tes o bocetos que le sirven para desarrollar ideas, pensamientos o teorías en torno a varios temas de muy distinta naturaleza. Así, en muchos casos toman como fuente primera de inspiración un dibujo del natural, del que

de los dibujos y la agrupación bastante ordenada de los temas, en contra de lo que solía ser habitual en Leonardo, hacen pensar que estaría ultimando su entrega a imprenta. Por su parte, el segundo código abarca

Patentes de 1606 de Jerónimo de Ayanz, de barca para sumergirse y campana para bucear. Archivo General de Simancas.



una serie más diversa de temas, entre los que abundan estudios de fortificación, estática y geometría. Hay también en él algunas reflexiones sobre el arte del dibujo y la pintura, preámbulo de las que luego desarrollaría en su célebre Tratado sobre la pintura y, como curiosidad, contiene también un inventario bastante detallado de los libros de su biblioteca.

Pero más allá de poner de manifiesto todo el portentoso talento de Leonardo, lo que el hallazgo de sus códices también revela es que sus pensamientos, teorías e invenciones se convirtieron de inmediato en un referente obligado para la mayoría de inventores contemporáneos a él y los que en años posteriores aspiraron a ocupar un lugar de cierto renombre en la creación de máquinas e ingenios prácticos y de utilidad.

Siendo años especialmente convulsos, con infinidad de conflictos bélicos sacudiendo casi todos los rincones del viejo continente, parece lógico que una de las principales fuentes

de interés de su obra fuera todo aquello relacionado con el arte de la fortificación o la invención de nuevas armas que permitirían obtener ventaja en batalla. Y en este sentido es de sobra conocido el carácter visionario y anticipatorio de muchas de sus propuestas y bocetos: mosquetes y bombardas múltiples que intuyen la ametralladora, carretes blindados de los que ya

se deduce el tanque, catapultas de gran propulsión, máquinas voladoras, etc.

Sin embargo, hubo también otras muchas creaciones, de modo especial todas aquellas que tenían que ver con la ingeniería hidráulica, que despertaron tanto o más interés que los ingenios de utilidad militar. Y es que el agua en los siglos XV y XVI se hizo un bien especialmente preciado no solo por razones de abastecimiento esencial, sino también porque el aprovechamiento de su fuerza motriz comienza a usarse cada vez con más eficiencia en mecanismos que están haciendo posible una incipiente revolución industrial, que acrecienta el ritmo productivo de manufacturas y talleres hasta entonces muy artesanales: molinos harineros, forja de metales, pólvora, papel, batanes textiles, corte de piedra y madera, etc. Asimismo, el estudio de su canalización hace posible nuevas vías de navegabilidad y facilidades para el comercio pro-

Junto a estas líneas y en pág. siguiente: Inventario de los bienes de Pompeo Leoni. Archivo Histórico de Protocolos de Madrid.



piciadas por mayores cargas de transporte. Y las ciudades que cuentan con ese nuevo tejido industrial y comercial alcanzan también unos niveles de prosperidad y desarrollo muy superiores a cualesquiera otras.

Consolidar el imperio

En ese contexto, la búsqueda de esa nueva prosperidad apoyada en los progresos de la técnica y la ingeniería, la necesidad de consolidar un imperio cada vez más inabarcable, animarán a los Austrias a reclutar en Europa y, sobre todo en Italia, a los ingenieros y arquitectos de mayor prestigio. Uno de los primeros ingenieros en llegar a España fue Juanelo Turriano, bajo la protección de Carlos I, quien lo nombraría su relojero de corte. Pero si Turriano alcanzó extraordinaria fama en su época fue por su ingenio levantado en Toledo para subir agua desde el Tajo hasta el Alcázar. Se trataba de un complejo dispositivo de norias y estanques escalonados que permitirían salvar la fuerte pendiente de la ladera y elevar un caudal regular de agua de más de 15.000 litros diarios hasta el punto más alto de la ciudad, solucionando así sus problemas de abastecimiento. También procedente de Italia, hacia 1550, llegó Giovanni Battista Calvi, con la misión de reforzar las fortificaciones de varias ciudades portuarias en el Mediterráneo, entre otras las de Barcelona y Tarragona. Benedetto de Ravenna, Luis Pizaño, Jerónimo Girava o Alonso de Covarrubias fueron otros de los arquitectos e ingenieros militares que trabajaron al servicio del emperador Carlos I.

De sus años de formación como príncipe, en los que se ocupó personalmente de atender las



necesidades de defensa de las ciudades en el Mediterráneo frente al acoso turco, Felipe II adquirió familiaridad con las cuestiones y saberes relacionados con la ingeniería, concebida entonces sobre todo como una disciplina de carácter militar. El futuro emperador también seguramente tomó conciencia entonces de la importancia de multitud de otros conocimientos científicos de base estrechamente ligados a ella: matemáticas, física, geometría, topografía, construcción de maquinaria, etc. Por todo ello, una de sus primeras preocupaciones al acceder al trono fue rodearse de una corte nutrida con los más competentes y mejor formados en todas esas disciplinas.

Con el traslado definitivo en 1.561 de la corte a Madrid, que obra su rápida transformación de una villa de poco más de 2.000 casas en una urbe de casi 10.000 y, sobre todo, a raíz del inicio de la construcción del Real Monasterio de El Escorial en

1.563, la llegada de científicos, técnicos, arquitectos, ingenieros, matemáticos y astrónomos se hizo cada vez más frecuente. Muchos de ellos acudieron reclamados por el mismo rey, otros en busca de fortuna o bajo la protección de nobles influyentes que deseaban mejorar su propia formación o la de sus hijos. Así, muy cercanos al rey fueron su preceptor, el cardenal Juan Martínez Silíceo, buen matemático, astrónomo y botánico, y el consejero Alonso de Santa Cruz, uno de los matemáticos y astrónomos más notables de su tiempo, junto a otro ingeniero y arquitecto, Juan de Herrera, su aposentador mayor, con el que compartiría largas horas a raíz del proyecto escorialense.

Una singular muestra del interés del rey en todos esos conocimientos fue la creación junto al alcázar de la Real Academia Matemática, al frente de cuyas enseñanzas puso al cosmógrafo portugués Juan Bautista Labaña. Tras su fundación, así como tras la constitución de las juntas de cosmógrafos, celebradas también regularmente en el alcázar, latía el deseo de Felipe II de "poseer una completa y exhaustiva descripción del imperio" (3). Al frente del trazado cartográfico preciso de esas posesiones, datando con rigor las coordenadas geográficas de cada lugar, estuvo Juan López de Velasco, cosmógrafo mayor de las Indias.

Expediciones científicas

Esa sed de conocimientos fue más allá de lo teórico. Alentadas por el propio interés del rey y por los buenos oficios de las juntas de cosmógrafos, desde la corte se organizaron varias expediciones de carácter científico. Para ampliar el arsenal farma-



Junto a estas líneas y debajo: Los veintiún libros de los ingenios y las máquinas. Biblioteca Nacional de España.

Leonardo, referente en una corte de ingenieros

Leonardo da Vinci pasó los últimos años de su vida bajo la protección del rey Francisco I de Francia, en una casa de campo cercana al castillo de Amboise, en el valle del Loira. A su muerte, legó la mayor parte de sus bienes a su fiel discípulo Francesco Melzi, quien regresó a Italia llevando con él los manuscritos y la mayor parte de los libros de la biblioteca del maestro. Melzi, a quien se atribuye la autoría de la Gioconda hallada en el museo del Prado, falleció hacia 1570 y el legado que recibió de da Vinci pasó a manos de su tercer hijo, Orazio, que pronto quiso deshacerse de él.

El rumor de que la obra de da Vinci estaba en venta comenzó a cundir en Milán, donde debió llegar a oídos de Pompeo Leoni, enviado por Felipe II a la ciudad en 1582 para fundir algunas esculturas del retablo mayor de la iglesia de El Escorial. Era también habitual que Leoni, en sus viajes, adquiriera

obras de arte y otros objetos de valor que sabía que podían ser del gusto del rey. Fue así como entró en contacto con Orazio Melzi y negoció la compra de los manuscritos, libros y dibujos en su poder. A su regreso a España, Leoni se los ofreció al rey y debió quedarse también con una parte, en especial los más relacionados con el arte del dibujo. Según los investigadores que han comisariado y documentado la exposición, como Elisa Ruiz García y Nicolás García Tapia, los hijos de Leoni dieron también a la venta las obras de da Vinci que atesoró su padre, entre otras los manuscritos de la llamada Windsor Collection, hoy en la Royal Library de Londres, y acaso también el denominado Codex Atlanticus, en la Biblioteca Ambrosiana de Milán. Y la otra parte del legado que quedó en manos del rey debió de engrosar los fondos bibliográficos del alcázar y de la biblioteca de El Escorial, perdiéndose desgraciadamente en los incendios que los asolaron.

En cualquier caso, antes y durante el tiempo que la obra de da Vinci estuvo en España, fue asiduamente consultada y dejó una profunda huella en los ingenieros de la corte. Esa influencia es hoy apreciable sobre todo en los grandes tratados de ingeniería de la época: el aún misterioso "Los veintiún libros de los ingenios y las máquinas", inicialmente atribuido a Juanelo Turriano pero que investigaciones más recientes dan como más probable autor a quien fuera "maquinario mayor" de Felipe II, Pedro Juan de Lastanosa, y en las patentes de Jerónimo de Ayanz y Beaumont, aún más en la estela de Leonardo, con dibujos detallistas e invenciones muy adelantadas a su época, como trajes y escafandras de buzo, submarinos, máquinas de vapor, hornos para destilar agua marina, bombas de riego o la estructura en arco para presas.





Luis Carduchi.
Chorographia del río
Tajo. copia del s. XVIII.
Real Academia de la
Historia.

céutico con nuevas plantas traídas de las Indias, hacia México y Perú partió de Sevilla en 1570 la primera de esas expediciones, a cuyo frente iba el cosmógrafo Francisco Domínguez, junto al médico y botánico Juan Hernández. Regresaron siete años después, tras levantar cartografía de la mayor parte de los territorios recorridos y recolectar un buen número de plantas y simientes, cuyas propiedades terapéuticas habían sido antes ensayadas en los hospitales reales de México y Lima. Y en 1583, con la misión de cartografiar y trazar las mejores rutas en el Pacífico, partió la encabezada por el matemático y cosmógrafo Jaime Juan, quien también debía probar la precisión de diversos instrumentos de nuevo diseño para la medición de coordenadas y observación de eclipses.

Grandes proyectos

La vertiginosa transformación de Madrid de villa a corte es posible que también hiciera recapacitar

al rey en sus muchas limitaciones e intrínsecas carencias como emplazamiento, sobre todo por la escasez de cursos fluviales más caudalosos y regulares, que hacía que su prosperidad distara aún mucho de las flamantes e industriosas capitales de la Lombardía o de los Países Bajos. Fruto quizá de esas reflexiones, bien bajo iniciativa propia o del conocimiento de que podían resultar del interés del monarca y despejar el camino de sus favores, se concibieron ambiciosos proyectos como la construcción de la Acequia Real del Jarama, que debía transformar en una fértil vega el entorno del río más próximo a la capital, entre Rivas Vaciamadrid y Mocejón, y enlazar allí con la fértil vega de Aranjuez. Y hubo incluso algunas propuestas más ambiciosas, como la de recrecer el curso del Manzanares con caudales del Guadarrama y el Jarama (4).

Pero el proyecto de ingeniería hidráulica que marcaría esos años

sería el conseguir la navegabilidad del Tajo, inicialmente entre Lisboa y el puente de Alcántara y pronto, por intereses de varios procuradores, hasta Toledo. Se trató de un proyecto inicialmente sólido, para el que se buscó rápida financiación, obtenida de las aportaciones de los concejos ribereños cuyo comercio se vería beneficiado por el transporte fluvial. Es preciso reseñar que, por entonces, en las orillas del río y en las de muchos de sus afluentes, había ya asentada una floreciente industria ligada a molinos, batanes y serrerías, que aprovechaban la energía motriz de la corriente para accionar ingenios de mayor o menor envergadura cuya propiedad y usufructos estaban en manos de los grandes estamentos de la época: clero, grandes señores y órdenes militares. El río era también el escenario de un rudimentario tráfico fluvial que alimentaba el sueño de hacerlo navegable: el de las jangadas de madera que procedentes de las

Combate entre un dragón y un león. Dibujo a la sanguina atribuido a un discípulo de da Vinci. Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.



serranías de Cuenca y Teruel y conducidas por gancheros hacían el descenso de su curso para llegar hasta los talleres carpinteros de Aranjuez, Madrid o Toledo.

El Tajo navegable

El proyecto de la navegación del Tajo fue sobre todo idea del ingeniero militar Juan Bautista Antonelli, llegado a España en 1559 para trabajar en la fortificación de diversas ciudades del Mediterráneo y norte de África. Tras asistir en Tomar a la coronación de Felipe II como rey de Portugal, Antonelli pudo concebir la idea de unir las capitales de los dos reinos por vía fluvial y, lanzada su propuesta al rey, de inmediato obtuvo de este los permisos necesarios para llevar a cabo estudios sobre el terreno. Resultado de ello fue su "Relación verdadera de la navegación de los ríos de España, propuesta y hecha por Juan Bautista Antonelli, ingeniero de S.M.C.", data- da el 22 de mayo de 1581 (6).

En el documento se detallan las obras necesarias para hacer navegable el Tajo en el tramo fronterizo entre Abrantes y Alcántara; se realizan también

algunas descripciones sobre las condiciones para la navegación del río en todo su curso, que se acompañan de un largo epílogo conteniendo las de otros ríos peninsulares. El proyecto debió merecer una rápida aprobación y en junio de 1581, para aprovechar las condiciones favorables del estiaje, comenzaron los primeros trabajos. Se dieron provisionalmente por concluidos en otoño, y en octubre varias barcasas cargadas con sal cubrieron el trayecto entre Alcántara y Abrantes. En los meses siguientes, Antonelli estudió a fondo las características del tramo entre Alcántara y Toledo, en el que no apreció grandes dificultades. Poco después, a finales de enero de 1582, exploró el cauce entre esa ciudad y Aranjuez, que encontró aún más favorable. Quiso luego adentrarse desde Aranjuez hasta El Pardo remontando el curso del Manzanares, o cerca de la capital haciendo lo propio por el Jarama, pero la falta de caudales suficientes en los dos ríos le hizo finalmente desistir.

Sus viajes de reconocimiento del Tajo y sus orillas los plasmó Antonelli en varios informes, todos

de gran tono optimista. En ellos ponderaba las enormes posibilidades del río no solo para una navegación segura del mismo, sino también para aprovechar sus muchas y fértiles riberas haciendo prósperas "como nuevas Lombardías" las regiones a su paso: "convidará a plantar olivares, viñas y frutales, y se llevarán aquí, a Madrid, ..., y será de mucha provisión, provecho y comodidad". Pero Antonelli, a raíz de la unión de las coronas de Castilla y Portugal, apoyaba su propuesta de navegación en otros argumentos de igual o mayor peso, como los militares o estratégicos: el Tajo podía servir también para el rápido transporte de tropas desde el interior en caso de imprevistos ataques a las costas portuguesas; y aún había otro no menos desdeñable: las riquezas del comercio portugués con sus colonias tenían también una vía segura hacia Madrid.

Ignorando las pertinaces sequías peninsulares y otras dificultades, el proyecto de Antonelli fue recibido en todas partes con contagioso optimismo. El propio Antonelli, en sus frecuentes expediciones en barcaza, era recibido y agasajado en loor de multitudes como un remoto Mister Marshall. Se suscitó una nueva fiebre del oro y los concejos contribuyeron con cuanto pudieron para hacer realidad el sueño. Entre 1581 y 1583 se llevaron a cabo múltiples actuaciones entre Toledo y Abrantes: caminos de sirga, azudes, pequeñas presas y esclusas. Hubo un rápido e incipiente comercio de bienes y mercancías, y se efectuó también el transporte de varias compañías de soldados de los tercios con destino a Portugal.



Estuche instrumental astronómico (1596). Museo Naval de Madrid.

Pero es cierto también que, tras ese febril impulso inicial, gran cantidad de dificultades siguieron sin ser resueltas o dependieron de soluciones eventuales: entre otras la eliminación de muchos condicionantes físicos del río –bancos de arena móviles que restaban la profundidad necesaria; saltos y chorreras que con gran caudal hacían imposible el paso; restaban otras no menos espinosas, de índole administrativa, tan difíciles o más de sortear: la propiedad de represas y azudes que llevaban agua a los molinos y que eran la principal fuente de ingresos de señores, clérigos y militares, cuyo emplazamiento o bien restaba los caudales necesarios para la navegabilidad o bien hacía imposible el trazado de caminos de sirga en alguna orilla. Con esas y otras dificultades añadidas, como la fuerte oposición de inicio al proyecto de la ciudad de Sevilla y sus co-

merciantes, que vieron peligrar su monopolio con las Indias, el sueño de Antonelli y de cuantos en las comarcas ribereñas del Tajo con tanto entusiasmo lo siguieron tuvo un rápido naufragio. De modo que en la primera década de 1600, bajo el reinado ya de Felipe III, la navegación del Tajo se hizo cada vez más esporádica, y hacia 1610 era poco menos que impracticable entre Toledo y Alcántara, donde la mayor parte de las fábricas y caminos levantados por Antonelli se habían derruido o echado definitivamente abajo por los propietarios de aceñas y molinos afectados. Sin esas obras tan necesarias aun en muchos puntos fueron frecuentes los accidentes y naufragios de barcas. El gran sueño de Antonelli, y acaso también de Felipe II, agonizaba, y con él el de la “prosperidad lombarda” en torno a las orillas del río más extenso de la geografía peninsular.

Bibliografía:

- (1).- N. García Tapia: Los códices de Leonardo y su repercusión, desde la corte de Francisco I de Francia a la de Felipe II en España. El ingenio al servicio del poder. Dirección General de Patrimonio Nacional. Consejería de Cultura y Turismo de la Comunidad de Madrid. Madrid, 2021.
- (2).- E. Ruiz García: Fortuna de los manuscritos vincianos de Madrid. El ingenio al servicio del poder. Dirección General de Patrimonio Nacional. Consejería de Cultura y Turismo de la Comunidad de Madrid. Madrid, 2021.
- (3).- M. Estaban Piñeiro: Madrid. Ciencia y técnica al servicio del poder. Matemáticos e ingenieros. El ingenio al servicio del poder. Dirección General de Patrimonio Nacional. Consejería de Cultura y Turismo de la Comunidad de Madrid. Madrid, 2021.
- (4).- D. Crespo Delgado: Madrid y la corte de Felipe II en la ingeniería civil del Renacimiento. Dirección General de Patrimonio Nacional. Consejería de Cultura y Turismo de la Comunidad de Madrid. Madrid, 2021.
- (5).- P. Alzola y Minondo: Las obras públicas en España. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Editorial Turner. Madrid, 1979.
- (6).- A. López Gómez, F. Arroyo Ilera, C. Camarero Bullón. (Departamento de Geografía. Universidad Autónoma de Madrid): Felipe II y el Tajo. ■

Manual para la puesta en valor del patrimonio arqueológico al aire libre



Edita: Trea. Manuales de museística, patrimonio y turismo cultural.
Autor: Víctor Manuel López-Menchero Bendicho

El fin de este manual es, básicamente, el tratamiento pormenorizado de todos los principios que configuran la puesta en valor del patrimonio arqueológico al aire libre que puede agilizar notablemente el proceso de toma de decisiones por parte de todos los profesionales implicados en la consecución de estos objetivos. Aunque sea incuestionable que el patrimonio arqueológico es considerado como algo intrínsecamente valioso, realmente su valor tiene un alto componente subjetivo lo que necesariamente hace que su puesta en valor conste, al menos, de cuatro fases de trabajo: investigación, conservación, presentación e interpretación, y gestión.

La responsabilidad de este trabajo sobre el patrimonio, recae no solo en la Administración Pública sino, también, en toda una serie de instituciones y profesionales. La puesta en valor del patrimonio arqueológico al aire libre es la suma de muchas labores entre las que destacan las tareas de presentación, interpretación y uso público pues para su adecuada puesta en valor es necesario conseguir el equilibrio entre el contenido, la sostenibilidad y el fin social.

Este libro se estructura en ocho capítulos: ¿Piedras viejas o restos sagrados?. Valorar como primer paso para decidir; la política de conservación del patrimonio arqueológico al aire libre; la interpretación y presentación como discurso. La importancia de los contenidos; las infraestructuras de interpretación directa y las de interpretación indirecta; la reconstrucción como técnica de presentación; estrategias territoriales en la puesta en valor del patrimonio arqueológico y por último la gestión sostenible del patrimonio arqueológico al aire libre.

Viviendas de uso turístico: régimen civil, administrativo y fiscal



Edita: Reus Editorial
Autor: Guillermo Cerdeira Bravo de Mansilla

Hace tiempo que la cesión de viviendas con una finalidad turística viene provocando un debate social, económico y jurídico, en el que están implicados los particulares, el sector de la hostelería tradicional, y la propia Administración autonómica y local.

En algunas zonas el impacto de las viviendas de uso turístico y su explotación a gran escala están afectando a los modelos urbanísticos y al propio diseño de las ciudades. Se pasa en ocasiones de la gentrificación, en la que una comunidad pobre es sustituida por otra más rica, a la invasión turística de determinadas zonas, en las que una comunidad se ve sustituida por una no-comunidad de turistas de paso.

Los problemas que giran en torno a la cesión de viviendas para su uso turístico son multidisciplinarios, y ofrecen conexiones con diversas ramas del Derecho. La presente monografía, realizada toda ella por especialistas en la materia, profundiza en todos y cada uno de los problemas, ofreciendo soluciones concretas en función de los intereses en juego.

Para Andrés Domínguez Luelmo, catedrático de Derecho Civil de la Universidad de Valladolid, la presente obra tiene el mérito indudable de abarcar todos los problemas desde un punto de vista multidisciplinar, lo que puede permitir al lector y los operadores jurídicos plantearse qué soluciones son las más adecuadas en cada caso, y conjugar adecuadamente los intereses en conflicto.

Heroínas del Espacio. Mujeres arquitectas en el movimiento moderno

El trabajo realizado por Carmen Espegel para su Tesis Doctoral contó con la ayuda económica del Instituto de la Mujer y es el germen de este ensayo. En él se focaliza en recordar el pasado para poder mejorar el futuro.

Se trata de una búsqueda para recuperar la arquitectura precedente y de esta forma redescubrir los invariables eternos de la "gran arquitectura". Lo hace a través de cuatro precursoras que han demostrado con sus vidas, y sobre todo con sus obras, una alta dosis de coraje, creatividad, excelencia y coherencia, en un tiempo no tan sencillo para las mujeres en la arquitectura, consiguiendo todas ellas ganarse el estatus de heroínas que posiblemente nunca persiguieron y que ahora, gracias a su sabiduría, nos puede ayudar a observar el mundo con una perspectiva más generosa y en la que, en palabras de la propia autora, lo femenino y lo masculino no sean excluyentes.

Se trata la trayectoria profesional y el análisis de las obras arquitectónicas de cuatro arquitectas de las que solo nos han llegado algunos fragmentos gráficos y a través de los cuales se intenta reconstruir la totalidad: Eileen Gray (1878-1976), Lilly Reich (1885-1947), Margarete Schütte-Lihotzky (1897-2000) y Charlotte Perriand (1903-1999).

Todo ello en capítulos bien diferenciados: mujer y arquitectura, mujer y evolución social, dos cromosomas x en la arquitectura moderna y por último las cuatro crónicas.





Edita: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia
Autor: Carmen Espegel

Mapa Oficial de Carreteras[®]

ESPAÑA

Incluye:

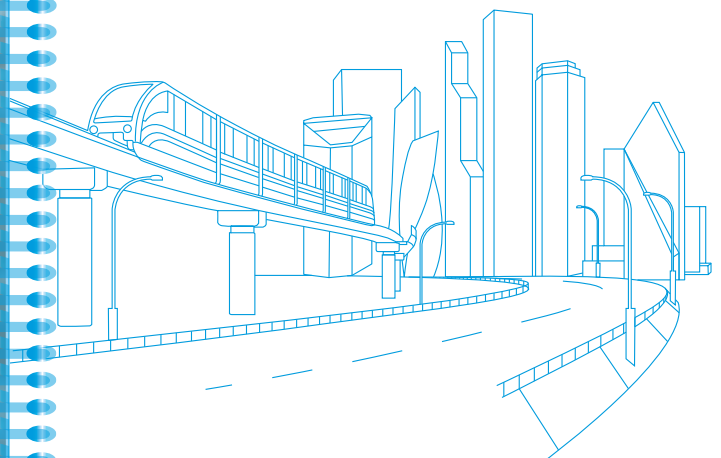
- Cartografía (E. 1:300.000 y 1:1.000.000)
- Aplicación interactiva
Descarga y actualización, vía web
(Windows 7 o superior)
- Caminos de Santiago en España 
- Alojamientos rurales 
- Guía de playas de España
- Puntos kilométricos
- Índice de 20.000 poblaciones
- Mapas de Portugal, Marruecos y Francia

También en la aplicación:

1134 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
118 Vías Verdes

2021

Mapa Oficial
de Carreteras[®]
ESPAÑA



GOBIERNO
DE ESPAÑA

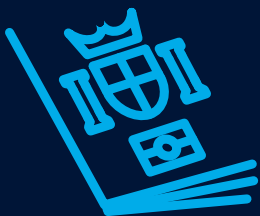
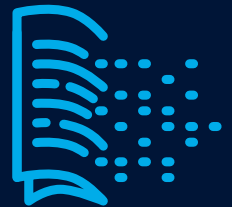
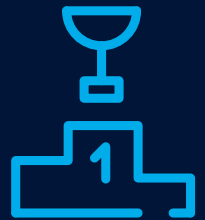
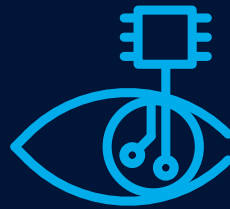
MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

ENAIRe



Nos importa.
Nos comprometemos.
Somos parte del cambio
Cielo Digital Europeo