

nº 741 / noviembre 2023

mitma

Revista del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

Euskal **Y** Vasca



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA



Trabajamos para ti en tierra, mar y aire

Contenido

nº 741 / noviembre 2023

- 2 Una obra inédita en España
- 12 Mitmactual
- 22 La transformación de la movilidad acelera con los fondos europeos
- 32 Bajo el macizo de Teno
- 40 Gestionar la incertidumbre
- 50 Tomas eléctricas para buques atracados (II)
- 62 Cartógrafas ocultas
- 76 Caso real de gestión de emergencias marítimas
- 86 Un proyecto de éxito de Fundación ENAIRE
- 98 Lecturas



Créditos

Edición y coordinación de contenidos: Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma). **Página web:** www.mitma.gob.es.

Imagen de portada: Entrada vista desde la salida de túnel artificial de Erribaso. Tramo Amorebieta/Etxano - Amorebieta/Etxano. ©Juan Baraja. Colecciones ICO, Madrid.

Colaboran en este número: Javier Rodríguez Ventosa; Vicente Nieves Hernández; Julia Sola Landero; Ana Arévalo Gandál; Antonio Marcos Ruiz; Inma Caeiro Ferro; María Merino Flores; Julio de la Cueva; Judith Sánchez González; Óscar Villar Serrano y Alejandro Muñiz Delgado. **Fotografía:** Dragados-Tecsa; Adif; FCC Construcción; Autoridad Portuaria de Barcelona y Autoridad Portuaria de la Bahía de Cádiz.

Comité de Redacción: Presidencia: Jesús M. Gómez García (Subsecretario de Mitma). Vicepresidencia: Angélica Martínez Ortega (Secretaria General Técnica). Vocales: Silvia Zancajo (Directora de Comunicación), María Isabel Badía Gamarra (Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana), Aida Joaquín Acosta (Jefa del Gabinete de la Subsecretaría), Mónica Marín Díaz (Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras), Roberto Angulo Revilla (Jefe del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes y Movilidad).

Edición y coordinación de contenidos: Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma). **Página web:** www.mitma.gob.es.

Diseño y maquetación: Centro de Publicaciones.

Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. Teléfono: 915 977 000. **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/listapublicaciones.aspx?c=Revista+Mitma>

Y al histórico de la revista en <https://www.mitma.es/el-ministerio/informacion-para-el-ciudadano/revista/listado-de-revistas>

Dep. Legal: M-666-1958. ISSN: 2792-4564. ISSN-e: 2792-4572. NIPO: 796-20-023-9. NIPO-e: 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.

La innovadora ampliación de gálibo de los túneles del tramo Astigarraga-Irún



Una obra inédita en España

¿Es compatible la ampliación de un túnel en servicio con el mantenimiento del tráfico ferroviario? La obra de implantación del tercer hilo en el tramo Astigarraga-Irún, que dará continuidad a la Y Vasca hasta la frontera francesa, demuestra que sí. En este tramo se está empleando por primera vez en España una solución tecnológica que compatibiliza la ampliación de gálibo de tres túneles con la circulación de trenes en vía única electrificada, situando a nuestro país a la vanguardia en este tipo de actuaciones.

Circulación de un tren por el interior de la D835 el pasado septiembre.

● Texto: Javier R. Ventosa
● Fotos: Dragados-Tecsa y Adif

Mitma, a través

de Adif AV, está implantando el ancho mixto en el tramo Astigarraga-Irún de la línea convencional Madrid-Hendaya, actuación que dará continuidad a la LAV Vitoria/Gasteiz-Bilbao-Donostia/San Sebastián (Y Vasca, en construcción) hasta la frontera francesa, propiciando el tráfico de pasajeros y mercancías en ancho estándar (1435 mm) e ibérico (1668 mm) en este segmento. La actuación forma parte de la sección transfronteriza del Corredor Atlántico, un proyecto incluido en la Red Transeuropea de Transporte (TEN-T) destinado a eliminar el principal *cuello de botella* ferroviario entre ambos países y a establecer la interoperabilidad plena entre las redes de España y Francia, razón por la cual cuenta con financiación de los fondos NextGenerationEU. En una fase posterior, la sección transfronteriza incorporará una nueva variante entre Astigarraga y Lezo que evitará el paso de los

mercancías por el casco urbano de Donostia/San Sebastián, aunque este proyecto está actualmente en fase de estudio informativo.

La adaptación del tramo al ancho mixto contempla la implantación de un tercer carril y otras actuaciones a lo largo de unos 18 km aprovechando el trazado y las infraestructuras existentes, con el condicionante de que las obras deben ser compatibles con la prestación del servicio. La actuación comprende la renovación completa de la doble vía del tramo (nuevo carril, balasto, traviesas y aparatos de vía) y la instalación del tercer hilo, además de las obras asociadas para dar funcionalidad al nuevo esquema: nueva catenaria, dos nuevas subestaciones eléctricas de tracción y rehabilitación de otras tres, modificación de las instalaciones de señalización y comunicaciones y adecuación de las estaciones, además de otras necesarias para atender a la nueva explotación prevista. La inversión movilizada en el proyecto asciende

a 174 M€, según datos cerrados a 30 de junio de 2023.

Las obras de infraestructura y vía del tramo se reiniciaron en enero de 2022, tras suspenderse durante cuatro años debido a la entrada en concurso de acreedores de la empresa adjudicataria, lo que obligó a Adif AV a iniciar un nuevo proceso de licitación para este contrato, que fue adjudicado a la UTE Dragados-Tecsa en octubre de 2021. Otros contratos adicionales del proyecto han seguido su curso y alguno, como el de la catenaria, ya está finalizado. La dirección de obra corre a cargo de Ineco, la ingeniería y consultoría del Grupo Mitma. El plazo vigente para la finalización de todas las actuaciones es noviembre de 2024, según datos oficiales.

Tres túneles

La solución de ancho mixto que se está implantando en el tramo implica necesariamente la adecuación de los gálibos de casi una decena de estructuras existentes en el

Un Cercanías asoma del interior de la máquina perforadora, en 2018.



trazado (túneles, pasos superiores, pasarelas), con objeto de permitir el paso franco de los trenes y equiparar las especificaciones técnicas de la línea española a los corredores europeos. Entre las estructuras que necesitan una adecuación destacan los tres túneles presentes en el tramo: Loiola (291,7 m de longitud), Caputxinós (182,6 m) y Gaintxurizketa (557,9 m). Los dos primeros están situados en el área metropolitana de San Sebastián y el tercero se ubica bajo la carretera GI-636, ya cerca de Irún.

Estas infraestructuras subterráneas se construyeron a mediados del siglo XIX como parte de la línea Madrid-Hendaya, con características diseñadas para soportar la circulación del material rodante de la época. Sin embargo, las nuevas necesidades del transporte

de mercancías por ferrocarril en el siglo XXI son incompatibles con las dimensiones de los veteranos túneles guipuzcoanos, principalmente debido a la insuficiencia de gálibos (espacios mínimos libres de obstáculos alrededor de la vía para que un tren pueda circular con total seguridad), lo que obliga a ampliar su sección. Entre las necesidades de transporte que debe soportar la línea en el futuro figuran las autopistas ferroviarias impulsadas por Mitma, una modalidad que prevé el traslado de camiones cargados con mercancía a bordo de trenes para avanzar en la descarbonización del transporte por carretera.

Sistema innovador

Por regla general, la ampliación de sección de túneles en la red de

ancho ibérico se realiza con medios mecánicos convencionales. Sin embargo, la obra de los túneles del tramo Astigarraga-Irún es un hito constructivo en España debido a la novedosa solución elegida, denominada Tunnelling Enlargement System (TES). El prototipo empleado (D835), fabricado *ad hoc* para esta actuación, es una máquina móvil sobre raíles, dotada de un escudo a través del cual discurre el tráfico ferroviario, que excava la sección del túnel y luego lo reviste. La elección de este innovador sistema responde a un condicionante prioritario de Adif AV para este tramo: la obra de ampliación debe ser compatible con la circulación de trenes, dado que se trata de un segmento densamente transitado de la línea Madrid-Hendaya, que acoge servicios de pasajeros y de mercancías.

Vía única y catenaria central instaladas en el interior del túnel, antes del inicio de la perforación.





Imagen de la máquina D835 en el interior del túnel de Gaintxurizketa, el pasado verano.

Fabricada a medida

El prototipo TES D835 es una máquina perforadora de 35 m de longitud, de aspecto similar a una tuneladora, diseñada ad hoc por la firma alemana Herrenknecht para adaptarse a la geometría de los túneles del tramo. Es empujada por dos cilindros laterales apoyados en el revestimiento y se desplaza sobre ruedas metálicas a lo largo de un carril de guiado embebido en zapatas provisionales. Los operarios disponen de varias mesas de trabajo y plataformas para ejecutar los trabajos.

La máquina está formada por cuatro unidades, cada una con sus propias funciones. La unidad de sostenimiento, dotada de dos placas de metal accionables hacia arriba y hacia abajo, soporta la bóveda del túnel antes y durante los trabajos de excavación y el sostenimiento de la sección final.

La unidad de excavación perfora el revestimiento original del túnel hasta alcanzar la sección prevista. Para ello dispone de tres brazos multifunción dotados de martillos hidráulicos –dos laterales y otro en el techo–, que rompen la sección mediante percusión mecánica. Los martillos se intercambian luego por cabezas de gunitado, que proyectan las capas de hormigón que conforman el sostenimiento provisional.

Una tercera unidad, la de perforación, dispone de una perforadora para ejecutar paraguas de micropilotes. Finalmente, la unidad de equipos auxiliares incorpora todos los equipos necesarios para el funcionamiento de la máquina (transformadores de tensión, bombas hidráulicas, compresores, depósitos...).





Montaje de la D835 en el exterior del túnel, en 2018.



Ataque a la boca del túnel y circulación de un tren por el interior de la perforadora, en 2018.



El reducido espacio de trabajo entre la bóveda del túnel y la máquina.

Esta solución constructiva se ha probado con éxito desde mediados de la pasada década en la ampliación de media docena de túneles de la red convencional alemana, aunque siempre se ha realizado con locomotoras diésel en vías sin electrificar. En el caso de los túneles guipuzcoanos, Adif AV ha ido un paso más allá y ha optado por una evolución más avanzada de los sistemas empleados en Alemania, lo que está permitiendo, por primera vez, que los trabajos de excavación y sostenimiento se realicen en una vía electrificada, con trenes alimentados por la catenaria instalada en el interior del túnel circulando durante la obra.

El objetivo de la actuación es ampliar la sección del túnel para implantar los nuevos gálibos GCE y GEC16 uniforme, que son los previstos en las líneas acondicionadas de ancho mixto para alcanzar la interoperabilidad con las redes europeas, según lo previsto por la Instrucción ferroviaria de gálibos del Ministerio de Fomento de agosto de 2015. Con la implementación de esta norma, los túneles de este tramo serán aptos para la implantación de las autopistas ferroviarias.

Proceso constructivo

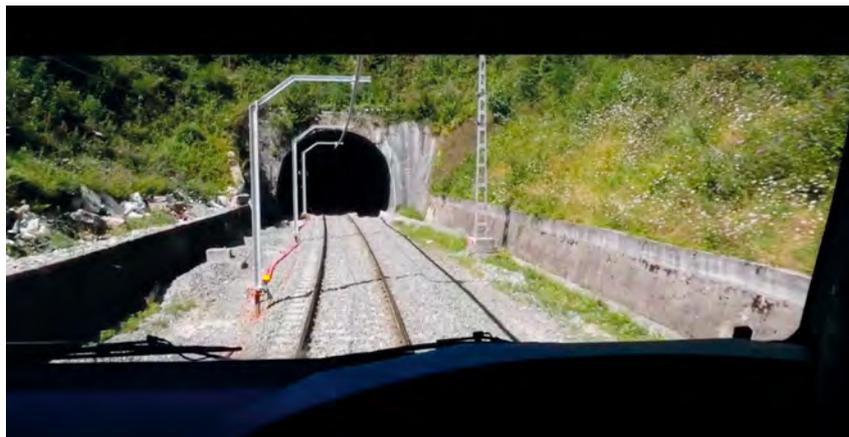
La ampliación de sección de los túneles comenzó por el de mayor longitud, el de Gaintzurizketa, que en el momento de la suspensión de la obra había completado 214 pases de avance (longitud de túnel que se puede avanzar de forma segura previa a la estabilización de la sección y del frente de excavación) y 215 m de excavación, es decir, el 40 % de la longitud del túnel. La nueva adjudicataria reanudó los trabajos interrumpidos en el subterráneo y a finales del pasado mes de julio la máquina D835 se encontraba a 312 m del emboquille



Trabajos de sostenimiento en la superficie ampliada del túnel.

de entrada, lo que significa que todavía quedaba por ampliar el 42 % de la longitud del subterráneo.

De forma previa a la excavación se llevaron a cabo dos actuaciones en el interior del túnel: el paso de la doble vía a una vía única central y el desplazamiento de la catenaria lateral a la zona central. Ambas actuaciones, que quedan protegidas por el escudo de la D835, permiten la circulación de los trenes, aunque con menos frecuencias que antes de las obras de ampliación al reducirse a la mitad la capacidad de la línea en este tramo. También se instalaron las cimentaciones prefabricadas para las guías de rodadura por donde circula la máquina. En el exterior de Gaintxurizketa se procedió al ensamblaje de las distintas partes de la máquina, un proceso que se prolongó durante cinco semanas, más otras dos de legalización, tiempos que Adif AV



Boca del túnel de Gaintxurizketa, ya con vía única.

espera optimizar en los próximos túneles.

La excavación interior se realiza por pases de avance, cuya longitud media es de 1 metro. En una secuencia tipo, la D835 sujeta la bóveda con la unidad de protección y excava la sección mediante tres brazos móviles dotados de martillos hidráulicos, que perforan

el revestimiento y el terreno hasta alcanzar la sección final prevista. El terreno de Gaintxurizketa lo forman materiales del Cretácico, con alternancia de tramos de megaturbidita y de margocalizas grises con bancos de lutitas y limolitas, que resultan competentes para la excavación mecanizada. El material sobrante es evacuado mediante ve-

hículos que acceden a la zona entre la máquina y la sección excavada. Sobre la superficie excavada, las cabezas de gunitado de la máquina proyectan una primera capa de hormigón, seguida del montaje manual de un arco de cerchas metálicas de sostenimiento, completando así el pase de avance. La proyección posterior de una segunda capa de gunita completa el sostenimiento provisional. Por último, se ejecuta el drenaje, la impermeabilización y el hormigonado final. Al término de cada pase, la nueva sección del túnel tiene una anchura de 11,2 m metros y una altura máxima de casi 7 m.

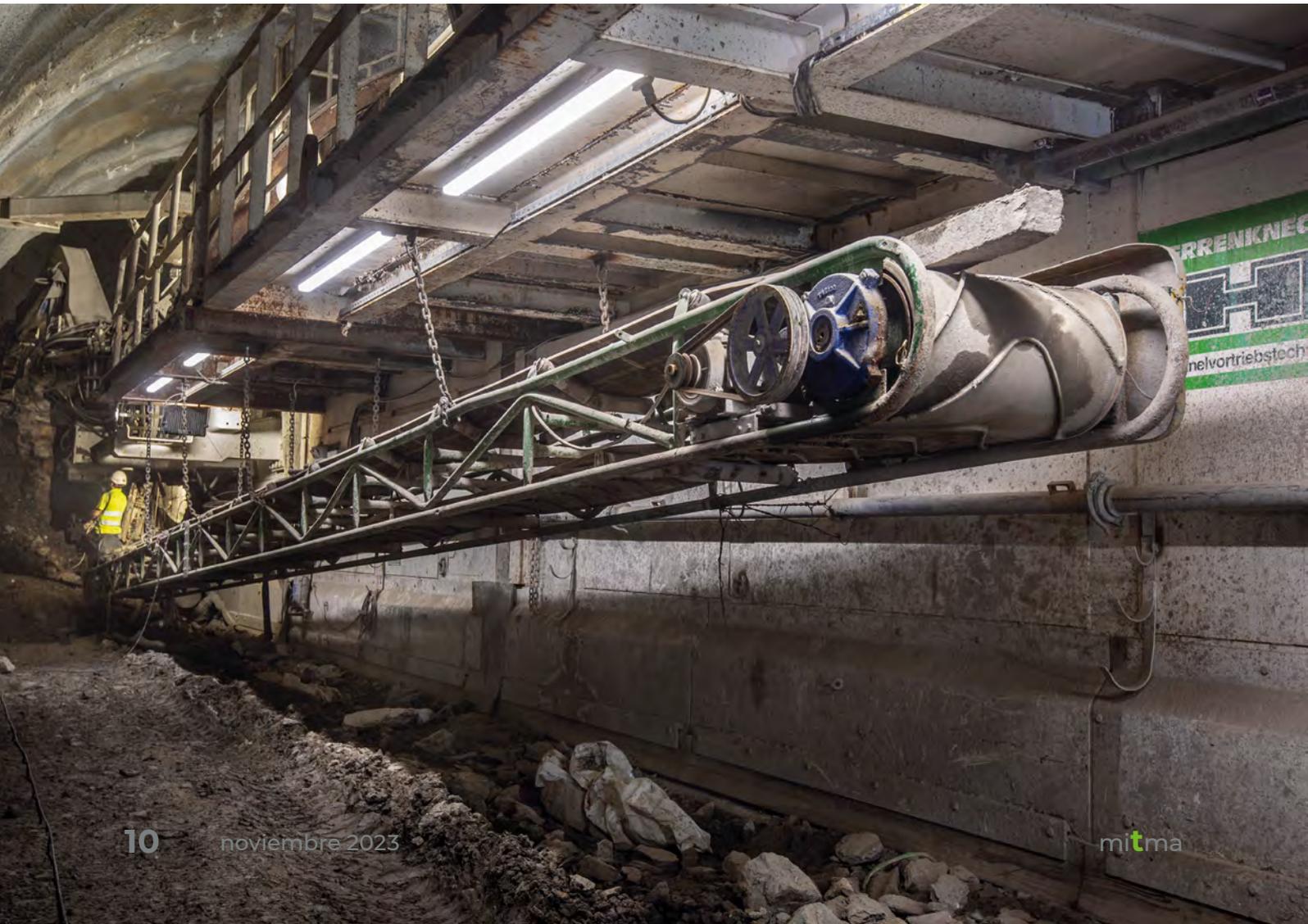
Con el gálibo ya ampliado y la máquina fuera del túnel, las siguientes etapas corresponden al montaje de la infraestructura

y la superestructura ferroviarias. Primero se procede al ripado (desplazamiento lateral) de la vía provisional y a la ejecución de los soportes y la catenaria definitiva de la futura vía 1. Estas obras permiten el paso de las circulaciones por la vía provisional y dejan espacio suficiente para realizar las actuaciones necesarias para ejecutar la vía 2: hormigonado de losa y andén, montaje de vía definitiva sobre placa de hormigón e instalación de la catenaria definitiva. A su término, los trenes pasan a circular por la misma mientras en la vía 1 se replican las actuaciones ejecutadas previamente en la vía 2. La fase de instalaciones y acabados culmina el proceso constructivo.

La ampliación del gálibo del túnel de Gaintxurizketa es una ac-

tuación de gran complejidad, sobre todo en la fase de excavación, al desarrollarse en espacios confinados y muy reducidos que dificultan la movilidad de los operarios. Este hecho condiciona la ejecución de trabajos como la colocación manual de las cerchas de sostenimiento o la evacuación del material sobrante, lo que se traduce en un avance más lento de lo deseado, según responsables de Adif AV. No obstante, la obra progresa actualmente de acuerdo con las previsiones y se estima que la D835 alcanzará su destino a finales de este año. Será entonces cuando se trasladará a los otros dos túneles, de menor longitud, para culminar la que es una de las obras subterráneas de ferrocarril más singulares de los últimos años en España. ■

Sección lateral ampliada y cinta extractora de escombros de la perforadora.



Conectando con la movilidad del
FUTURO



El viaje a la **nueva movilidad**
no ha hecho más que empezar

VERTEBRADORA
MULTIMODAL
SOSTENIBLE





La UE adopta la **Declaración de Barcelona** para impulsar la movilidad

Los ministros de Transportes de la Unión Europea han acordado adoptar la Declaración de Barcelona, un manifiesto que reconoce el papel crucial de la movilidad para avanzar en la cohesión social y territorial de Europa, tanto en las zonas urbanas, rurales e insulares, como en las periféricas o transfronterizas de los Estados miembros.

La Declaración de Barcelona promueve una red integrada de transporte que garantiza el acceso a la educación, el trabajo y la vivienda, mediante una movilidad más asequible, accesible y equitativa en el marco de la descarbonización, digitalización y seguridad del sector.

Este documento, suscrito en el marco de la Presidencia española del Consejo de la UE, incluye políticas de transporte y proyectos pilotos innovadores que tienen como objetivo: mejorar la calidad de la vida de las personas, prestando especial atención a las personas con discapacidad o movilidad reducida; incorporar la perspectiva de género e igualdad en la planificación y diseño de las infraestructuras; mitigar los casos de pobreza en la movilidad por el territorio comunitario; y aplicar estrategias de seguridad vial que incluyan medidas para proteger a los usuarios más vulnerables de la vía, especialmente a los peatones, ciclistas y motociclistas. Y todo ello, a través de un uso eficiente de los recursos públicos y potenciando el desarrollo de las infraestructuras y servicios públicos.

De esta forma, la Declaración de Barcelona marca el camino para alcanzar una conectividad efectiva en todo el territorio de la Unión Europea, y apoya el recorrido ya iniciado por la Comisión Europea con el Pacto Verde Europeo o la Estrategia de Movilidad Sostenible e Inteligente, que impulsan un sector de transporte más sostenible, resiliente y digital. 🌱

XXVII Congreso Mundial de la Carretera, en Praga

La ministra de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, Raquel Sánchez, ha defendido en el XXVII Congreso Mundial de la Carretera, celebrado en Praga, el importante papel de la innovación y la colaboración internacional para mejorar la sostenibilidad de la infraestructura viaria y alcanzar la meta de cero fallecidos en 2050.

La ministra ha querido resaltar los grandes desafíos globales a los que se enfrenta la carretera: el cambio climático, la sostenibilidad y la seguridad vial, destacando que para su consecución es necesario impulsar la innovación mediante el desarrollo de nuevas tecnologías, y apostar por la sostenibilidad como estrategia para mitigar el impacto ambiental. En este aspecto de lucha contra el cambio climático destaca la toma de medidas que favorezcan la reducción del uso de combustible fósiles, la reutilización de materiales en la construcción de firmes y el uso de la bicicleta en los desplazamientos cotidianos.

Como ejemplo de innovación y sostenibilidad, el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma) ha presentado el proyecto de la carretera de La Costa en la isla de La Palma, una obra sin precedentes en la construcción de carreteras sobre lava reciente, con innumerables retos técnicos y ambientales, que ha permitido restituir la movilidad en el valle de Aridane, tras la erupción del volcán Cumbre Vieja.

Por otro lado, desde Mitma se están desarrollando políticas orientadas a la consecución de la "Visión Cero" en la seguridad vial, que tiene como objetivo minimizar al máximo las lesiones y llegar a cero fallecimientos en accidentes de tráfico en 2050. Para lograr este objetivo, se está prestando especial atención al mantenimiento y conservación de las infraestructuras viarias, así como a la implantación de sistemas de gestión basados en medidas preventivas que traten de evitar que se produzcan accidentes o que, si se producen, sean de la menor gravedad posible. Con la meta de cero muertes en 2050, se ha pasado de 5776 fallecidos en carretera en el año 2000, a 1145 en el año 2022, con un ritmo de reducción mucho más rápido que la media de la Unión Europea en los últimos 20 años.

Además de las mencionadas, existen otras medidas impulsadas por Mitma para afrontar con eficiencia la gestión de la seguridad vial y la movilidad sostenible, como son: el procedimiento de Compra Pública de Innovación, que implementa soluciones innovadoras que mejoran la seguridad viaria mediante la colaboración público-privada; el Paquete de Seguridad Vial; y el paquete de Medidas de Ecologización del Transporte de Mercancías. 🌱

La Variante de Pajares

Simulacro de emergencia de uno de los trenes más largos del mundo

Adif ha realizado un simulacro de emergencia a escala real en la Variante de Pajares con un tren de viajeros en uno de los túneles más largos del mundo (25 km) de la Línea de Alta Velocidad León-Asturias.

La Variante de Pajares salva el paso bajo la Cordillera Cantábrica y el importante desnivel existente entre la provincia de León y Asturias, y representa un reto en ingeniería y construcción al transcurrir el 80 % de su trazado en túnel, además, aúna la alta velocidad y el tráfico de mercancías en una misma línea, convirtiéndose por estas razones en la obra ferroviaria más compleja de España.

El ejercicio, que forma parte de las pruebas previas a la puesta en servicio de esta infraestructura, ha simulado el descarrilamiento con incendio de un tren de viajeros en el interior de uno de los tubos de los túneles de base. En el simulacro han participado más de 400 personas, entre equipos de Adif y Renfe, Bomberos, Guardia Civil, Policía Local, Protección Civil, emergencias sanitarias de Asturias y figurantes, que han actuado como viajeros.

El desarrollo de este ejercicio ha servido para comprobar el funcionamiento del Plan de Autoprotección (PAU) y del Plan de Actuación, Evacuación y Rescate del tren (PAER) de los túneles de la Variante de Pajares; medir los tiempos de evacuación; y verificar los protocolos de actuación y coordinación entre los servicios de emergencia.

Asimismo, el simulacro ha incluido la activación de un tren de rescate Acuda, procedente de León, para el traslado de los viajeros del tren incidentado, además del despliegue del Plan de Asistencia a las Víctimas de Accidentes Ferroviarios y sus Familiares (PAVAFF).

Finalmente, la Variante de Pajares incorporará a Asturias a la alta velocidad, acortará tiempos de viaje, incrementará la capacidad y fiabilidad de la conexión León-Asturias e impulsará el tráfico de mercancías.

Previsión de apertura

Tras el éxito de los simulacros de emergencia realizados en la Variante de Pajares que han permitido comprobar la idoneidad del funcionamiento de los túneles, Mitma prevé que en las próximas fechas se pueda concretar el comienzo del nuevo ser-

vicio de alta velocidad para viajeros y mercancías entre Asturias y León.

La entrada en servicio de la Variante de Pajares representa un salto de seguridad sin precedentes, desde el punto de vista de su trazado, ya que dará paso a un trazado de doble vía 37 kilómetros más corto que el actual, de menor pendiente y con menor altura geográfica, lo que significa que estará menos expuesto a las inclemencias invernales.

La empresa Talgo ha comunicado al Ministerio de Transportes que comenzará a entregar en diciembre los nuevos trenes S-106, denominados Avril, una vez se haya finalizado el proceso de homologación de los mismos ante la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria.

A partir del momento en que se produzca la entrega de los primeros trenes, se podrán iniciar las pruebas necesarias para la puesta en marcha de la línea, en concreto, la validación de estos trenes en la infraestructura nueva por la que deberán circular y el proceso de formación de maquinistas. Tras superar estas pruebas, los nuevos trenes podrían entrar en funcionamiento, si todo sale según lo previsto, en el primer trimestre del año próximo. 🌍





URBAN MOBILITY DAYS 2023

4-6 October 2023
Seville (Spain)



European Commission | Sevilla. U=23 #UMD23 #UrbanMobility

Urban Mobility Days

La ministra en funciones de Mitma, Raquel Sánchez, ha inaugurado en Sevilla la tercera edición de los "Urban Mobility Days", la feria europea de la movilidad urbana, organizada por la Comisión Europea en el marco de la Presidencia española del Consejo de la UE.

Durante el acto, Raquel ha señalado la importancia de alinear las políticas de movilidad activa a nivel nacional, regional y local, para que sean más eficientes, mejoren la conectividad y faciliten el acceso a las oportunidades.

A través de la colaboración entre las administraciones y los agentes implicados, el Ministerio de Transportes pretende impulsar la utilización del transporte público con el objetivo de conseguir ciudades y espacios más sostenibles, verdes y seguros. Y, de esta manera, ayudar a combatir la inflación y reducir la dependencia económica y el consumo de combustibles fósiles.

Destaca la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada, impulsada por Mitma, que está destinada a trabajar en los desafíos y soluciones para alcanzar una movilidad urbana y sostenible. Para llevar a cabo esta estrategia, ha sido fundamental el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y los fondos europeos NextGenerationEU, que han permitido la financiación de numerosas iniciativas destinadas a fomentar el transporte público, la descarbonización y una movilidad más activa y segura.

Durante su discurso, Raquel ha puesto de ejemplo la ciudad de Sevilla, donde gracias al Plan de Recuperación se han destinado más de 100 millones de euros para carriles bici, compra de tranvías o autobuses 100 % eléctricos. Destaca también el impulso a la ampliación de la línea 3 del metro de Sevilla y el estudio de la conexión ferroviaria entre la Estación de Santa Justa y el aeropuerto.

Finalmente, en sintonía con los planes y medidas citados para promover una movilidad urbana sostenible y segura, la Comisión Europea ha presentado la Declaración Europea de la Bicicleta, donde señala a la bicicleta como el medio clave en la nueva movilidad activa de los entornos urbanos.

Remodelación y ampliación de la estación de Ourense

El Consejo de Ministros ha autorizado al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana a licitar, a través de Adif Alta Velocidad, las obras de ampliación y remodelación de la estación de Ourense por un valor estimado de 134,8 millones de euros.

El proyecto transformará la estación de Ourense, triplicando el espacio para viajeros y dotándola de once vías, de las cuales, tres se destinarán a la alta velocidad. De esta manera, la nueva estación se convertirá en un nodo de movilidad sostenible e intermodal en el noroeste del país, para responder al incremento de tráfico asociado a la liberalización y a la modernización de la línea de Monforte de Lemos y Lugo.

Además, preservará y pondrá en valor el edificio de la estación y sus elementos históricos, y promoverá la integración del ferrocarril en la ciudad y su permeabilidad, generando un nuevo espacio urbano para los ciudadanos con zonas verdes, pasarelas peatonales, rampas y escaleras.

A pesar del desafío técnico que implica la dimensión del proyecto, destaca el enorme reto de coordinar todos los trabajos de las obras mientras se mantiene en servicio la estación.

Las actuaciones se enmarcan en el convenio suscrito entre Mitma, que remodelará la estación ferroviaria y la permeabilidad del ferrocarril; la Xunta de Galicia, que desarrollará la terminal de autobuses; y el Ayuntamiento de Ourense, que cederá terrenos y modificará el plan de ordenación municipal para adaptarlo a las actuaciones.

La construcción de la nueva estación intermodal de Ourense contribuirá a varios Objetivos de Desarrollo Sostenible y podrá ser cofinanciada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).



Innovación para una aviación más segura y sostenible



La secretaria general de Transportes y Movilidad, María José Rallo, ha inaugurado en Sevilla la Conferencia Anual de Seguridad, un encuentro internacional organizado por la Agencia Europea para la Seguridad Aérea y la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, para analizar cómo las nuevas tecnologías pueden contribuir hacia un transporte aéreo más seguro y sostenible.

En el marco de la Presidencia española del Consejo de Unión Europea, este acto ha resaltado el compromiso del Ministerio de Transportes para alcanzar los objetivos del sector aéreo: descarbonización, seguridad y eficiencia, siendo la innovación la palanca de cambio que puede hacer real su consecución.

Durante su intervención, Rallo ha destacado la transición a combustibles de aviación sostenibles (SAF), el desarrollo de aeronaves más eficientes y la optimización de las rutas de vuelo, como ejemplos de medidas que se están llevando a cabo a nivel nacional e internacional para reducir las emisiones de carbono, la contaminación acústica y el impacto global de esta industria en el medio ambiente.

Estos SAF proceden de recursos renovables y reducen significativamente la cantidad de gases de efecto invernadero que emiten las aeronaves en comparación con los combustibles convencionales. La Unión Europea, con la propuesta del reglamento ReFuelEU, ya ha fijado objetivos ambiciosos sobre su uso.

Entre otras tecnologías, la secretaria general ha subrayado la importancia del desarrollo de la inteligencia artificial como otro de los grandes cambios transformadores en la aviación para mejorar su eficiencia y seguridad, ya que funcionalidades como el mantenimiento predictivo pueden avisarnos con antelación de los fallos en los equipos, reduciendo así el riesgo de accidentes y siniestros en el sector aéreo. 🌐

Mitma licita las obras del último tramo de la autovía A-23 entre Lanave y Sabiñánigo Sur

El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ha licitado por más de 115 millones de euros las obras del proyecto de terminación de la autovía A-23 entre Lanave y Sabiñánigo Sur, en la provincia de Huesca. La autovía Mudéjar A-23 comienza en Sagunto (provincia de Valencia) y finaliza en Lanave (provincia de Huesca) con un total de 394 kilómetros.

El nuevo tramo, con una longitud de 8,7 kilómetros y una velocidad de proyecto de 120 km/h, inicia en el enlace construido de Lanave y finaliza en Sabiñánigo Sur, conectando con un tramo de 2,5 kilómetros de autovía ya en servicio entre Sabiñánigo Sur y Sabiñánigo Este. De esta forma, la actual carretera N-330 quedará como vía de servicio y se ejecutará un nuevo enlace en Ipiés y un semienlace en Sabiñánigo Sur, al final del tramo.

Las estructuras principales que contempla este proyecto son: dos viaductos sobre el río Gállego, de 270 y 183 me-



tros, respectivamente; dos viaductos sobre el canal de Jabarrella, de 120 y 147 metros; y un viaducto sobre el barranco de Fanlo, de 69 metros de longitud. Además, se disponen cuatro pasos bajo la autovía, dos pasos sobre ella y hasta 920 metros de muros.

El nuevo tramo Lanave-Sabiñánigo Sur permitirá cerrar el itinerario de la autovía Mudéjar A-23 entre Sagunto y Jaca, evitando el "cuello de botella" que existe en la carretera N-330 y que implica retenciones habituales de tráfico en temporada de esquí, verano y festivos. 🌐





Airspace Integration Week

El secretario de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, David Lucas, ha inaugurado la primera edición de la Airspace Integration Week, donde ha defendido que el Cielo Único Europeo contribuirá a mejorar la conectividad, la eficiencia y la reducción de emisiones contaminantes del sector aéreo, al mismo tiempo que favorecerá la vertebración territorial, la cohesión social y el crecimiento inclusivo mundial.

Durante su intervención, el secretario de Estado ha destacado que las industrias del sector aéreo y espacial están aunando sus esfuerzos para dar respuesta a tres grandes desafíos: la integración segura, eficiente y sostenible de la gestión del tráfico aéreo convencional (ATM); la gestión del tráfico aéreo de los nuevos actores, como son los drones, denominada U-Space (UTM); y la gestión del tráfico espacial (STM).

Este evento toma cabida en un momento muy relevante para el sector de la aviación, ya que se encuentra recuperándose, tras la paralización de la pandemia, con muy buenas cifras. De hecho, España en 2022 logró que el tráfico aéreo alcanzara el 92,2 % de los movimientos registrados en 2019 y, este verano de 2023 se ha registrado el mayor número de vuelos de la historia de la aviación española, con una media de 7200 operaciones diarias.

También, el secretario de Estado ha querido destacar el compromiso del Ministerio con la sostenibilidad mediante el desarrollo y la implementación de políticas que impulsan la reestructuración del espacio aéreo y la coordinación civil-militar. Las medidas que contemplan estas políticas promueven un uso flexible del espacio aéreo y favorecen la elección de rutas más optimizadas y eficientes que contribuyen a reducir significativamente el ahorro de combustible y las emisiones a la atmósfera. Ejemplo



de ello ha sido la implantación del concepto operacional "Free-Route" que ha incrementado la eficiencia del sector en un 2 % en los ocho primeros meses del año.

Asimismo, el Plan de Vuelo 2025 de ENAIRE, dotado con una inversión de 757,8 millones de euros, apuesta por la modernización tecnológica, la transformación digital y la sostenibilidad, con un esfuerzo constante en la seguridad.

Tras finalizar el acto, David Lucas visitó el stand de ENAIRE, Ineco y SENASA, y resaltó el papel del transporte aéreo como motor fundamental para la creación de empleo y riqueza en sectores como el turismo, la industria aeroespacial, el comercio y la logística. En sus respectivos stands, ENAIRE presentó avances tecnológicos que incluían simuladores virtuales para la formación de controladores aéreos y sistemas innovadores de gestión del tráfico aéreo. Ineco enfocó su atención a proyectos basados en inteligencia artificial, como la iniciativa Twineco, un gemelo digital diseñado para optimizar el funcionamiento de las infraestructuras de navegación aérea. Senasa, por su parte, presentó sus capacidades y novedades en cuanto a formación y consultoría técnica en control de tráfico y sistemas aéreos no tripulados. 🌐

Mitma licita la ampliación de la A-7 en Alicante



El Ministerio de Transportes ha licitado, por 105 millones de euros, las obras de ampliación a tercer carril de la Autovía del Mediterráneo A-7 entre los puntos kilométricos 528 y 545, tramo comprendido entre Crevillente (donde enlaza con la AP-7) y el enlace de Orihuela/Benferri, en la provincia de Alicante.

El objetivo de esta actuación es aumentar la capacidad de la autovía de dos a tres carriles por calzada, a lo largo de 17 kilómetros, para dar continuidad al tramo de tres carriles entre Elche y Crevillente. La sección tipo de la ampliación es de 3,50 metros de carril, 2,50 metros de arcén derecho y 1,60 metros de berma exterior. Además, en lo que respecta a las estructuras, se ampliará la plataforma de 15 viaductos y se adaptará el gálibo horizontal de 13 pasos superiores.

Asimismo, se remodelarán los enlaces de Crevillente-Catral, Albaterra-San Isidro, Granja de Rocamora-Cox, N-340 Redován y Orihuela-Benferri, para ser transformados en enlaces de tipo diamante con glorietas. 🌐

Tecnología satelital para impulsar el ferrocarril

En el marco de la Presidencia española del Consejo de la Unión Europea, el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ha inaugurado, en las instalaciones del CEDEX, el evento europeo “Espacio para la Innovación en el Ferrocarril –Hacia el ERTMS por Satélite–”, organizado junto a la Agencia de la Unión Europea para el Programa Espacial, la Agencia Ferroviaria de la Unión Europea y la Empresa Común para el Ferrocarril Europeo.

Esta edición se enfoca en la integración de la tecnología satelital, especialmente los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS), en el sector ferroviario, con énfasis en su implementación en el Sistema Europeo de Gestión del Tráfico Ferroviario (ERTMS). Los componen-



tes clave del programa espacial europeo, como Galileo, EGNOS e IRIS también van a ser analizados en profundidad para mejorar la información sobre la posición de los trenes en tiempo real.

De esta forma, la tecnología satelital se convertirá en un factor clave para impulsar un sistema de transporte ferroviario verde y sostenible en Europa, que apuesta por las últimas innovaciones y avanza hacia la seguridad, eficiencia, rentabilidad y descarbonización del sector. 🌍

Inauguración de la XVI BEAU en Sevilla

El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ha inaugurado la exposición de la XVI Bienal Española de Arquitectura y Urbanismo (BEAU) en la Real Fábrica de Artillería de Sevilla, que podrá visitarse en este espacio histórico de la ciudad andaluza hasta el 20 de noviembre.

La BEAU, organizada por Mitma en colaboración con el Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España (CSCAE) y la Fundación Arquía, es una cita cultural que, cada dos años, invita a reflexionar sobre la estrecha relación entre la arquitectura y el desarrollo colectivo e individual de sus habitantes, en sintonía con el lema general de la Bienal “Somos la arquitectura que vivimos”.

Esta decimosexta edición española reconoce y premia los trabajos más

relevantes de la arquitectura y el urbanismo de los dos últimos años (2021-2022), y pone de manifiesto la capacidad de la arquitectura para transformar el futuro a través de las inquietudes del presente.

La convocatoria pública, dividida en tres categorías –Obras, Investigación y Difusión, y Proyectos Fin de Carrera– ha premiado un total de 55 trabajos: 20 correspondientes a Obras, 10 dentro de la categoría Investigación y Difusión, y 25 Proyectos Fin de Carrera. Las propuestas seleccionadas demuestran un fuerte compromiso social y cultural, con una activa contribución a la mejora futura de áreas tanto públicas como privadas, así como de entornos urbanos y territoriales.

El proyecto expositivo, articulado alrededor del concepto “cajas de

tiempo”, se estructura en torno a cinco horizontes –Nuevos programas, Acciones comunes, Raíces locales, Lógicas constructivas y Escalas precisas– que exploran nuevas formas de organizar espacios, establecer lógicas constructivas, revalorizar espacios públicos, mejorar la relación entre las personas y su entorno e interpretar la tradición y cultura local en un contexto globalizado.

La BEAU, perteneciente al Programa de Promoción Difusión e Internacionalización de la Arquitectura de la Dirección General de Agenda Urbana y Arquitectura, tiene como objetivo estratégico proyectar la arquitectura española como referente internacional de una arquitectura contemporánea que sabe combinar la identidad cultural, histórica y artística de su patrimonio con la innovación y la modernidad. 🌍

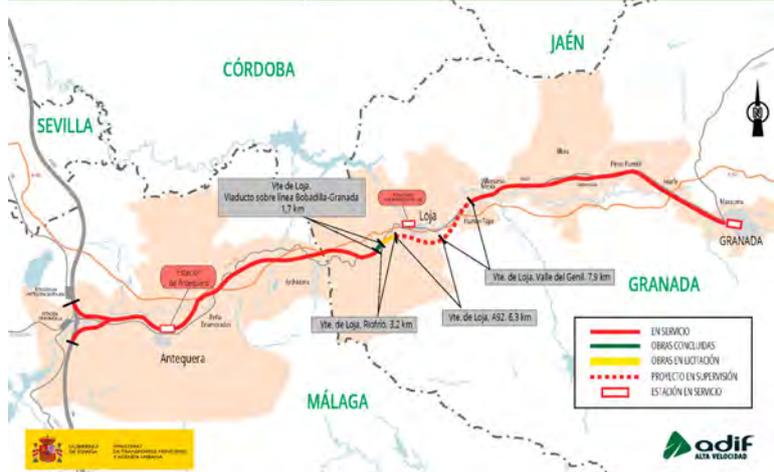




Mitma licita las obras de un nuevo tramo ferroviario de la Variante de Loja

VARIANTE DE LOJA

LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD ANTEQUERA-GRANADA



El Consejo de Ministros da luz verde a Mitma para licitar, a través de Adif AV, la construcción de un nuevo tramo de 3,2 kilómetros de la Variante de Loja, perteneciente a la Línea de Alta Velocidad Antequera-Granada, en la provincia de Granada.

El nuevo tramo "Variante de Loja-Riofrío", dotado de plataforma para vía doble con ancho estándar, mejorará los servicios y las relaciones ferroviarias con Granada, a través de un nuevo trazado de alta velocidad que contribuirá a la permeabilidad de la localidad lojeña.

La actuación contempla 17 obras de drenaje, dos pasos superiores, la reposición de las carreteras A-341 y A-4153, y la plataforma sobre la que se ubicará la futura estación de alta velocidad de Loja, cuyo proyecto se encuentra en fase de redacción. Destaca el enorme reto técnico que ha supuesto la preservación del entorno natural, debido a la presencia de un acuífero.

Las obras de este nuevo tramo "Variante de Loja-Riofrío" cuentan con un presupuesto estimado de 48,6 millones de euros y podrán ser cofinanciadas por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

Finalmente, la Variante de Loja tendrá una longitud total de 19 kilómetros, de los cuales 3,2 kilómetros pertenecen a este nuevo tramo; 14 kilómetros se encuentran en fase de proyecto (Variante de Loja-A-92 y Variante de Loja-Valle del Genil); y los restantes forman parte del viaducto sobre la línea convencional Bobadilla-Granada, que ya se encuentra finalizado.

Mitma promueve el programa de ecoincentivos marítimos en la European Shipping Summit

El director general de la Marina Mercante, Benito Núñez, ha representado al Gobierno español en el encuentro organizado por la Asociación de Armadores de la Unión Europea (ECSA) en Bruselas los días 19 y 20 de septiembre. En su ponencia, celebrada el día de la inauguración, habló de la puesta en marcha del programa de ecoincentivos marítimos de España, dirigido a los usuarios de servicios de transporte marítimo de carga rodada que demuestren ahorro de costes externos.

En la primera fase, que acaba de finalizar, se han solicitado 8 millones de euros para 45 servicios marítimos que contemplan 118 rutas. El objetivo de los ecoincentivos es promover el transporte de carga por mar y reducir el coste externo dentro de la UE.

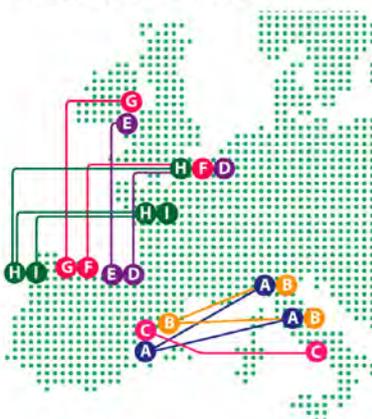
Programa de Apoyo al Transporte Sostenible y Digital Eco-incentivo marítimo

Solicitud de ayudas segunda convocatoria



PUERTOS DE ORIGEN Y DESTINO ELEGIBLES*

ITINERARIOS DE LAS NAVIERAS COLABORADORAS



Línea

- A Valencia ↔ Livorno-Savona
- B Barcelona ↔ Livorno-Savona
- C Sagunto ↔ Salerno
- D Bilbao ↔ Zeebrugge-Antwerp
- E Bilbao ↔ Rosslare
- F Santander ↔ Zeebrugge
- G Santander ↔ Dublín
- H Vigo ↔ Montoir-Zeebrugge
- I Vigo ↔ Montoir

Entidad colaboradora

- Grimaldi
- Grimaldi
- Grimaldi
- Finnlines
- Britanny Ferries
- CLdN RoRo
- CLdN RoRo
- Flota Suardiaz
- Suardiaz Atlántica

*No se incluyen las escalas intermedias



Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU



Invied vende a Mitma los terrenos de Campamento para la construcción de vivienda asequible

El Consejo de Ministros ha autorizado al Instituto de Vivienda, Infraestructura y Equipamiento de la Defensa (Invied) la venta de 1,63 millones de m² de terrenos de las instalaciones militares de Campamento (Madrid) a SEPES, organismo dependiente de Mitma.

La Entidad Pública Empresarial de Suelo (SEPES) pagará a Invied cerca de 272 millones para la adquisición de estos terrenos. Este procedimiento, de adjudicación directa, permite a SEPES adquirir siete fincas registrales, consiguiendo disponer de aproximadamente el 98 % de la propiedad, lo que le otorgará la iniciativa urbanística y poder liderar la mayor actuación de vivienda pública del país.

La actuación de Campamento es la intervención pública de regeneración urbana más importante de Madrid, y tiene como objeto la recuperación del suelo público de antiguos acuartelamientos militares, hoy en desuso, para convertirlos en un desarrollo urbanístico ejemplar en términos de sostenibilidad, innovación, eficiencia energética, movilidad y calidad de vida.

En sus 211 hectáreas, se edificarán alrededor de 10 700 viviendas asequibles, bajo un nuevo planteamiento urbanístico integrado con el tejido urbano existente, que garantizarán la calidad arquitectónica e impulsarán más espacios verdes, terciarios y equipamientos públicos en la zona. 🌍

Mitma dirige un simulacro de contaminación marina en Algeciras

El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, a través de la Capitanía Marítima de Algeciras y en colaboración con la Dirección General de la Marina Mercante (DGMM), ha dirigido un simulacro de contaminación marina por nube tóxica procedente de un vertido químico.

El ensayo simulado se ha realizado en la zona del pantalán de Cepsa del puerto de la Bahía de Algeciras, y pretende comprobar los procedimientos operativos que dan respuesta a un supuesto de contaminación química causado por la fuga de una sustancia nociva líquida (benceno), así como evaluar el grado de coordinación de los agentes implicados y la forma y tiempos en que se atiende la emergencia.

Este es el octavo ejercicio de estas características que se lleva a cabo en España dentro del proyecto europeo IRA-MAR. Los próximos simulacros de contaminación marina por nube tóxica se desarrollarán en los puertos españoles de: Tarragona, Barcelona, Las Palmas y Tenerife.

En enero de 2024, la DGMM celebrará además una reunión con todos los representantes internacionales del proyecto IRA-MAR e instituciones españolas que participan en las emergencias marítimas para mostrar las prácticas observadas y los puntos de mejora en la respuesta a este tipo de accidentes. 🌍



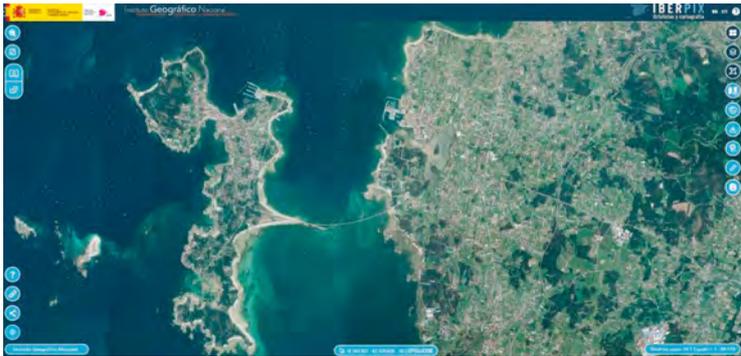


Convenio para la cobertura del Principado de Asturias y la Xunta de Galicia con imágenes aéreas

El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma) ha firmado dos convenios, uno con el Principado de Asturias y otro con la Xunta de Galicia, para la obtención de una cobertura completa de imágenes fotogramétricas digitales y ortofotografías aéreas de alta resolución en estos territorios.

Con estas actuaciones, que forman parte del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) que coordina el Instituto Geográfico Nacional en el marco del Consejo Superior Geográfico, se garantiza la cooperación entre administraciones para la producción, explotación y gestión de los recursos públicos en materia de información geográfica y cartográfica.

Los convenios serán desarrollados por el O. A. Centro Nacional de Información Geográfica, adscrito a Mitma, a través del Instituto Geográfico Nacional. El plazo de vigencia del convenio con el Principado de Asturias se extiende hasta el 30 de noviembre de 2024 y el convenio con la Xunta de Galicia hasta el 30 de junio de 2025, ambos con posibilidad de prórroga por periodos anuales, hasta un máximo de cuatro años adicionales. 



El IGN acoge GGOS DAYS 2023 en Alcalá de Henares

Entre el 20 y 22 de septiembre de 2023 el IGN acogió en su sede de Alcalá de Henares la celebración de los GGOS DAYS 2023, de Global Geodetic Observing System. En estas jornadas, multitud de geodestas de diferentes países se reunieron para debatir qué necesidades en términos de precisión, instrumentación y productos son requeridas para que la geodesia sea de utilidad para la sociedad. Se hizo énfasis en su uso para la monitorización del cambio global y aplicación en la mitigación y gestión de emergencias derivadas de estos cambios. El acto también se enfocó en la transmisión de los conocimientos y productos geodésicos a la sociedad y órganos de gestión, para que puedan ser tenidos en cuenta en la toma de decisiones.

Esta edición del congreso fue organizada por el Instituto Geográfico Nacional, que ha incrementado en los últimos años su participación en GGOS gracias a los trabajos que está realizando, junto con otros organismos españoles y portugueses implicados en geodesia, para formar una filial GGOS Iberatlántica. Esta filial promoverá las actividades geodésicas, facilitando la comunicación entre organismos y GGOS.

El comité organizador está formado por personal de la Red de Infraestructuras Geodésicas y el Observatorio de Yebes. Entre las distintas sesiones del congreso se organizó una visita al Observatorio de Yebes, el cual una vez tenga en funcionamiento su SLR se convertirá en uno de los core sites de GGOS y primera estación fundamental en España. 

mitma
actua

Inauguración de la exposición itinerante *Los mapas y la primera vuelta al mundo* en Vitoria-Gasteiz



El 14 de septiembre tuvo lugar en la Subdelegación del Gobierno de Álava (Vitoria-Gasteiz) la inauguración de la exposición itinerante "Los mapas y la primera vuelta al mundo". La expedición de Magallanes y Elcano, montada por el personal del Servicio de Documentación Geográfica y la Biblioteca del IGN. La muestra, que permanecerá abierta hasta el 19 de diciembre, fue inaugurada por el subdelegado del Gobierno de Álava, Javier Sáez, y por el jefe del Área del Registro Central de Cartografía del IGN, Marcos Pavo, quien también dirigió la visita guiada inaugural. Toda la información sobre la exposición está disponible en <https://www.ign.es/web/ic-salas-exposiciones>. 

Instituto Geográfico Nacional

www.ign.es



APLICACIONES
MÓVILES



NATURALEZA,
CULTURA Y OCIO



Plataformas digitales



@IGNSpain



@IGNSpain



IGNSpain



IGNSpain



IGNSpain

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

INSTITUTO
GEOGRÁFICO
NACIONAL



Mitma adjudica 1500 millones de euros a 198 municipios para financiar 1064 actuaciones de movilidad sostenible y digital

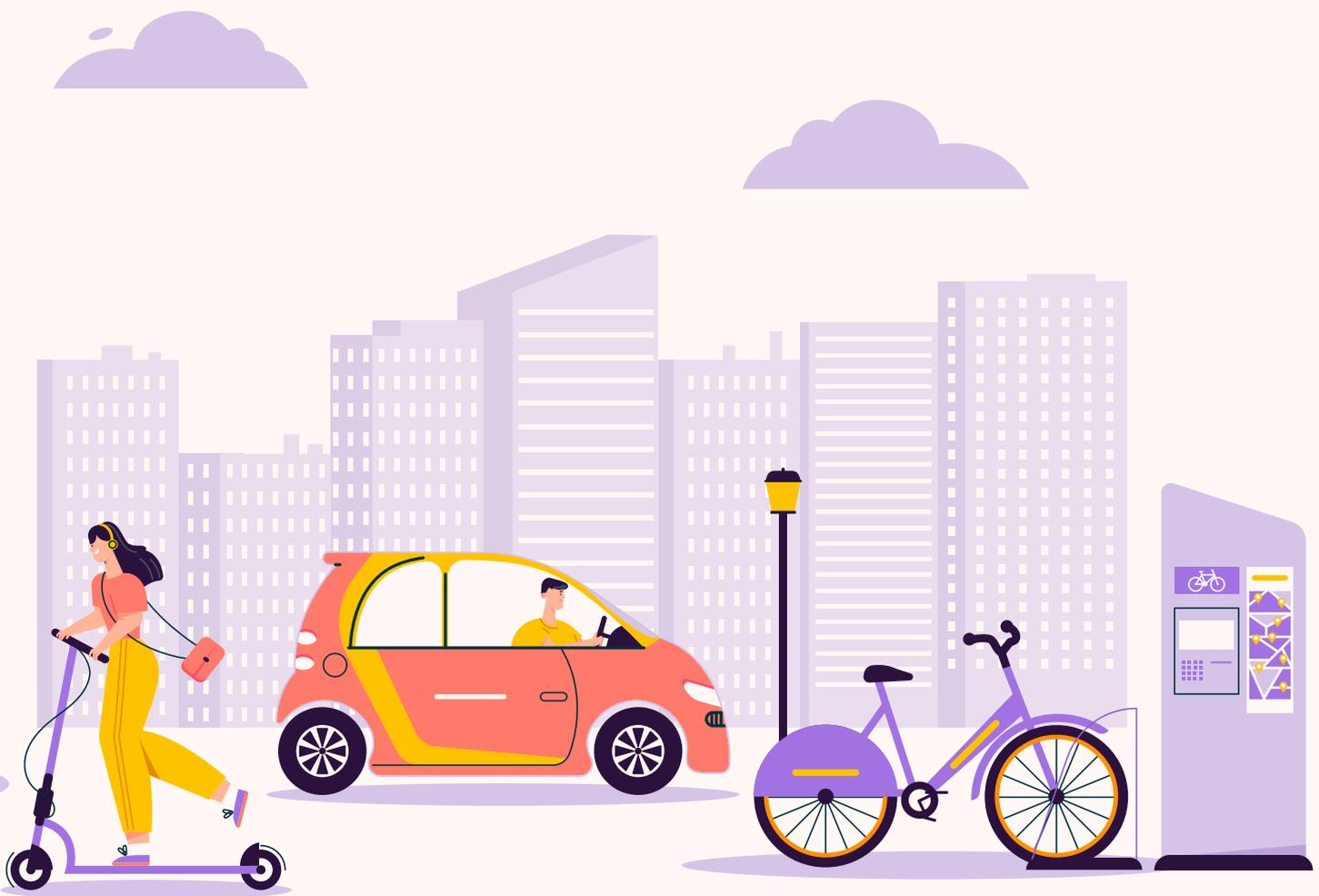
La transformación de la movilidad acelera con los fondos europeos



La transformación sostenible y digital de la movilidad urbana se ha acelerado de forma notable en los últimos años, tanto en las ciudades españolas como en las del resto de Europa. La creación y movilización de los fondos NextGenerationEU ha sido el “combustible” que ha alimentado este fenómeno. En el caso de España, el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma) ha logrado el hito de adjudicar 1500 millones de euros en ayudas a 196 municipios

y dos entes supramunicipales para financiar proyectos relacionados con la descarbonización del transporte y la movilidad. Unas subvenciones que van a promover actuaciones para implantar zonas de bajas emisiones, electrificar las flotas de transporte público o ganar espacio para los peatones y los ciclistas en las ciudades en detrimento del vehículo privado, lo que contribuye a mejorar la calidad del aire y a reducir los niveles de contaminación.

- Texto: Vicente Nieves Hernández;
Oficina de comunicación del PRTR



Las zonas de bajas emisiones (ZBE) han pasado de ser una rara avis en la composición de las ciudades de España y Europa a conformar una parte fundamental de muchas de ellas. Estos proyectos van mucho más allá de reducir las emisiones en calles o barrios concretos. Detrás de estas siglas hay una miríada de actuaciones e inversiones que complementan a las ZBE y que están transformando la movilidad y la sostenibilidad de cientos de ciudades. Aunque este es un proceso que aún se encuentra en ciernes, ya comienzan a aparecer los primeros estudios internacionales con resultados sobre el impacto de las ZBE y otras medidas similares en la calidad de vida de los ciudadanos.

La implantación de estas zonas, junto al resto de actuaciones derivadas, está ganando fuerza con la llegada de los fondos NextGenerationEU, tal y como revela el interés suscitado en muchos ayuntamientos y entes supramunicipales por este tipo de actuaciones. Los fondos europeos, articulados a través del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) y todos los programas que derivan del mismo, son el motor

del cambio que están empezando a experimentar algunas urbes españolas.

Buena prueba de ello ha sido la adjudicación de 1500 millones de



Movilidad urbana sostenible y conectada

Ayudas a municipios para la implantación de ZBE y la transformación digital y sostenible del transporte urbano



Balance de las dos convocatorias



MÁS INFORMACIÓN:
www.mitma.gob.es

euros a 198 entidades locales con más de 20 000 habitantes a través de la resolución de las dos convocatorias del Programa de ayudas a municipios para la implantación de zonas de bajas emisiones y la transformación sostenible y digital del transporte urbano. Todas estas medidas quedan englobadas en la inversión 1 del Componente 1, denominado Plan de choque de movilidad sostenible, segura y conectada en entornos urbanos y metropolitanos. Con el balance agregado de ambas convocatorias, todo hace indicar que Mitma no tendrá problemas para cumplir con el Objetivo CID #7.

En paralelo, Mitma ha transferido 1010 millones de euros de ayudas europeas del PRTR a las comunidades autónomas, Ceuta y Melilla para financiar sus inversiones directas en digitalización del transporte autonómico, reducción de las emisiones y mitigación del ruido, que comple-

Transporte público cero emisiones, Madrid.

Hasta 34 ayuntamientos de entre 20 000 y 30 000 habitantes han recibido 30,3 millones de euros.

mentan a otro nivel el programa señalado anteriormente y que se analiza en el presente artículo.

El balance de dos convocatorias

Este programa se ha dividido en dos convocatorias en concurrencia competitiva. La primera se resolvió en 2022, con la adjudicación de 1000 millones de euros a 173 beneficiarios (171 municipios y dos entes supramunicipales). La segunda se ha resuelto este pasado mes de julio y ha adjudicado 500 millones de euros a 112 municipios.

En balance, Mitma ha adjudicado **1500 millones de euros a 196**

municipios y dos entes supra-municipales, para financiar 1064 actuaciones destinadas a descarbonizar y digitalizar la movilidad.

Se estima que estas inversiones beneficiarán, de forma conjunta, a más de 25,8 millones de españoles.

Aunque a simple vista parece que las cuentas de beneficiarios no cuadran tras sumar los de la primera y la segunda convocatoria, lo cierto es que la explicación es bien sencilla: muchos de los municipios que acudieron a la primera convocatoria han repetido en la segunda, donde solo 25 ayuntamientos participaban por primera vez.



Se ha levantado el equivalente en carriles bici a la distancia por carretera entre Madrid y Algeciras.

De forma agregada (primera y segunda convocatoria), el Ayuntamiento de Madrid ha sido el mayor beneficiario en términos absolutos, ya que ha obtenido alrededor de 214 millones de euros en ayudas europeas. Le sigue Barcelona, con 108 millones de euros y, en tercer y cuarto lugar están Valencia y Sevilla con 57,9 y 42,4 millones de euros, respectivamente. Sin embargo, si se tiene en cuenta toda el área metropolitana de la capital catalana, son estos los beneficiarios que han recibido el mayor porcentaje de toda la asignación, el 34 %.

Aunque la diferencia adjudicada entre Barcelona y Madrid parece

grande –más de 100 millones de euros–, lo cierto es que la Ciudad Condal también ha recibido fondos a través del ente supramunicipal Área Metropolitana de Barcelona (AMB), que resultó beneficiario en la primera convocatoria con 40 millones de euros para llevar a cabo actuaciones tanto en Barcelona como en otros municipios de su área metropolitana.

Merece la pena comentar que el AMB es un organismo que sustituyó hace pocos años a tres entidades (Mancomunidad de Municipios del Área Metropolitana de Barcelona, Entidad del Medio Ambiente y Entidad Metropolitana

del Transporte) con la intención de racionalizar y simplificar la gobernanza. El Área Metropolitana de Barcelona es, hoy en día, la administración pública de toda esa zona geográfica, una gran conurbación urbana formada por 36 municipios, con una población de unos 3,3 millones de habitantes y una extensión de 636 kilómetros cuadrados, según los datos de 2021 del propio organismo rector. El segundo ente supramunicipal que ha logrado fondos europeos en el marco del programa ha sido la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona.

Pero no solo grandes ciudades y entes supramunicipales han aprovechado el programa. Hasta 34 ayuntamientos de entre 20 000 y 30 000 habitantes han recibido un total 30,3 millones de euros. Dentro de este elenco de ayuntamientos destaca, por ejemplo, Sant Joan Despí (Barcelona), que ha recibido más de 1,8 millones de

Zona de Bajas Emisiones en Rivas Vaciamadrid.



© Prado Cruz

Movilidad urbana sostenible y conectada

Ayudas a municipios para la implantación de ZBE y la transformación digital y sostenible del transporte urbano



Balance de las dos convocatorias

Principales actuaciones subvencionadas



164 M€

carriles bici



104 M€

medidas de calmado del tráfico



409 M€

para el aumento de espacios peatonales



150 M€

para la implantación de zonas de bajas emisiones



78 M€

sistemas públicos de alquiler de bicicletas



219 M€

para la adquisición de **1.027 autobuses 0 emisiones** y otros vehículos eléctricos



Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

euros, o Torrelodones, un municipio al noroeste de la Comunidad de Madrid, que ha obtenido algo más de 900 000 euros.

¿Cómo se está utilizando todo este dinero? Los municipios, entes supramunicipales y agrupaciones (estos últimos solo se pudieron presentar en la primera convocatoria) han puesto en marcha, desde la construcción de carriles bici hasta la peatonalización de calles, pasando por la inversión en flotas de cero emisiones –tanto de autobuses como de vehículos pesados para la recogida de residuos– y poniendo la guinda al pastel con las ZBE. Todas estas actuaciones tienen un fin definido: descarbonizar el transporte público colectivo y fomentar una movilidad activa y sostenible en las urbes.

Balance de las grandes inversiones

En total, se han adjudicado **409 millones de euros para aumentar el espacio para los peatones** en las ciudades; concretamente, para

desarrollar zonas e itinerarios peatonales y mejoras en la accesibilidad para los viandantes. También se han destinado, entre las dos convocatorias, 164 millones de euros para construir y ampliar carriles bici. Con esta última inversión **se prevé alcanzar en tramos de carriles bici el equivalente a la distancia por carretera entre Madrid y Algeciras**, es decir, algo más de 665 kilómetros. Cabe destacar, como ejemplo concreto, la ampliación de la red ciclista con carriles bici segregados y protegidos en el municipio madrileño de Rivas Vaciamadrid. Esta actuación, que se encuentra muy avanzada, cuenta con 1,3 millones de euros de financiación procedente del programa gestionado por Mitma.

Además, se han concedido 78 millones de euros a nivel nacional para financiar la implantación de sistemas públicos de alquiler de bicicletas y otros vehículos de movilidad personal. En este caso, por ejemplo, A Coruña recibirá fondos de la segunda convocatoria del pro-

grama para la ampliación y mejora del sistema público de alquiler de bicicletas Bicicoruña.

Otro aspecto destacable es la clara apuesta por las flotas de vehículos de cero emisiones. Entre los fondos asignados en las dos convocatorias –219 millones de euros– se calcula que se financiará la adquisición de más de **1000 autobuses de cero emisiones** y 49 vehículos eléctricos para la recogida de residuos.

Los proyectos concretos de creación de ZBE cuentan con una financiación total de 150 millones de euros. Se calcula que este dinero, junto con los fondos propios aportados por los municipios interesados, dará lugar a 86 proyectos finales que incluyen ZBE. Estas ayudas específicas para la creación y control de ZBE son solo para municipios de más de 50 000 habitantes y se materializarán a través de la implantación, por ejemplo, de la señalización e iluminación en pasos peatonales y zonas con peatones vulnerables, la

instalación de sistemas de control semafórico o de velocidad, la ampliación de aceras, disposición de vallas, jardineras o a través del establecimiento de supermanzanas. Así, por ejemplo, Mitma ha concedido al Ayuntamiento de Barcelona 1 487 603 euros para mejorar el control de sus zonas de bajas emisiones.

Otra vía para ayudar a descarbonizar el centro de las ciudades es la creación de aparcamientos disuasorios, estacionamientos que se ubican en zonas periféricas cerca de estaciones de cercanías, metro o paradas de autobús, y que permiten a los conductores estacionar sus vehículos y continuar sus trayectos hacia el centro de la urbe usando el transporte público colectivo.

Un buen ejemplo de este tipo de inversiones es el aparcamiento disuasorio de la calle Iturritxu, en Vitoria, que cuenta con una financiación de 256 113 euros por parte

de Mitma. Este aparcamiento tiene 101 plazas, junto a la entrada de la ciudad por el Puerto de Vitoria. Es un aparcamiento singular que se ha ganado la denominación de aparcamiento “naturalizado” debido a que únicamente se han asfaltado los viales por los que circulan los vehículos, mientras que el resto de la instalación forma parte de un gran espacio ajardinado.

¿Cómo se controla la ejecución de los planes?

Todas las inversiones y proyectos están supervisados muy de cerca por Mitma. Los municipios beneficiarios deben justificar al Ministerio el cumplimiento de la finalidad para la que se concedió la subvención, mediante la aportación de informes semestrales sobre el estado de los proyectos.

Hasta la fecha, se han terminado unos 38 proyectos, según

la información presentada por los beneficiarios en los informes de seguimiento. No obstante, se espera que en la próxima actualización de este dato se produzca un salto cuantitativo. Andalucía, Madrid y Cataluña son las regiones que lideran el número de proyectos ejecutados. Hay que tener en cuenta que estas comunidades autónomas son, también, las que acumulan un mayor número de beneficiarios en términos absolutos.

Todas estas actuaciones e inversiones buscan reducir de forma notable las emisiones contaminantes (SO₂, NO_x, NH₃, CO₂ y PM_{2,5}) en los entornos urbanos y metropolitanos. La Agencia Europea de Medio Ambiente estima que cada año se producen unas 23 300 muertes prematuras en España a causa de la mala calidad del aire, siendo el actual modelo de movilidad y transporte una de las causas.

Carril bici en Sevilla.



Por ello, España está apostando por un cambio claro de modelo que ya ha comenzado. Este nuevo modelo está basado en un transporte público sostenible y fiable, en la movilidad eléctrica y los desplazamientos en modos activos (a pie y en bicicleta), en detrimento del clásico transporte cuyo funcionamiento gira en torno a las energías fósiles. Precisamente, una de las principales fuerzas motrices del cambio es la transformación de los entornos urbanos con la implantación de las zonas de bajas emisiones en los municipios de más de 50 000 habitantes, donde se concentra el 50 % de la población.

El impacto en la salud a nivel europeo

Más allá del objetivo de descarbonizar y digitalizar la movilidad urbana, todas estas medidas y cantidades invertidas buscan tener un impacto positivo en la salud de los ciudadanos. Aunque aún es pronto para realizar una evaluación profunda, ya han comenzado a aparecer los primeros estudios que intentan cuantificar la mejora. Los límites a la circulación sobre los vehículos que emiten más partículas contaminantes, junto al fomento de la bicicleta y la peatonalización en multitud de zonas, parece, a primera vista, una combinación adecuada para proteger la salud de los ciudadanos. No obstante, veamos qué dicen los expertos con los primeros datos disponibles.

Shushanik Margaryan, investigadora de Economía de la Salud en la Universidad de Hamburgo, fue galardonada en 2021 con el HCHE Young Researcher Award por su estudio "Low Emission Zones and Population Health". Esta experta halló que la puesta en marcha escalonada de ZBE en las gran-



Carril bici en Vitoria.

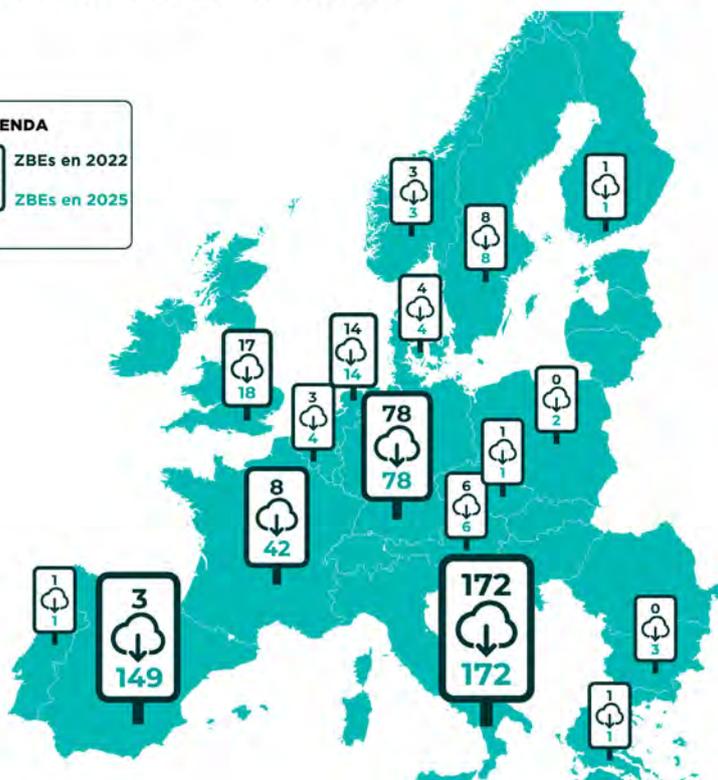
des ciudades de Alemania estaba teniendo un impacto positivo en la salud de los ciudadanos que frecuentaban esas zonas: "Usando datos de registro sobre atención médica ambulatoria y hospitalaria, encontró que las zonas de baja emisión **reducen el número de pacientes con enfermedades cardiovasculares en un 2-3 %**. Este efecto es particularmente pronunciado para las personas mayores de 65 años. Los hallazgos sugieren que las zonas de bajas emisiones pueden ser una forma efectiva de

reducir la contaminación del aire y mejorar la salud".

Otro estudio muy reciente, publicado en julio de 2023 por la prestigiosa revista "The Lancet", pone de manifiesto la necesidad de una rápida implantación de zonas de bajas emisiones y zonas de cobro por congestión (ZCC) en varias ciudades del mundo. Los autores, los doctores Rosemary C. Chamberlain, Daniela Fecht, Bethan Davies y Anthony A. Laverty, han revisado sistemáticamente la evidencia existente sobre los efectos

Movilidad sostenible y conectada

Evolución prevista de las zonas de bajas emisiones en Europa



MÁS INFORMACIÓN:
www.mitma.gob.es

novedosos sobre el impacto de las ZBE en los niveles de contaminación de las grandes ciudades del Viejo Continente. En el documento donde se analiza la propuesta de la Comisión Europea de una nueva directiva sobre la calidad del aire, los analistas de la T&E destacan que **actualmente hay 325 ZBE en Europa, un 42 % más que en 2019**. Además, ya se han planificado 507 ZBE que deberían estar en funcionamiento en 2025.

Con todo, "se ha descubierto que las ZBE logran reducciones de concentración de NO₂ (óxidos de nitrógeno) de hasta un 44 % en Londres, un 32 % en Madrid y un 20 % de media en las ciudades que las implementan. Las zonas de cero emisiones (ZEZ, por sus siglas en inglés) van aún más lejos, ya que solo permitirán la circulación de las diferentes formas de transporte de cero emisiones, como son los peatones, ciclistas o los vehículos de cero emisiones. El modelo ZEZ planteado para Ámsterdam predice una caída del 96 % en los niveles

Por un aire saludable en 2030

#AcciónClimática
#ClimateActionSummit

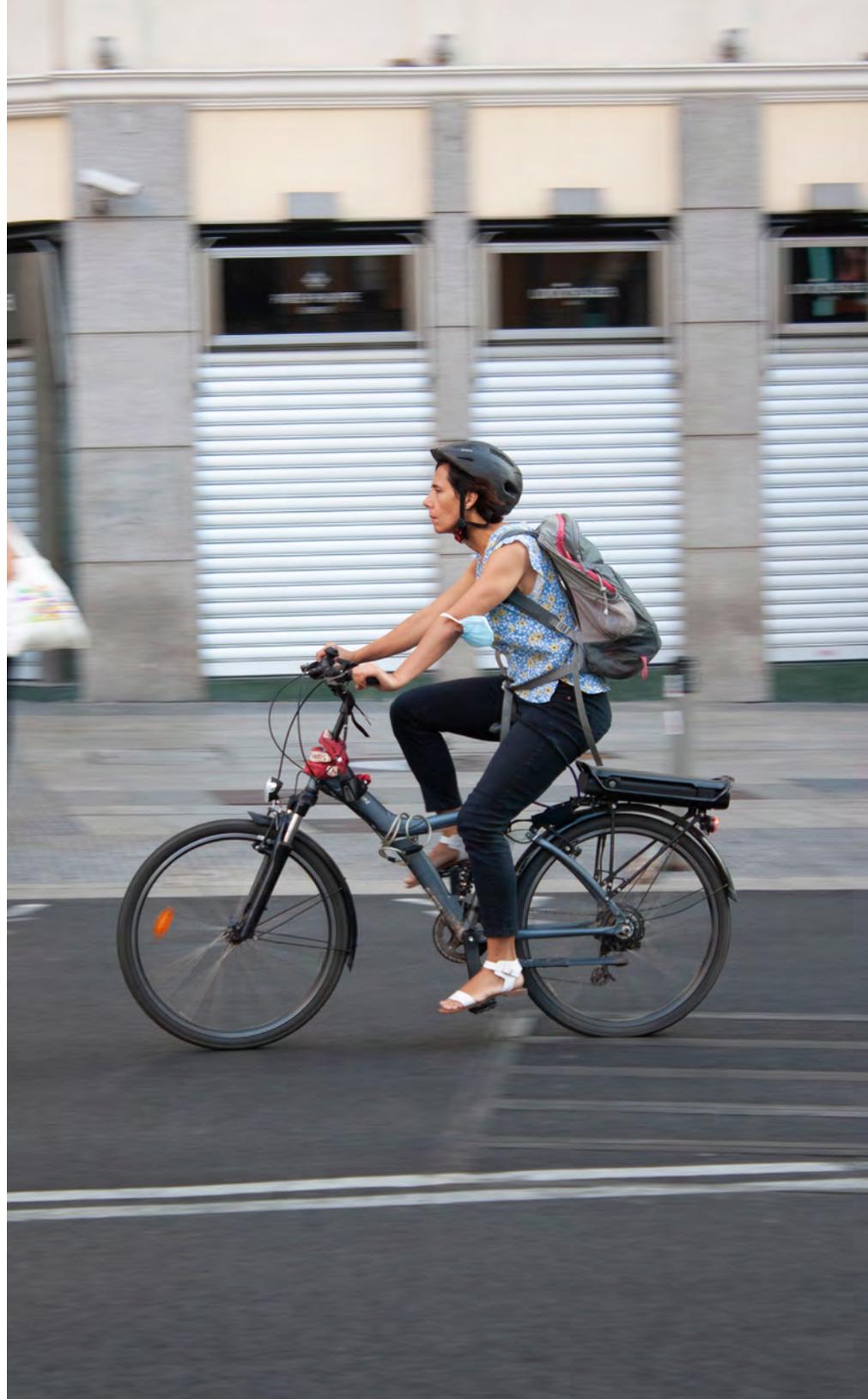
de NO_x (dióxido de nitrógeno) entre 2020 y 2030 y, de un 95 % en las emisiones de CO₂ del tráfico”, destaca el informe.

Parece que España y la Unión Europea están más decididas que nunca a reducir los niveles de contaminación en las ciudades. Los resultados anteriores parecen avalar las inversiones presentes y futuras. En los próximos años se espera una expansión intensiva de las zonas de bajas emisiones. Desde la plataforma Clean Cities creen que para 2025 habrá un 58 % más de ZBE en comparación con 2022, principalmente debido a la entrada en vigor de nuevas leyes a nivel nacional en Francia, España y Polonia que exigen o apoyan la adopción de tales esquemas. En el caso concreto de España se pasará de tan solo tres zonas de ZBE en 2022 a más de 140 para finales de 2025, según las previsiones del *think tank* Clean Cities. No obstante, a mediados de 2023 había catorce ZBE activas en todo el territorio español.

Por otro lado, desde esta misma plataforma destacan que para 2025, al menos 27 ZBE de las ya existentes en Europa se habrán ampliado o endurecido (lo que supone restricciones progresivamente más estrictas que limitarán el uso de vehículos contaminantes), incluso en ciudades importantes como Londres, París, Bruselas y Berlín.

Además, hay que destacar la irrupción de las zonas de emisión cero, que no permiten el uso de vehículos con motores de combustión interna. En la actualidad ya existe un esquema de cero emisiones a pequeña escala en Oxford y hay planes para implementar un total de 35 ZEZ para 2030 a nivel europeo.

Pese a estos esperanzadores datos, Clean Cities pide más interés a los gobiernos de todos los



niveles: “Está claro que las zonas de bajas emisiones son solo un paso intermedio en la búsqueda de un aire saludable y un transporte de cero emisiones. Por sí mismas, estas zonas no serán suficientes para cumplir con el objetivo de “contaminación cero” de la UE, ni

permitirán que las ciudades alcancen sus objetivos climáticos. Solo el transporte de cero emisiones permitirá alcanzar este propósito, por lo que se necesitarán “zonas de cero emisiones”, sentencia un documento publicado por esta plataforma. ■

**Cale del túnel bitubo de Erjos,
el más largo de Canarias**

Bajo el macizo de Teno



El pasado verano se produjo el cale de los dos tubos del túnel de Erjos, un importante hito en el proyecto de cierre del Anillo Insular de Tenerife. La excavación de este túnel de carretera ha supuesto un gran desafío tanto por su longitud (con 5,1 km, es el mayor de Canarias y uno de los más largos de España) como por las particularidades geológicas y geotécnicas del terreno perforado. La obra se financia con cargo al Convenio de Carreteras suscrito entre Mitma y el Gobierno insular.

- Texto: Javier R. Ventosa
- Fotos: FCC Construcción

El macizo de

Teno, en la punta noroeste de Tenerife, es una de las tres coladas volcánicas que dieron origen hace millones de años a la isla. Este formidable obstáculo orográfico ha dificultado históricamente las comunicaciones terrestres en la denominada Isla Baja. La anticuada y sinuosa carretera regional TF-82, que discurre por el oeste del macizo, es la salida obligada de los conductores de esta zona hacia los centros de trabajo situados en los corredores norte y sur del Anillo Insular, la circunvalación que prácticamente rodea toda la isla. Reemplazar esta carretera de montaña por un trazado alternativo más moderno, de mayor capacidad y que ahorre tiempos de desplazamiento ha sido una de las demandas históricas de esta parte de la isla.

Atendiendo a estas demandas sociales, desde hace aproximadamente tres años se construye en esta zona el tramo Santiago del Teide-El Tanque, que cerrará por el oeste el Anillo Insular de Tenerife, relegando a la carretera TF-82 para tráficos locales. El tramo, de 11,3 km de longitud, está formado por un nuevo trazado de una calzada bidireccional que incluye dos enlaces en sus extremos, nueve estructuras y un largo túnel que atravesará el macizo de Teno sin afectar al Parque Rural de Teno, zona que goza de protección ambiental.

Por la magnitud del presupuesto de adjudicación (241 M€, que se han elevado hasta 256 M€ por la actualización de precios), la ejecución de este tramo es la mayor obra pública de carreteras actualmente en ejecución en España.

Su construcción, promovida por la Consejería de Obras Públicas, Transportes y Vivienda de Canarias y encomendada al consorcio FCC Construcción-Syocsa/Inarsa-El Silbo, se financia con cargo al Convenio de Carreteras 2018-2027 suscrito entre Mitma y el Gobierno insular.

Túnel de Erjos

La principal obra de ingeniería del tramo es el túnel de Erjos, que conecta en sus extremos los municipios de Santiago del Teide, en el oeste, y El Tanque, en el norte. Con una longitud aproximada de 5,15 km (4855 m en mina y el resto son falsos túneles), será el túnel de carretera más largo del archipiélago, récord que ostenta el túnel de La Aldea en Gran Canaria, y el tercero de los excavados a través de una montaña de España, tan

Boca sur del túnel de Erjos, en el término de Santiago del Teide.



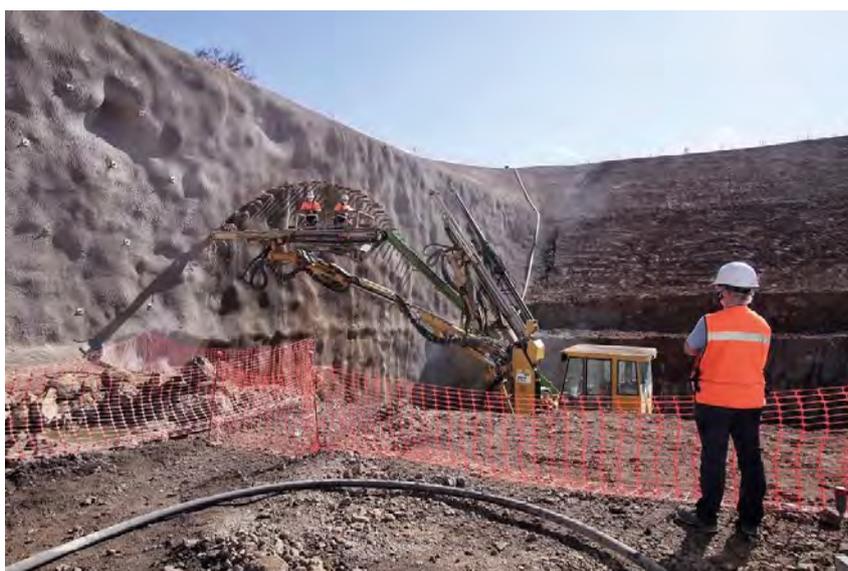
solo superado por los túneles de Somport y Viella. Aunque no entrará en servicio hasta dentro de un par de años, el pasado verano se ha completado el cañal de este túnel de récord, lo que constituye un hito en la construcción del tramo.

El túnel está formado por dos tubos unidireccionales, con una separación entre ejes de 35 m. Por motivos de seguridad, ambos tubos están unidos por 19 galerías de conexión transversales, una cada 250 m, disponiéndose alternativamente galerías para vehículos y peatones (con gálibo de 5 x 5 m y dos aceras de 1 m) y galerías exclusivamente peatonales. La mayor parte del trazado subterráneo discurre con una pendiente del 3 %, que se reduce hasta un mínimo de 2,25 % en el tramo inicial. La cobertura máxima es de 300 m y la mínima se produce en la boca de la salida sur, con 9 m.

La sección tipo de cada uno de los tubos se ha diseñado con una anchura de 11,50 m y un gálibo de 5,30 m, siendo el radio interior de 6,74 m. Aunque la explotación del túnel se plantea con dos carriles de 3,50 m de anchura, el dimensionamiento final contempla la posibilidad de ampliar la sección hasta tres carriles de 3,50 m, con dos arcones de 0,50 m y dos aceras de 0,75 m. Cada calzada dispondrá de cuatro apartaderos para vehículos, espaciados aproximadamente 1000 m entre sí, coincidiendo con las galerías de conexión transversales de vehículos. La velocidad de diseño del túnel es de 80 km/h.

Condicionantes

La construcción del tramo Santiago del Teide-El Tanque se inició en noviembre de 2019 y la excavación del túnel arrancó unos meses más tarde. Desde su origen, esta gran obra pública ha estado condicio-



© El Día



De arriba abajo, secuencia de la ejecución del emboquille de una de las bocas del túnel.



Cale del tubo oeste el pasado 15 de agosto (sobre estas líneas) y cale del tubo este el pasado 26 de junio (debajo).



©Efe

Un tramo estratégico

El Anillo Insular de Tenerife es la gran infraestructura viaria de la isla, a la cual circunvala por todas las fachadas salvo la noroeste, conectando las principales ciudades del litoral. Está formado por dos corredores costeros con 2 o 3 carriles por sentido: la autopista del Sur (TF-1), de unos 100 km, entre Santa Cruz de Tenerife y Santiago del Teide, y la autopista del Norte (TF-5), de 40 km, entre la capital y Los Realejos, continuando hasta El Tanque por una vía de calzada única.

El tramo Santiago del Teide-El Tanque (11,3 km), que incluye el túnel de Erjos, es clave para cerrar el Anillo Insular, ya que, cuando entre en servicio, mejorará la conexión entre los corredores sur y norte con una vía de mayor capacidad y seguridad que la montañosa TF-82, ahorrando 40 minutos diarios en trayectos de ida y vuelta. Para el cierre completo del anillo restan dos tramos entre Los Realejos e Icod de los Vinos que suman unos 20 km, de los cuales el tramo San Juan de la Rambla-Icod de los Vinos está próximo a licitarse.

nada por varios factores, especialmente la gran longitud del túnel y el hecho de que el trazado en superficie atraviesa zonas de gran riqueza natural y paisajística a preservar. La propia insularidad de Tenerife ha supuesto también un esfuerzo extra en la movilización de materiales y maquinaria para la obra, según fuentes del consorcio.

Como en toda obra subterránea, los materiales que componen el macizo han sido el principal condicionante. Los estudios geológicos y geotécnicos previos pusieron de

manifiesto la gran heterogeneidad y variabilidad de los terrenos a excavar, con una alternancia de rocas duras y blandas. Las primeras, formadas por basaltos homogéneos con una puntuación comprendida entre 50 y 80 en el índice geomecánico RMR (*Rock Mass Rating*), lo que las otorga una calidad de media a buena para la excavación. Las segundas, compuestas por escorias, tolvas y brechas volcánicas intercaladas en los basaltos, de elevada porosidad y peor calidad para la perforación. La fase de

excavación confirmó *a posteriori* lo avanzado por los estudios.

Los estudios no preveían la presencia de flujos de agua significativos en el interior del macizo, aun cuando durante la excavación se encontraron pequeñas surgencias. De forma previa a la excavación existía preocupación ante una eventual afección de los trabajos subterráneos a las Charcas de Erjos, depósitos naturales de agua de lluvia de gran valor medioambiental situados junto al trazado del túnel, hecho que finalmente no se produjo.



Uno de los *jumbos* ataca el frente de excavación.

Estrategia de excavación

De forma previa a la excavación del túnel, los equipos del consorcio ejecutaron importantes desmontes en la zona de acceso a los dos emboquilles del túnel, rebajando la cota del terreno hasta 30 m en la boca sur con objeto de iniciar la perforación en terrenos más favorables y evitar así posibles derrumbes por la porosidad de la roca a cotas más altas. En este trabajo de explanación se excavaron cerca de 350 000 m³ de tierras (230 000 m³ en el emboquille norte y 120 000 m³ en el emboquille sur).

Para la perforación del túnel se optó por el Nuevo Método Austriaco (NATM), sistema consistente en la aplicación de un sostenimiento flexible de forma inmediata tras la excavación que se opone a la deformación de la sección hasta su estabilización. Este método, el más adecuado a las características del macizo de Teno, está generalizado en la ejecución de túneles

de carreteras. Para la excavación según este método se emplean medios convencionales: mecánicos (retroexcavadora y martillo hidráulico) para las rocas más blandas y

voladuras (*jumbos* perforadores) para los basaltos más resistentes. La longitud de los pases de excavación ha sido variable: 4 m en los terrenos de mejor calidad y 1 m

Medidas ambientales

En la construcción del tramo, el consorcio liderado por FCC Construcción está implementando un importante paquete de medidas medioambientales para recuperar los hábitats naturales del Parque Rural del Teno afectados por el trazado. A estas medidas se destinan 18 M€, casi el 7% del presupuesto total de la obra.

Entre estas medidas figuran la construcción de un parque de borde para proteger el núcleo de Santiago del Teide, la repoblación de zonas afectadas mediante plantas cultivadas en dos viveros situados al sur y al norte del tramo, la vigilancia de especies de flora endémica protegidas y la restauración de las canteras de La Grama y Bilma. También se instalarán “caballones” como pantallas antirruido y se retirarán las coladas basálticas de la traza para su conservación. Otras medidas tratan de minimizar las emisiones de polvo y de partículas PM10 procedentes de la obra.

Como aportación ambiental propia de la economía circular, todo el material extraído del interior del túnel (1 355 000 m³ de tierras de las fases de avance y destroza) y de la explanación para los emboquilles se recicla con un triple destino: una parte para la ejecución de los terraplenes y rellenos de la traza, otra para la elaboración de los áridos de firmes y hormigones y una tercera para restaurar las mencionadas canteras.



La sección del túnel tiene una anchura de 11,50 m y un gálbo de 5,30 m.

en los de peores características geotécnicas. Para el sostenimiento se han empleado siete secciones tipo, con cuantías variables de hormigón proyectado, bulones y cerchas, utilizando para ello bulonadoras, *jumbos* y plataformas elevadoras.

Dado el tamaño de la sección del túnel y las condiciones geomecánicas del terreno, la sección se dividió en dos fases de excavación, avance y destroza, típicas del método NATM. El avance, o excavación de la mitad superior del túnel (bóveda), se ha ejecutado en una sola fase, con una altura útil de 6 m para permitir la maniobrabilidad de la maquinaria de desescombro y para facilitar las labores de sostenimiento. La destroza, o ejecución de la mitad inferior una vez concluido el avance, se ejecuta mediante dos sistemas de excavación: en fase única para los sostenimientos sin cercha y en dos fases para sostenimientos con cerchas. Por otro lado, las menores dimensiones de las

secciones de las galerías transversales han permitido su excavación a sección completa.

Cales y rendimiento

Los trabajos de excavación se iniciaron en octubre de 2020, con la perforación simultánea desde las cuatro bocas del túnel en triple turno de trabajo, es decir, durante las 24 horas del día, una estrategia diseñada por el consorcio constructor para reducir los plazos de ejecución. Con ese fin se dispusieron cuatro equipos de trabajo, cada uno de ellos dotado con un *jumbo* y retroexcavadoras para actuar de forma autónoma en un tramo de túnel, más un quinto de reserva para casos de avería. El despliegue de medios humanos sobre el terreno también ha sido importante, con más de un centenar de operarios participando de forma directa, y otros 200 de forma indirecta, en la ejecución de la obra.

El pasado 15 de agosto se produjo el cale, o encuentro de los

dos frentes de ataque, del tubo oeste. Previamente, el 26 de junio, se había producido el cale del tubo gemelo, en un acto público con presencia del presidente de Canarias y de las primeras autoridades de la isla. Estos cales significan que se ha ejecutado el cien por cien de la excavación de los dos tubos en la fase de avance, poniendo de manifiesto el progreso de la obra. No obstante, la labor de excavación en el túnel no ha concluido, ya que queda por completar la mayor parte de la fase de destroza. Según datos del consorcio que desarrolla el proyecto, a mediados de septiembre se había ejecutado el 15,7 % de esta fase. Se prevé que todos los trabajos de perforación concluyan el próximo verano.

Los rendimientos obtenidos por la excavación ejecutada desde ambas bocas del túnel han sido dispares, con una mayor velocidad de ejecución inicial en la boca sur, dado que en la boca norte se encontraron terrenos inestables

que obligaron a reforzar el sostenimiento, lo que ralentizó el avance de la obra. El rendimiento medio en la fase de avance ha sido de 14 metros/día, con un máximo de 27,70 metros/día. En el caso de la destroza, el rendimiento medio hasta ahora ha sido de 27,54 metros/día, siendo el máximo alcanzado de 41,94 metros/día, según datos de la adjudicataria.

Trabajo por delante

El cale de ambos tubos no supone el final de los trabajos subterráneos. El consorcio constructor del tramo está actualmente en plena fase de ejecución de la destroza y en los próximos meses está previsto el inicio de otras actividades constructivas para completar la estructura de los túneles, con un cierto decalaje entre ellas. Entre ellas destacan el revestimiento (la sección se cubrirá con un revestimiento de hormigón de un espesor variable entre 30 y 40 cm, con el apoyo de un carro de encofrado), las canalizaciones del drenaje y la impermeabilización.

En una fase posterior, a medida que concluyen los trabajos estructurales, se ejecutarán otras actuaciones para dar funcionalidad plena

Magnitudes de obra

Movimiento de tierras	
Desmorte	2 854 957 m ³
Terraplén	923 709 m ³
Tierra vegetal	263 779 m ³
Áridos obtenidos de la obra	607 189 m ³
Materiales	
Mezclas bituminosas	60 975 t
Suelo cemento	6216 m ³
Pavimento de hormigón	26 572 m ³
Acero corrugado	7 463 531 kg
Hormigones	466 214 m ³

al túnel, como la construcción de la plataforma y el equipamiento con las instalaciones electromecánicas, como iluminación (alumbrado cenital mediante proyectores de LED), ventilación (42 unidades, de tipo longitudinal) y sistemas ITS (se gobernarán desde un centro de control que se construye en la boca sur), entre otras.

Cuando el túnel –y el tramo donde se inserta– se ponga en servicio en la primera mitad de 2025, se podrá comprobar cuál es su importancia real para la mejora de la conectividad entre el norte y el sur de la isla. Según las estimacio-

nes del proyecto, registrará el paso de más de 30 000 vehículos al día, triplicando el actual volumen de tráfico que discurre por la TF-82. Este tráfico procederá de los actuales usuarios de esa carretera y, sobre todo, de los vehículos procedentes del oeste de Santa Cruz de Tenerife que utilizan habitualmente la autopista TF-1 para desplazarse al sur de la isla, que con las ventajas que aporta el nuevo trazado entre Santiago del Teide y El Tanque, además de las mejoras previstas en el corredor norte, cambiarán sus hábitos de movilidad para hacerlo por la autopista TF-5. ■

Sección de túnel finalizada durante una visita de las autoridades de la isla.





O.A., M.P.

Instalaciones singulares

Simulador de maniobras de buques, laboratorio hidráulica, vigilancia radiológica, simulador sísmico, dimensionamiento de firmes de carreteras, análisis de suelos y estructuras, laboratorio de ERTMS y simulación de tráfico, instalación de ensayos de secciones ferroviarias...

Imparcialidad

Nuestros estudios son imparciales y están desarrollados por equipos especializados multidisciplinares.

Formación y especialidad

Soluciones técnicas sectoriales o integrales coordinadas si así se requiere (costas, puertos, presas, ríos, estructuras, carreteras, ferrocarriles, movilidad, geotecnia, patrimonio de obra pública...)



www.cedex.es



@CEDEX_es



CEDEX



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

VICEPRESIDENCIA TERCERA DE GOBIERNO

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS E IMPLEMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS



Joaquín Andreu Álvarez,
Premio Nacional de Ingeniería Civil 2023

Gestionar la incertidumbre

En tiempos de cambio climático, cuando la racionalización del uso del agua resulta cada vez más vital y compleja, su labor investigadora ha permitido crear herramientas cuya aplicación práctica facilita la planificación y gestión de los Sistemas de Recursos Hídricos.

● Texto: Julia Sola Landero



Río Turia,
en la Demarcación Hidrográfica del Júcar.



Participando en un encuentro Asia-Europa sobre Desarrollo sostenible en la gestión del agua, en Tulcea (Rumanía).



Visita a la cuenca del río Hai (China), para un proyecto del gobierno chino de restauración de humedales en colaboración con la Universidad de Pekín.

Joaquín Andreu ha

sido galardonado con el Premio Nacional de Ingeniería Civil 2023 otorgado por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, en reconocimiento por su brillante trayectoria en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), que se ha traducido en la creación de modelos matemáticos de simulación y optimización con los que se ha analizado la gestión de los recursos hídricos de numerosas cuencas fluviales.

Doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, es profesor e investigador del Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente de la Universitat Politècnica de València (IIAMA-UPV), donde conjuga la docencia con las actividades de

I+D+i sobre planificación y gestión integradas de los Sistemas de Recursos Hídricos (SRH).

Reconocido experto en planificación hidrológica, sequía y cambio climático aplicado al agua, ha dirigido sus trabajos de investigación a compatibilizar la actividad humana con la protección del medio ambiente y el uso sostenible del agua. En tiempos de incertidumbre climática, cuando la racionalización de los recursos hídricos resulta cada vez más vital y compleja, la labor investigadora de Andreu ha llevado a la creación de herramientas que permiten la aplicación práctica de medidas que contribuyan a mejorar el diseño de los SRH. Para ello, ha desarrollado modelos matemáticos de simulación y optimización de recursos hidrológicos aplicables a la hora de diseñar la gestión de una cuenca.

La creación de estos modelos supone adelantarse a posibles situaciones de tensión hídrica originadas por sequías o por impacto de los cambios globales. Cuestión compleja porque, además, una cuenca fluvial es un microcosmos compuesto por un conjunto de elementos que deben guardar el equilibrio en las distintas situaciones climáticas que padecen. De ese microcosmos forman parte, junto al agua que fluye, los embalses, azudes y canales; la demanda hídrica para usos urbanos, industriales, agrícolas e hidroeléctricos; o los sistemas de reutilización de aguas. Aunque la complejidad de su gestión no solo deriva de sus características físicas, sino también de aspectos legales, sociales, económicos y medioambientales, como son la asignación de derechos de uso del agua, cánones, cuencas intercomunitarias, zonas protegidas, etc.

En un curso organizado por REMOC para la UNESCO sobre Utilización Conjunta de Aguas Superficiales y Subterráneas.



En un taller internacional sobre Análisis de riesgos aplicado a la seguridad de presas en España.





Organizador y ponente del Encuentro Internacional sobre Sistemas Soporte de Decisión para la Gestión Participativa del Agua celebrado en la Universitat Politècnica de Valencia.



Participación en el Laboratorio Interciudades de la Unión Europea y China, sobre Gobernanza del agua, celebrado en Hefei, China.

Lograr la mejor relación entre todas las piezas requiere establecer parámetros que se traduzcan en herramientas con una aplicación práctica. Ese conjunto de parámetros se conjuga mediante unas metodologías que combinan modelos de simulación, de optimización, y de predicción, y que pueden incorporar algoritmos evolutivos. Estos modelos permiten emular la gestión de un SRH, incluyendo la definición de unas Reglas de Gestión (RG), mientras que los algoritmos evolutivos se encargan de realizar predicciones hidrológicas futuras basadas en las predicciones estacionales y las proyecciones climáticas que nos proporcionan los servicios meteorológicos y climáticos.

Uno de los mayores problemas para conseguir modelos de simulación con un alto grado de

precisión es la incertidumbre ante el desconocimiento de la climatología futura. Las proyecciones meteorológicas a escala fluvial se calculan utilizando el análisis de la serie histórica de precipitaciones y de sequías, que, si es suficientemente larga, contiene una información muy valiosa; y también, profundizando en la interacción con los proveedores climáticos para conocer mejor los métodos utilizados por éstos. Éste es un punto crítico dado que, aunque en los últimos 20 años se ha avanzado mucho en las previsiones, su precisión es todavía incierta en el largo plazo, lo que es muy limitante en las cuencas mediterráneas donde se dan sequías de larga duración. Las metodologías desarrolladas por Andreu pretenden reducir esas incertidumbres y así facilitar la toma de decisiones.

Interpretar el futuro

En este sentido, supuso un paso adelante el proyecto europeo de investigación Imprex (*Improving Predictions and management of hydrological Extremes*), que se centró en la mejora de las proyecciones climáticas y las predicciones de precipitación y temperatura, y su aplicación práctica a la mejora de la gestión de cuencas fluviales, con énfasis en fenómenos extremos. Finalizó en 2019 tras 4 años de trabajo, y en él participaron 23 socios de 9 países. El proyecto nace de la necesidad de hacer un análisis preciso de las predicciones climáticas, su reducción a escala de cuenca y su consecuente corrección para que sean más representativas de las cuencas en las que se aplican.

El grupo de Ingeniería de Recursos Hídricos del Instituto

En una conferencia internacional de la asociación de organismos de cuenca Asiáticos (NARBO), en Indonesia.



En una misión para el ADB (Banco asiático de desarrollo) en el estado de Narmada (India).



Proyectos en marcha

Actualmente, Andreu sigue trabajando de forma permanente en el proyecto de desarrollo y puesta al día de las herramientas del entorno AquaTool. Últimamente se han desarrollado versiones de los modelos de simulación y optimización que trabajan a escalas menores que el mes, llegando a la escala diaria. Y se están desarrollando las correspondientes versiones de las interfaces de usuario.

Otro proyecto interesante en el que está inmerso es el proyecto europeo AgreeMar, dentro del programa PRIMA y financiado por la Agencia Estatal de Investigación (PC12022-133001) sobre recarga artificial de acuíferos para mejorar las garantías de las demandas y la calidad de las aguas, así como sobre la gobernanza de este tipo de actuaciones.

También se está planificando la fase de explotación y comercialización de resultados de un proyecto recientemente terminado para la Dirección General del Agua (DGA), financiado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) mediante una compra pública precomercial para el “Desarrollo de soluciones en el ámbito de los sistemas informáticos de apoyo a la toma de decisiones en la gestión del agua”, utilizando el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Río Segura (CHS) como cuenca piloto. En este proyecto competitivo, adjudicado a la UTE Aquatec-Sers-Fulcrum, con la participación de otros grupos del IIAMA de la UPV, el trabajo de su equipo ha consistido fundamentalmente en el desarrollo de un sistema de predicción probabilística para la gestión en cantidad y calidad del recurso hídrico a escala diaria. Este sistema de predicción se ha integrado, junto con los desarrollos de los otros socios, en una plataforma para la gestión eficiente y sostenible del sistema de recursos hídricos del Segura.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Humedal de la Albufera, en la Demarcación Hidrográfica del Júcar.





Esquema del modelo desarrollado con Optiges-AquaTool por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, con los sistemas de recursos hídricos de España, incluido en el Libro Blanco del Agua en España (MIMAM 2000).

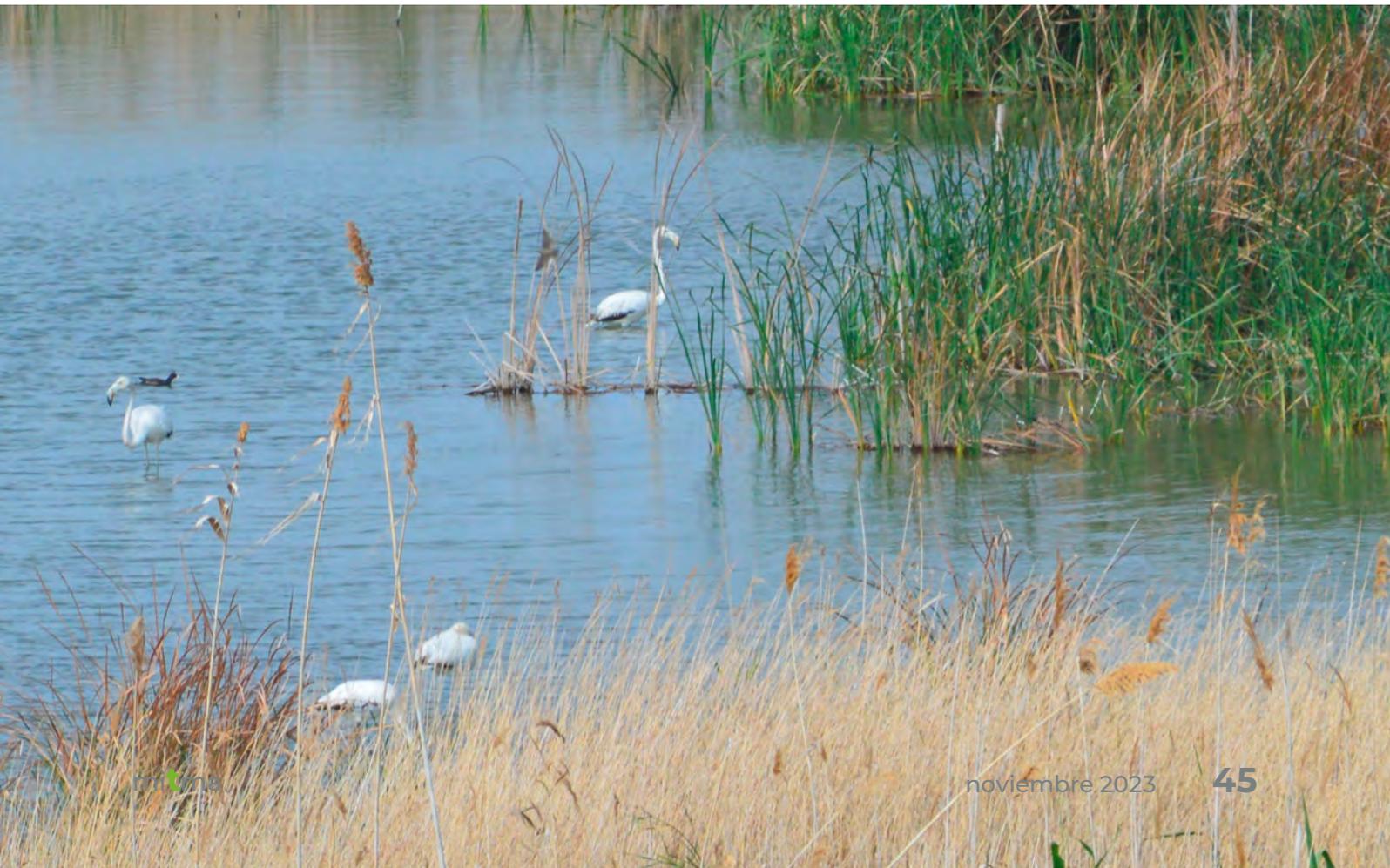
y de la efectividad de las medidas de mitigación en la gestión a medio plazo (a meses vista) del SRH mediante la incorporación de predicciones estacionales de T y P.

Sistemas Soportes de Decisión

Ambas líneas se han incorporado al entorno AquaTool, diseñado para la creación de Sistemas Soportes de Decisión (SSD) para los SRH. Estos SSD permiten utilizar, de forma explícita y detallada, información actualmente proporcionada por los servicios meteorológicos, tanto en el largo como en el corto-medio plazo (anteriormente los pronósticos se definían de una forma muy simplificada y con una baja fiabilidad). De esa forma, AquaTool permite simular de forma fiable el comportamiento de la cuenca y la gestión de sus recursos. Desarrollado por el GIRH, el primer hito en la creación del entorno AquaTool se

de Ingeniería del Agua (GIRH) del IIAMA-UPV, con Andreu como investigador principal, participó en el proyecto Imprex estudiando la cuenca del Júcar en relación con las sequías y poniendo el foco en dos aspectos: primero, en mejorar

la estimación de la fiabilidad y vulnerabilidad del SRH de la cuenca a largo plazo (a años vista) mediante el uso de proyecciones climáticas de temperatura (T) y de precipitaciones (P). Y segundo, en mejorar la estimación del riesgo de sequía





El río Júcar a su paso por Alcalá del Júcar.



Una trayectoria impecable

Más allá del Doctorado, Andreu cuenta con un máster en Ciencias de la Ingeniería Civil por la Universidad Estatal de Colorado. Es también catedrático del Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente (DIHMA) en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ET-SICCP) de la UPV, llegando a ser director del Departamento e incluso director de la Escuela. Además, es el responsable del Grupo de Ingeniería de Recursos Hídricos (GIRH) del Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA) de la UPV, instituto del que también fue director fundador.

Destaca, entre otros hitos, su trabajo como director técnico de la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ), donde reforzó la toma de decisiones en el ámbito de la gestión de los sistemas de recursos hídricos en tiempo real mediante el uso de modelos y sistemas soporte de decisión y procesos participativos. Además, supervisó más de 100 proyectos de obras, instalaciones y actuaciones estructurales y medioambientales en el ámbito de la CHJ.

En la actualidad, es jefe del equipo de investigación que ha desarrollado el Sistema Soporte de Decisión AquaTool para la planificación y gestión de recursos hídricos, utilizado en la práctica por numerosas agencias de cuenca, organismos de investigación y empresas consultoras, tanto en España, como en otros países.

Joaquín Andreu ha sido investigador en más de 50 contratos de I+D+i y transferencias con entidades de la Administración y empresas consultoras, así como en más de 50 proyectos de I+D+i competitivos (financiados por las Comunidades Europeas o por el Ministerio de Ciencia y Tecnología).

Es autor de más de 180 publicaciones en revistas y ponencias en congresos sobre planificación y gestión hídrica, entre otros. Además, ha sido director o codirector de 25 tesis doctorales y autor y editor de varios artículos y libros, destacando su labor como revisor de importantes revistas científicas y miembro del Comité Editorial del Journal of Water Resources Management.

Dada su dilatada experiencia, ha sido consultor para el Banco Interamericano de Desarrollo, para el Banco Asiático de Desarrollo y para el Banco Mundial. La Asociación Europea de Recursos Hídricos le concedió en 2019 el Certificado de Honor como Miembro Distinguido "por su destacada contribución al campo de la gestión de los recursos hídricos".



Joaquín Andreu ante la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, Valencia.

produjo en 1987, con el desarrollo del modelo Optiges, en el que Andreu trabajó para crear un modelo de optimización que tiene en cuenta las relaciones entre embalses, canales, demandas, elementos de bombeos y recargas artificiales, entre otros factores.

A finales de los años 80 se utilizó para el análisis de algunos subsistemas del río Ebro (los ríos Ega y Arga en Navarra, e Iregua en

La Rioja) y para analizar la gestión de la cuenca del Segura, un río cuyo complejísimo sistema requirió el uso combinado de modelos de optimización y simulación para conjugar todos los elementos que componían la cuenca: 14 embalses; 19 acuíferos; 3 subsistemas principales de transporte y distribución del agua superficial; el trasvase desde el Tajo; una compleja asignación de derechos de uso del

agua; y una demanda que duplica los recursos renovables.

A principios de los años 90 se diseñó la herramienta AquaTool, que permite diseñar gráficamente un sistema de recursos hídricos, junto con sus características físicas y condiciones de gestión, para su posterior optimización y/o simulación.

Las herramientas y modelos disponibles en el entorno AquaTool

Lago de La Albufera, en la Demarcación Hidrográfica del Júcar.





Miembros del jurado que han otorgado el premio a Joaquín Andreu.

son utilizados actualmente de forma generalizada por las distintas Confederaciones Hidrográficas españolas para la elaboración de planes hidrológicos de cuenca (esenciales para la asignación y reserva de recursos, y para el cumplimiento de los requerimientos ambientales), y para la gestión en tiempo real del medio plazo (meses). En este último caso, su utilización permite determinar las probabilidades de fallo en cada uno de los meses futuros en el cumplimiento de las exigencias ambientales, y del suministro a cada uno de los usos. A partir de esas estimaciones probabilísticas del riesgo de fallo, generalmente causado por sequías, se pueden proponer medidas de mitigación, comprobar la disminución del riesgo de fallo que éstas producen, y tomar así las decisiones más adecuadas. Así, los SSD resuelven el problema de la asignación óptima de recursos y funcionan como asistente para desarrollar esquemas de trabajo, y para gestionar datos y resultados para la gestión de largos periodos de tiempo (generalmente decenas de años), con escala temporal básica mensual. Y, además, incluyen módulos para la valoración de la calidad del agua y el cálculo de indicadores biológicos en distintos tramos del río, entre otros factores.

Tal ha sido el rendimiento de estos SSD, que, además de en las cuencas españolas, su uso se ha extendido en aplicaciones prácticas también a cuencas de Argentina, Italia, Chipre, Bosnia, Chile, Argelia, Ecuador, El Salvador, Turquía, Perú, Bolivia, México y Uruguay, entre otros, así como en múltiples aplicaciones de I+D+i en esos mismos y otros países, como Italia, Marruecos, Brasil, China, Túnez y Portugal, entre otros.

Cuenca del Júcar

Primero, en diversos proyectos realizados desde la universidad, y después, como director técnico de la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ), Andreu ha estudiado en profundidad esa cuenca durante varias décadas, desarrollando un SSD mediante el entorno AquaTool. Como muchas otras cuencas españolas, la del Júcar sufre de gran aridez (dos tercios de la superficie de España está clasificada como semiárida); altas temperaturas y un alto grado de explotación del agua (las demandas establecidas en las cuencas españolas superan el 40% de los recursos renovables en la mayor parte de ellas, y muchas están próximas al 100%, e incluso por encima); y fuerte irregularidad en las precipitaciones y caudales naturales, y alta propensión a las sequías.

En el Júcar, se tienen también episodios de lluvias torrenciales que pueden provocar desbordamientos catastróficos, y que pueden darse incluso dentro de un período de sequía, sin que esto suponga la finalización de la sequía en el SRH. En este escenario de incertidumbre climática, resulta fundamental la utilización de los SSD, para estimar el comportamiento hidrológico futuro a largo plazo o a medio-corto plazo y para una cuantificación probabilística de la evolución de las variables hidrológicas. Por ejemplo, en términos de probabilidades de déficit en el suministro de una determinada cuantía de agua a una determinada demanda; o de probabilidad de superar un determinado volumen de agua almacenado en un determinado embalse. De esa forma, en la gestión de la larga sequía en el SRH durante los años 2004 a 2008, se consiguieron muy buenos resultados.

Desde hace dos décadas, ese es el modelo de gestión usado en la cuenca del Júcar, y a cuya versión actual se llegó de forma consensuada con los agentes de la cuenca en un interesante ejercicio de desarrollo participativo y de transparencia realizado en el año 2005, coordinado por Andreu, como director técnico de la CHJ. ■

El suministro de electricidad a buques
en los puertos de Barcelona y Cádiz

Tomas eléctricas para buques atracados (II)



- **Texto:** Ana Arévalo Gandal, Autoridad Portuaria de Barcelona; Antonio Marcos Ruiz, Autoridad Portuaria de la Bahía de Cádiz; Inma Caeiro, INOVA Labs; María Merino, GHENOVA y Julio de la Cueva, Puertos del Estado
- **Fotos:** Autoridad Portuaria de Barcelona y Autoridad Portuaria de la Bahía de Cádiz



El 25 de julio de 2023 el Consejo de la UE aprobó el Reglamento 2023/1804 sobre la Infraestructura para los Combustibles Alternativos —conocido como AFIR—. Esta pieza relevante del paquete “Fit for 55” para acelerar el proceso de descarbonización de la economía en la UE entró en vigor 20 días después de su publicación el 22 de septiembre de 2023 en el Diario Oficial de la Unión Europea.

AFIR representa un gran reto para los puertos ya que el 31 de diciembre de 2029 éstos deberán disponer de instalaciones capaces de suministrar electricidad a los buques portacontenedores, de pasaje y cruceros atracados en puerto cuando éste reciba más de 50, 100 y 25 escalas de promedio al año, respectivamente.

Además, la capacidad exigida a las instalaciones deberá permitir satisfacer el 90 % de la demanda.

El reloj se ha puesto en marcha y todas las Autoridades Portuarias españolas de los puertos de interés general están terminando sus planes, ejecutando las obras o incluso suministrando electricidad por medio de instalaciones ya operativas.

En el artículo anterior (Revista Mitma nº 739, septiembre 2023) se presentaron los planes de electrificación para los puertos de Algeciras, Tarifa y Bilbao, y en éste se abordan los de los puertos de Barcelona y Cádiz, que incluyen las dos instalaciones pioneras en España para buques portacontenedores y cruceros, respectivamente.

El Reglamento sobre

la Infraestructura para los Combustibles Alternativos (AFIR) exige la dotación de infraestructuras para el aprovisionamiento de combustibles alternativos, incluidas las instalaciones de suministro de electricidad a buques amarrados; como contrapartida, la iniciativa FueIEU, recogida en el Reglamento 2023/1805, exige a los buques utilizar dichas instalaciones y consumir progresivamente combustibles alternativos reduciendo así la intensidad de carbono de su consumo energético en los siguientes porcentajes: el 2 % en 2025, el 6 % en 2030 y hasta el 80 % en 2050.

FueIEU y AFIR garantizan que a partir de 2030 los buques en puerto no consuman combustibles fósiles, y además contribuyen a que el volumen de emisiones netas del conjunto del transporte marítimo sea



Tomas eléctricas para buques portacontenedores en el Port de Barcelona.

cero en 2050. Este reto lo ha compartido la Unión Europea (UE) con la comunidad internacional al aprobar la “estrategia revisada” (Acuerdo aprobado en el 80º periodo de sesiones del Comité de Protección

del Medio Marino) en el seno de la Organización Marítima Internacional (OMI), cuya aprobación ha sido liderada por España al presidir en este semestre los consejos respectivos de la OMI y de la UE.

Adicionalmente a FueIEU y AFIR, el 5 de junio entraron en vigor sendas modificaciones de la Directiva ETS y del Reglamento (EU) 2015/757 sobre monitorización, reporte y verificación de las emisiones de CO₂ procedentes del transporte marítimo (MRV), mediante las cuales se materializó la inclusión, a partir de 2024, de las emisiones de CO₂ procedentes de los buques en el citado régimen ETS de comercio de emisiones.

La aplicación de este régimen de comercio de emisiones generadas por los buques implica que en el periodo transitorio desde 2024 hasta 2030 en el que será obligatorio que dichos buques se conecten a la red eléctrica, el suministro eléctrico



en atraque competirá tanto con los combustibles fósiles, como con los de bajo contenido en carbono.

NEXIGEN: el proyecto de electrificación del Port de Barcelona

NEXIGEN, el Plan de Electrificación de Muelles de la Autoridad Portuaria de Barcelona (APB), consiste en la implantación de la tecnología OPS (Onshore Power Supply) para dar suministro eléctrico durante su estancia a los buques que operan en el Port, en particular a cruceros, *car-carriers*, portacontenedores, ferris y graneleros líquidos; mediante OPS los buques pueden apagar el motor auxiliar cuando están atracados, utilizando energía limpia generada en el propio puerto, además con certificación de origen 100 % renovable.

Valoración del coste externo gravado por el régimen de emisiones

Estimación de las emisiones para alimentar consumidores eléctricos a bordo

1 tonelada (t) de gasóleo genera 11,8 MWh pero con una eficiencia del 25 % se reduce a 3 MWh
1 t de gasóleo emite 3 t de CO₂

1 MWh emite 1 t de CO₂

Coste del combustible (1,08 \$/€)

700 \$/t x 210 g/kWh SFOC = 14,7 c€/kWh

Repercusion del ETS

1 MWh emite 1 t de CO₂

100 €/t CO₂ resulta 100 €/kWh o 10 c€/kWh

Coste total

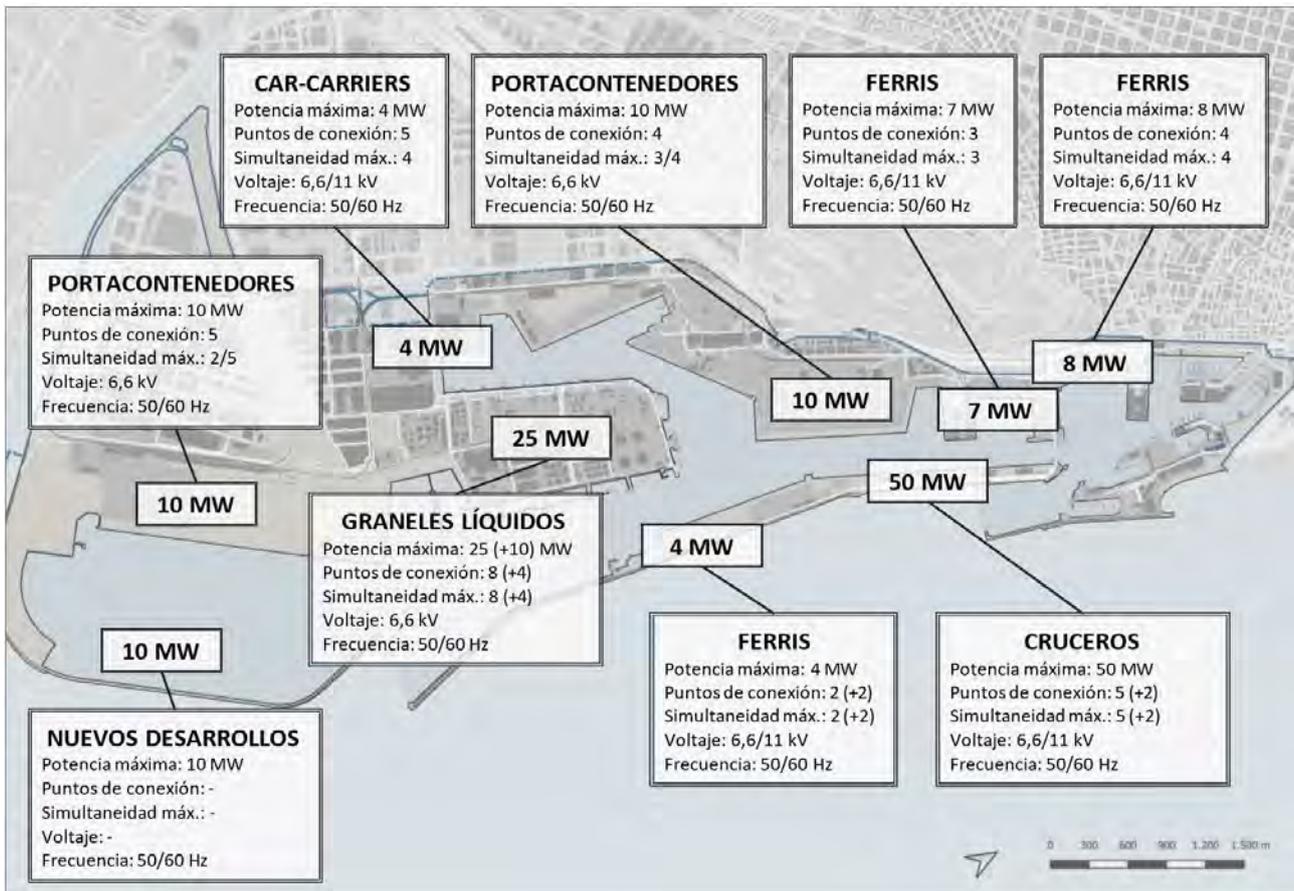
Combustible + ETS=
15 + 10 = 25 c€/kWh

La electrificación del Port de Barcelona permitirá eliminar 100 000 toneladas anuales de gases de efecto invernadero (GEI) y reducir de forma significativa otras emisiones,

como NO_x, SO_x y partículas (PM) que afectan a la calidad del aire.

NEXIGEN se está implementando por fases que se encadenan y ejecutan en paralelo:

Definición de necesidades OPS del Port de Barcelona.





Fases del plan de electrificación de los muelles del Port de Barcelona.

- Estudios preliminares (2020-2023): cofinanciados con fondos del programa europeo CEF-Transporte (proyecto EALING).
- Instalaciones “piloto” (2022-2024) para buques portacontenedores y ferris, cofinanciadas con fondos NextGenerationUE a través del Programa de Apoyo al Transporte Sostenible y Digital gestionado por Mitma.
- Red de distribución eléctrica OPS (2023-2026).
- Electrificación de los muelles fase I (2025-2030) y fase II (2030-2050).

Nueva red de distribución eléctrica en el Port de Barcelona para OPS

La APB va a desplegar una nueva red de distribución eléctrica propia en media tensión (25 kV) que dé servicio a todas las subestaciones OPS, con el objetivo de disponer

de potencia suficiente en todos los muelles.

Para dar suministro a dicha red se construirá una nueva subestación eléctrica (SE-Port) 220/25 kV que será alimentada por la red eléctrica de transporte de Red Eléctrica Española (REE) desde la subestación eléctrica SE-Cerdá, que será ampliada.

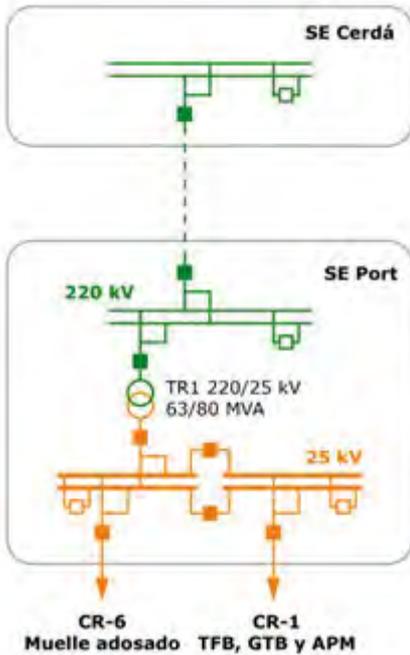
La ampliación de SE-Cerdá fue propuesta por APB para su incorporación en el plan de inversiones

de REE (periodo de planificación 2021-2026) siendo aprobada el 22 de marzo de 2022. La ampliación de SE-Cerdá está actualmente en ejecución y suministrará un total de 80 MW a todo el puerto.

Desde SE-Cerdá se alimentará a la nueva subestación SE-Port mediante cable subterráneo de 220 kV en un trazado recto de unos 500 metros por la calle 2 hacia la calle A, donde se realizará una perforación dirigida de 140 metros

Ubicación de las subestaciones SE-Cerdá y SE-Port.





Esquema simplificado de la nueva red de distribución AT/MT.

para pasar por debajo de la calle A y de la zona concesionada del puerto hasta la Ronda del Port. Desde ese punto discurrirá mediante otro

Opciones de servicio de la instalación.



Terminal BEST.

tramo recto de unos 1000 metros en canalización subterránea bajo el vial de la Ronda del Port.

La SE-Port se ubicará dentro de los terrenos de titularidad estatal pertenecientes al Port de Barcelona, salvo un tramo de la línea de alta tensión que discurrirá por la calle 2, de titularidad municipal y concesionado al consorcio Zona Franca.

En su configuración inicial, la nueva subestación SE-Port será de tipo blindada (GIS) y doble barra, y estará equipada con un único transformador 220/25 kV de 63/80 MVA ONAN/ONAF para atender la

demanda máxima de potencia prevista. La subestación está diseñada con reserva de espacio para dos transformadores 220/25 kV adicionales y sus posiciones de reserva equivalentes para atender la demanda prevista en horizontes posteriores al año 2026.

Piloto OPS para buques portacontenedores

La terminal Barcelona Europe South Terminal (BEST) del grupo Hutchison se ubica en el Moll Prat. Cuenta con una superficie para el almacenamiento de contenedores





de 80 hectáreas con 27 bloques automatizados y 11 grúas de muelle operando a lo largo de 1500 metros de línea de atraque con calados de hasta 16,5 metros de profundidad.

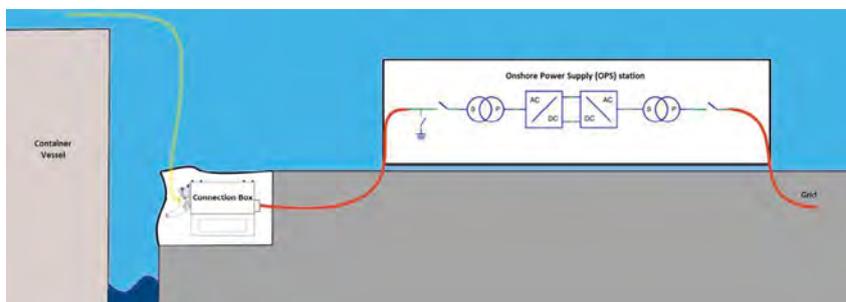
En la zona norte de la terminal, donde se está realizando una fase de ampliación, existen canalizaciones disponibles para llegar a borde muelle, por esta razón, esta terminal es idónea para realizar el Piloto OPS ya que estos conductos atraviesan el muelle hasta los fosos de alimentación a grúas. En estos fosos se van a instalar las cajas de conexión para dar suministro eléctrico a los buques.

El Piloto cuenta con 9 MW de potencia solicitada a Unión Fenosa en los límites de la terminal. En ese punto se construirá un centro de seccionamiento desde donde se alimentará a la subestación SE-OPS, que se localizará en la zona de almacenamiento de contenedores. Para aprovechar al máximo el espacio y conseguir el mínimo impacto en la operativa portuaria, la subestación OPS propuesta será modular mediante contenedores ISO 20 en dos alturas. Desde la subestación OPS se construirán las canalizaciones necesarias para llegar al cantil del muelle donde se instalarán las cajas de conexión. El Piloto incluye todas las obras e instalaciones fuera de los límites de la zona de actuación.

Diseño de la instalación

La instalación permite:

- Conexión simultánea de hasta dos buques de 350 metros, con una potencia de hasta 3,75 MVA cada uno.
- Conexión única de un buque de grandes dimensiones, con una potencia desde 3,75 MVA hasta 7,5 MVA.



Esquema típico de una instalación OPS para buques portacontenedores.

Para ello, el cableado que alimenta a cada punto de conexión está calculado para poder suministrar una potencia de hasta 7,5 MVA.

Esta instalación se ha diseñado de acuerdo con la normativa internacional aplicable IEC/ISO/IEEE 80005. Contará con dos líneas de alimentación y tres cajas de conexión y el suministro se realizará a 6,6 kV y 50 o 60 Hz, según el buque suministrado.

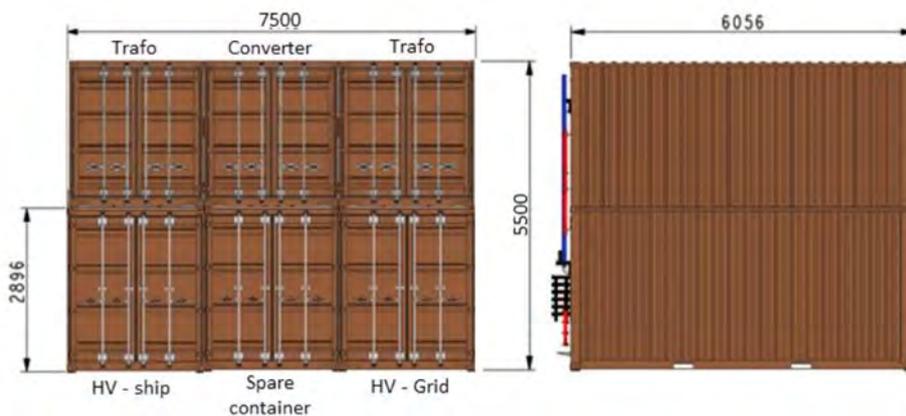
Este diseño permite que cuando se conecte un buque hasta 3,75 MVA solo será necesario el funcionamiento de una etapa, pudiendo conectar dos buques de forma independiente. En cambio, para buques con necesidades de potencia superiores se utilizarán las dos etapas acopladas en paralelo pudiendo conectarse únicamente un buque. Así, la potencia máxima de suministro será de 7,5 MVA.

Las características de la instalación son:

- Voltaje nominal: 6,6 kV.
- Máximo requerimiento de potencia: 7,5 MVA.
- Frecuencia: 50 Hz o 60 Hz.
- Número de cables de media tensión para alimentar al buque: 2.

Subestación eléctrica SE-OPS

Para hacer frente a esta demanda de potencia se instalará una subestación (SE-OPS) con hasta 8 MVA de potencia máxima, para la que se ha propuesto una solución containerizada. En la SE-OPS se alojarán los diferentes equipos que permitirán acondicionar la energía de la red de media tensión de acuerdo con los requisitos de suministro demandados por los buques: transformador, convertidor de frecuencia y sistemas de protecciones de red. El equipo principal es el transformador que se utiliza para adaptar el



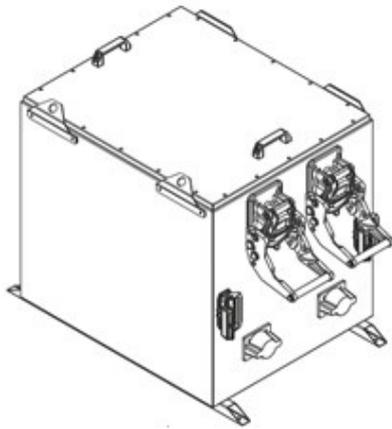
Disposición de los equipos de la subestación (SE-OPS).



nivel de tensión de 25 kV a 6,6 kV y los convertidores de frecuencia.

Tomas eléctricas en el muelle

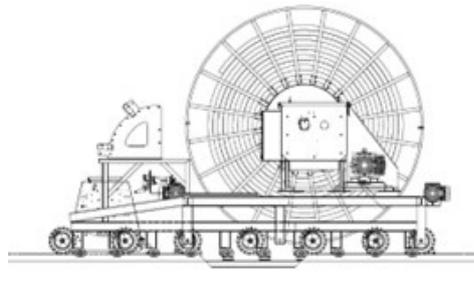
Desde el transformador de la SE-OPS, y a través de celdas de media tensión de protección de línea, partirán las líneas de alimentación hasta las cajas de conexión, ubicadas en el borde muelle. Los conectores de la caja de conexión o cuadro de tomas cumplirán lo prescrito en la norma IEC 62613-1 y IEC 62613-2.



Cajas de conexión.

Cables de conexión de la instalación con el buque

De acuerdo con el estándar ISO 80005-1, el sistema de gestión de cables (SGC) para buques porta-



SGC 100 metros.

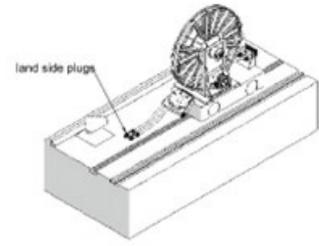
contenedores se dispone en un contenedor a bordo del buque como muestra la figura siguiente.

Los cables descienden desde el buque hasta el muelle, por lo que la instalación está dotada de un sistema de gestión de cables flexible que a modo de carrete o alargador permite su conexión a las cajas o tomas eléctricas.

En este Piloto se han diseñado dos sistemas de gestión de cables autopropulsados, complementarios y localizados en el muelle para facilitar la extensión de los puntos



Sistema de gestión de cables para buques portacontenedores.



SGC 50 metros.

de conexión en 100 metros y 50 metros respectivamente. Ambos podrán ser utilizados alternativamente dependiendo de la posición del buque atracado y de la caja de conexión más cercana.

Instalación OPS para cruceros en el Puerto de Cádiz

La Autoridad Portuaria de la Bahía de Cádiz (APBC) realizó un primer análisis de viabilidad para el suministro de electricidad a cruceros en los muelles de la dársena de Cádiz (Alfonso XIII, Reina Sofía y Ciudad), contemplando dos alternativas:

- **OPS (Onshore Power Supply):** la conexión directa de los buques atracados a la red eléctrica general.
- **OGSP (Off-Grid Shore Power):** la electricidad se genera a partir de GNL en el propio muelle.

Tras concluir con este análisis que la mejor alternativa es la OPS, la APBC ha realizado el proyecto básico correspondiente.

Potencia máxima unitaria y energía consumida a lo largo del año por los buques en puerto

Estimación de la demanda de cruceros en el Puerto de Cádiz 2017-2019						
Año	Alfonso XIII		Reina Sofía		Ciudad	
	Potencia máx. (MW)	Energía (MWh)	Potencia máx. (MW)	Energía (MWh)	Potencia máx. (MW)	Energía (MWh)
2017	13,00	4377	9,89	2470	6,12	1599
2018	13,00	7065	10,00	900	6,12	1624
2019	13,00	8104	13,00	1072	7,63	1512
TOTAL	13,00	19 546	13,00	4442	7,63	4735



En los tres años que comprende el periodo analizado (2017-2019), un total de 479 cruceros atracaron en el Muelle Alfonso XIII, suponiendo una ocupación de 5386 horas.

Por su parte, en el Muelle Reina Sofía atracaron un total de 114 buques (1679 horas), mientras que en el Muelle Ciudad hicieron escala 161 cruceros (2501 horas). Estos

buques representan la demanda que se indica en la tablade la página anterior.

Para la demanda total estimada, se ha determinado el porcentaje

Demanda cubierta en función de la potencia y el número de carros disponibles

% DEMANDA CUBIERTA							
Potencia total (MW)	% Buques atendidos	Número carros					
		1		2		3	
		Horas	Energía	Horas	Energía	Horas	Energía
26,19	100,0%	71,27%	49,25%	93,23%	84,55%	99,55%	98,78%
13,00	99,0%	71,27%	49,25%	88,88%	76,82%	92,42%	83,69%
12,50	99,0%	70,91%	48,40%	88,17%	75,44%	91,45%	81,72%
12,00	99,0%	70,91%	48,40%	87,87%	74,83%	91,04%	80,85%
11,50	99,0%	70,91%	48,40%	87,04%	73,04%	90,10%	78,87%
11,00	98,9%	70,59%	47,76%	86,06%	71,20%	88,72%	76,15%
10,50	98,6%	70,37%	47,31%	85,37%	69,92%	87,76%	74,26%
10,00	97,9%	70,35%	47,28%	84,33%	67,69%	86,73%	72,13%
9,50	95,8%	68,88%	44,64%	82,05%	63,79%	84,48%	68,45%
9,00	95,8%	68,88%	44,64%	81,11%	62,00%	83,11%	65,76%
8,50	95,8%	68,88%	44,64%	79,21%	58,22%	80,46%	60,40%
8,00	87,7%	63,98%	37,22%	73,30%	49,55%	74,44%	51,68%
7,50	86,2%	63,26%	36,18%	72,27%	48,10%	73,24%	49,89%
7,00	79,0%	59,24%	30,74%	67,57%	41,94%	68,26%	43,23%
6,50	74,7%	55,73%	26,44%	63,84%	37,86%	64,29%	38,65%
6,00	69,3%	51,83%	22,05%	58,59%	31,14%	59,04%	32,03%
5,50	59,2%	45,18%	15,20%	51,18%	23,89%	51,42%	24,38%
5,00	52,1%	39,44%	9,74%	45,38%	20,14%	45,63%	20,84%
4,50	51,7%	39,28%	9,60%	44,91%	19,20%	45,17%	19,90%
4,00	51,7%	39,28%	9,60%	44,63%	18,46%	44,65%	18,51%
3,50	51,7%	39,28%	9,60%	43,38%	15,36%	43,40%	15,40%
3,00	44,3%	33,64%	6,27%	36,93%	10,88%		
2,50	38,1%	29,87%	4,42%	32,59%	8,01%		
2,00	33,2%	26,27%	2,97%	28,70%	6,17%		
1,50	32,1%	25,23%	2,64%	27,65%	6,00%		
1,00	29,1%	21,31%	1,77%	23,26%	4,69%		
0,50	25,3%	10,12%	0,21%	11,50%	4,60%		
0,00	0,0%						

Horas: Número de horas que los cruceros podrían conectarse al sistema OPS, frente al total de horas de atraque.
Energía: Energía suministrada frente a la energía total demandada.



cubierto de la misma en función de la potencia instalada y el número de sistemas de gestión de cables (carros) disponibles.

Este análisis de la demanda ha permitido establecer las siguientes fases:

- **Fase 1:** Instalación de un sistema de suministro eléctrico a cruceros en el Muelle Alfonso XIII, con una potencia total de 6 MW y la posibilidad de conectar hasta dos buques de forma simultánea. Para ello, en esta fase se incluye la instalación de cajas de conexión y dos sistemas de gestión de cables. En este caso, la solución adoptada logra satisfacer cerca del 60 % de la demanda eléctrica total de los cruceros que operan en el Puerto de Cádiz.
- **Fase 2:** Ampliación de la potencia hasta 12 MW y posibilidad de conectar hasta tres buques de forma simultánea. Para ello, en esta fase se incluye la adquisición de un tercer sistema de gestión de cables, así como la instalación de cajas de conexiones para que puedan conectarse los cruceros que operan en los muelles Reina Sofía y Ciudad. De esta forma, será posible satisfacer más del 90 % de la demanda total de los cruceros.

De esta forma, al final de las dos fases se contará con cajas de conexiones en los tres muelles (Alfonso XIII, Reina Sofía y Ciudad), y con tres sistemas de gestión de cables que permitirían abastecer a hasta tres buques de forma simultánea. La instalación de puntos de conexión en todos los muelles permitirá una mayor flexibilidad de suministro, ya que la posibilidad de dar suministro eléctrico a los cruceros no dependería del lugar donde atraquen.

Requisitos técnicos del suministro eléctrico a cruceros en el Puerto de Cádiz

	Fase 1	Fase 2
Simultaneidad máxima	2	3
Puntos de conexión (total)	5	11
Potencia máxima necesaria	6 MW (7,5 MVA)	12 MW (15,0 MVA)
Voltaje de suministro	6,6 kV – 11 kV	6,6 kV – 11 kV
Frecuencia de suministro	50 y 60 Hz	50 y 60 Hz

Por otra parte, se proponen sistemas de gestión de cables a base de grúas móviles compuestas de un brazo en voladizo que soporta una polea o dispositivo que permite manejar y tender los cables hasta el punto de conexión en el lado buque.

Asimismo, se propone la instalación de cajas de conexiones enterradas, consistentes en pequeñas construcciones subterráneas integradas a lo largo del muelle y donde se encuentran las conexiones eléctricas.

Alternativa OPS seleccionada

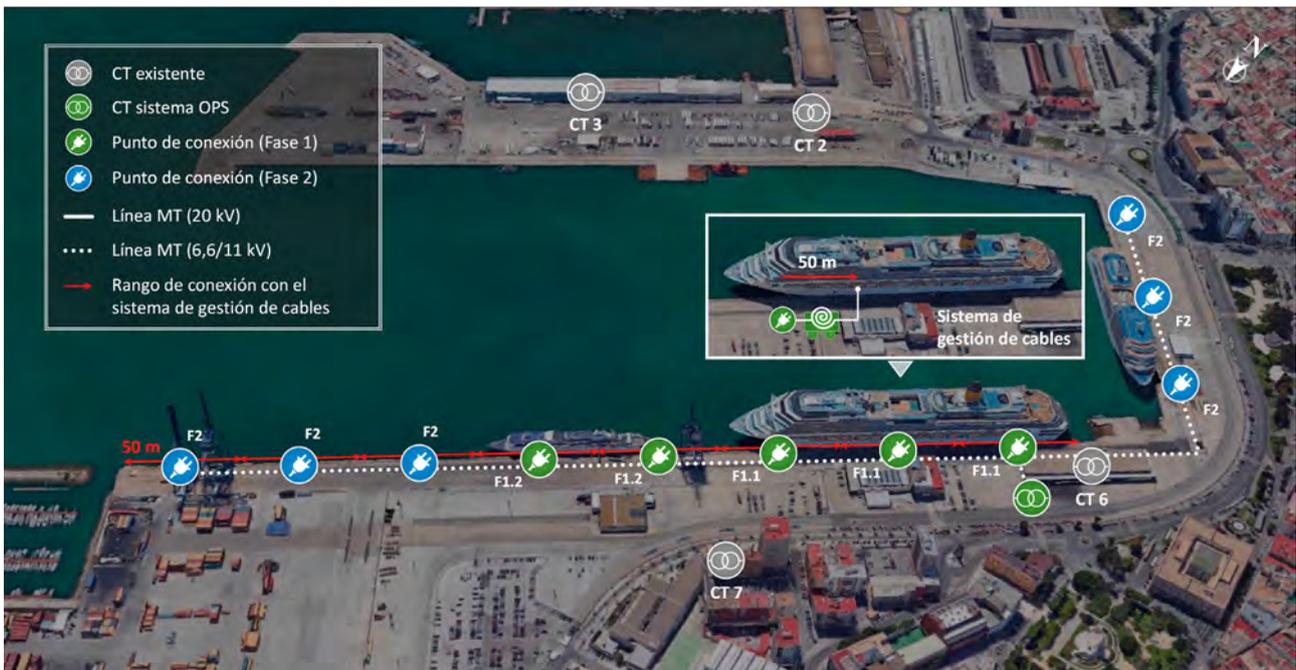
Para ejecutar la alternativa OPS será necesario ampliar la red

eléctrica actual para poder abastecer la energía demandada por los cruceros, ya que actualmente no se dispone de potencia suficiente en el puerto. En particular, será necesaria la instalación de una doble línea de M.T (conductor tipo HEPR Z1 3 (1x240 mm²) Al H16 12/20 kV) desde la subestación Las Cortes hasta el centro de transformación del puerto previsto para el suministro eléctrico a cruceros, tal y como se representa de forma aproximada en el esquema de la figura. Asimismo, será necesaria la dotación en la subestación de dos celdas de potencia en barras de 20 kV y sus correspondientes equipamientos complementarios.

ALTERNATIVA OPS	Fase 1	Fase 2
Ubicación de la instalación	Alfonso XIII – R. Sofía	R. Sofía Ciudad
Simultaneidad máxima	2	3
Puntos de conexión (total)	5	11
Potencia instalada (MW)	6	12
Potencia instalada (MVA)	7,5	16,0
Voltaje de suministro (kV)	6,6 / 11	6,6 / 11
Frecuencia de suministro (Hz)	50 / 60	50 / 60
Sistema de gestión de cables	Grúa móvil	Grúa móvil



Acometida a la red eléctrica.



Esquema de la configuración de la alternativa OPS.

Los parámetros tenidos en cuenta en el análisis económico-financiero para comparar las alternativas OPS y OGSP frente a la generación eléctrica a bordo mediante los motores auxiliares con MGO han sido los siguientes:

● **Alternativa OPS:**

- **Ampliación de la red eléctrica:** costes de canalización y cableado desde la subestación Las Cortes.

- **Equipos portuarios:** transformador, convertidor de frecuencia, puesta a tierra, conexión muelle-buque, canalización y cableado.
- **Coste de combustible:** coste por la compra de electricidad, considerando un precio de 9,29 c€/kWh.
- **O&M:** costes de operación y mantenimiento (2% de la inversión capital en instalaciones portuarias).

sión capital en instalaciones portuarias).

- **Costes tasa T-1:** incluye la bonificación del 50%.
- **Costes por emisión:** costes asociados a la emisión de CO₂ (100 €/tCO₂ emitida).
- **Alternativa OGSP:**
 - **Ampliación de la red eléctrica:** no aplica en este caso.
 - **Equipos portuarios:** sistema de generación, sistema de



Comparativa del potencial de reducción de emisiones (total escalas 2017-2019)

Alternativa	CO ₂ (t/año)	NO _x (t/año)	SO _x (t/año)	PM ₁₀ (t/año)	PM _{2,5} (t/año)
Escenario base (MGO)	15 805,7	214,6	93,9	7,2	6,7
OPS desde red (mix actual)	2326,2 (-13 479,5)	4,0 (-210,6)	3,2 (-90,7)	1,9 (-5,3)	1,9 (-4,8)
OPS desde red (energía de origen renovable)	0,0 (-15 805,7)	0,0 (-214,6)	0,0 (-93,9)	0,0 (-7,2)	0,0 (-6,7)
OGSP (generación con GNL)	9907,8 (-5987,8)	124,2 (-90,4)	0,0 (-93,9)	0,0 (-7,2)	0,0 (-6,7)

almacenamiento y regasificación, convertidor de frecuencia, puesta a tierra, conexión muelle-buque, canalización y cableado.

- **Coste de combustible:** coste por la compra de GNL, considerando un precio de 21,01 €/MWh.
- **O&M:** costes de operación y mantenimiento (2,5 % de la inversión capital en instalaciones portuarias).
- **Costes tasa T-1:** incluye la bonificación del 50 %.
- **Costes por emisión:** costes asociados a la emisión de CO₂ (100 €/tCO₂ emitida).

Las alternativas contempladas cuentan con las siguientes ventajas e inconvenientes:

- **Sistema OPS:** implica una inversión inicial ligeramente superior, debido sobre todo a los costes de la acometida a la red. Sin embargo, permite reducir la totalidad de las emisiones de los cruceros en el puerto, y también a nivel global si la energía suministrada procede de fuentes 100 % renovables. Asimismo, aunque las dos tecnologías analizadas presentan suficiente madurez, el OPS cuenta

con muchos más casos de éxito a nivel global.

- **Sistema de generación a partir de GNL (OGSP):** inicialmente implica una inversión menor y permitiría eliminar prácticamente la totalidad de emisiones de SO_x y PM. Sin embargo, las emisiones de CO₂ y NO_x seguirían existiendo, aunque se verían reducidas de forma significativa. Por otra parte, la estacionalidad de los cruceros implica que sea necesario gestionar el GNL evaporado durante los periodos en los que no exista demanda.

La instalación de un sistema de conexión eléctrica para cruceros en el Puerto de Cádiz supondrá la eliminación de gran parte de las emisiones contaminantes que, solo en los 50 kilómetros que rodean al puerto afectan a aproximadamente 900 000 personas. En concreto, se podrían eliminar hasta 12 800 toneladas anuales de GEI (CO₂).

En la tabla superior se resume el potencial de reducción de emisiones que se podría alcanzar con la implementación de cada una de las alternativas contempladas, con relación al escenario actual de emisiones.

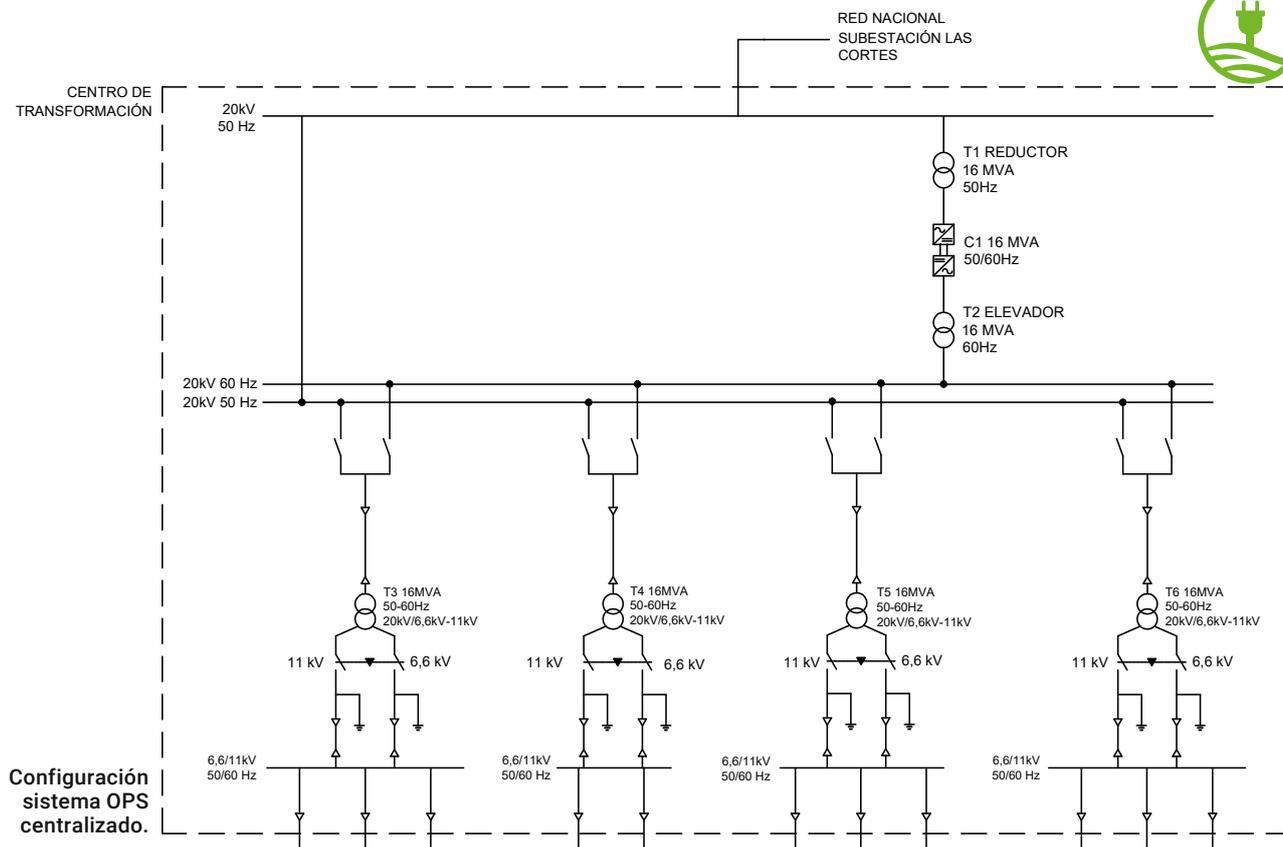
Diseño de la instalación

El diseño responde a la necesidad de alimentar a tres cruceros simultáneamente cuya demanda total de potencia no supere los 16 MVA. Se contemplan 11 puntos de conexión en los tres muelles y se dispondrá de tres sistemas de gestión de cables. La potencia máxima que puede suministrar una caja de conexión está limitada por la máxima potencia del sistema, establecida en 16 MVA.

Los valores de voltaje y frecuencia del sistema serán 6,6 kV y 11 kV, y 50 Hz y 60 Hz; en cada caja de conexiones habrá disponibles cualquier combinación de ambas.

De las dos configuraciones que se han estudiado, según si el sistema OPS está centralizado o no, se ha elegido la configuración centralizada en base a las razones siguientes:

- Se necesita menos espacio de instalación.
- Se requiere un único sistema de conversión frente a los tres de la opción rechazada (los equipos de electrónica de potencia –convertidores de frecuencia– y de adecuación de tensión –transformadores– son los que más encarecen la instalación).



La conversión de frecuencia será con aparatada de conexión con doble barra, donde el convertidor de frecuencia se acopla a una de las barras (bus de 60 Hz) a través de un transformador reductor y un transformador elevador. Para permitir la conexión simultánea de buques de 50 Hz y 60 Hz en los

distintos muelles, se integra una barra adicional (bus de 50 Hz), que se conecta directamente a la red general.

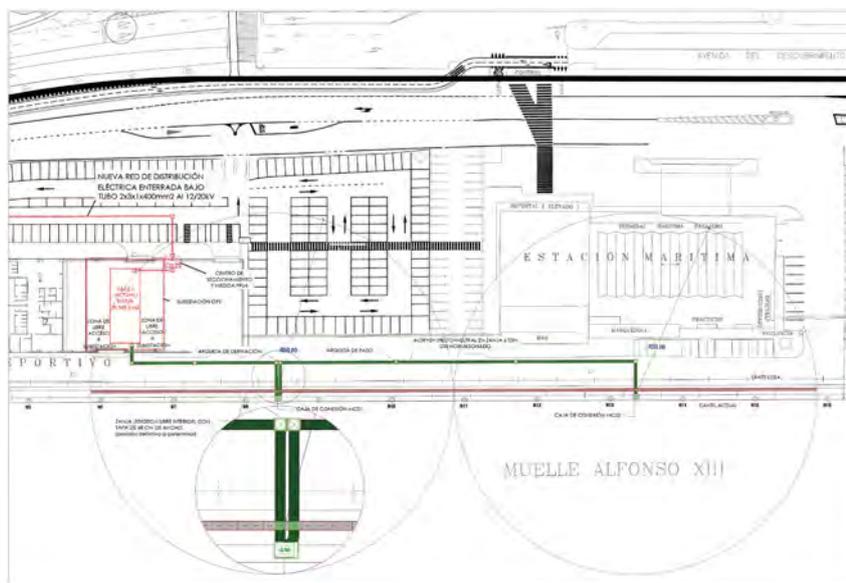
La instalación constará de cuatro áreas de conexión, cada una de ellas con un transformador de aislamiento: una para el Muelle Alfonso XIII, otra para el Muelle Ciudad, y

dos para el Muelle Reina Sofía. Este muelle es el de mayor longitud, por ello se han previsto dos áreas de conexión que darán servicio a 2 cajas de conexión en Fase 1 y tres cajas de conexión en Fase 2. El servicio a cruceros está limitado a un solo crucero conectado por un transformador de aislamiento.

Las cajas de conexión se instalarán espaciadas a 100 metros de forma que usando un sistema de gestión de cables de 50 metros se cubra toda la longitud de los muelles.

En la actualidad la APBC ha redactado el proyecto de ejecución de la conexión de la instalación a la red general en la subestación eléctrica de Las Cortes. La instalación propiamente dicha será ejecutada por Endesa X que acometerá la primera fase para dar servicio de suministro eléctrico a cruceros en el Muelle Alfonso XIII con una potencia de 16 MVA. La previsión de entrada en servicio de la instalación es el verano de 2024. ■

Planta general de la instalación.





Cartógrafas ocultas: de los conventos medievales a la cara oculta de la Luna

Existe un gran desconocimiento sobre el papel de la mujer en la geografía y, en particular, en la historia de la cartografía. Su contribución al conocimiento del mundo a través de la geografía como científicas, cartógrafas y exploradoras ha sido ensombrecida por los condicionamientos sociales. Con este artículo se pretende sacar a la luz su contribución a lo largo de la historia como emprendedoras, maestras científicas, ilustradoras, cartógrafas y, en definitiva, su aportación al conocimiento de la humanidad sobre el mundo que nos rodea.

Se realiza un paseo cronológico por la historia describiendo las representaciones cartográficas de la Edad Media, mencionando los grandes avances del siglo XVI y XVII y narrando acontecimientos e hitos como el nacimiento de la cartografía científica en el siglo XVIII, los mapas temáticos del siglo XIX o el impacto de la Segunda Guerra Mundial, para finalizar con algunas cartógrafas prodigiosas del siglo XX, como Marie Tharpe o Barbara Bartz Petchenik.

● Texto: Judith Sánchez González, IGN

Edad Media

Durante la Alta Edad Media, solo en los conventos y abadías, las mujeres podían realizar tareas intelectuales, siendo importantísimo el trabajo de las monjas calígrafas e iluminadoras. En esta época destacan: **Ende**, **Herrade de Hohenbourg** y el **mapa de Ebstorf**.

La primera de ellas, con el supuesto nombre de **Ende**, fue una monja española del siglo X del monasterio de Tábara (Zamora). Se cree que ilustró el manuscrito *Beato de Gerona* porque el nombre de Ende, junto con el de otro iluminador, figura en el colofón del manuscrito, en latín: *ende pintrix et d(e)i aiutrix fr(a)ter emeterius et pr(e)s(b)ite(r)* (Ende, pintora y ayudante de Dios; Emeterio, hermano y sacerdote). Destaca que el nombre de Ende precede al de Emeterius, con mayor tamaño y con formato ornamental, lo que parece indicar que ella tenía una posición privilegiada y fue la responsable principal de la obra.

Su autodefinición como *Dei aiutrix* (sierva de Dios) invita a pensar que era monja, aunque algunos estudiosos creen que se trataba de un título honorífico que podía otorgarse a mujeres de alto rango, por lo que Ende podría ser una noble que vivía en un monasterio, soltera o viuda, aunque sin profesar. En cualquier caso, tuvo que ser una persona rica y con recursos a su alcance.

La obra *Beato de Gerona* ha sido elogiada por muchos miniaturistas y expertos en arte, no solo por su calidad, sino por tener una policromía exuberante y una expresividad en las formas desconocida hasta la fecha.

Los beatos son códices manuscritos e ilustrados de los siglos X y XI, donde se copian los Comentarios del Apocalipsis de San Juan.



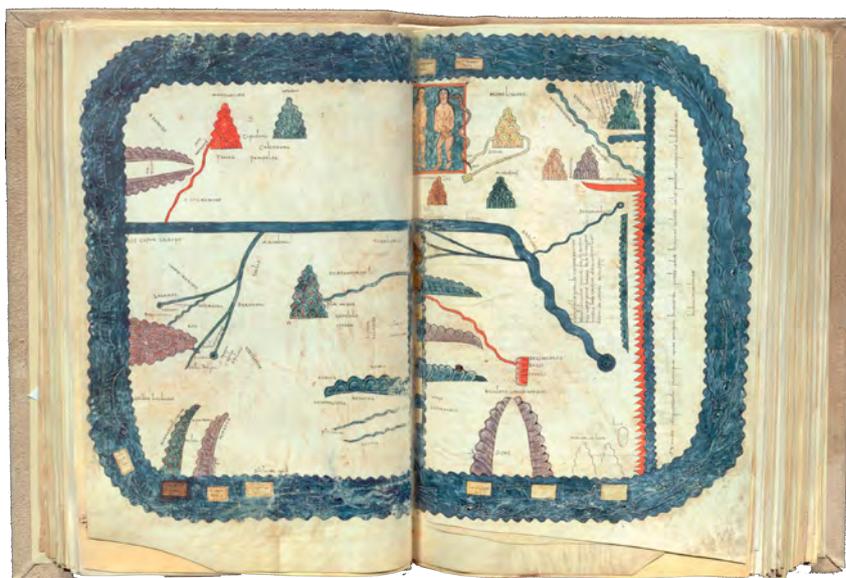
Detalle de *Beato de Gerona*, ca.950. Ed. Facsímil. BIGN, 13-D-54.

Estos códices incluyen mapamundis, que en el contexto medieval corresponden a representaciones místicas del mundo en el que fueron enviados a predicar los apóstoles. El mapamundi que aparece en el *Beato de Gerona* puede ser uno de los primeros documentos cartográficos asociados al nombre de una mujer.

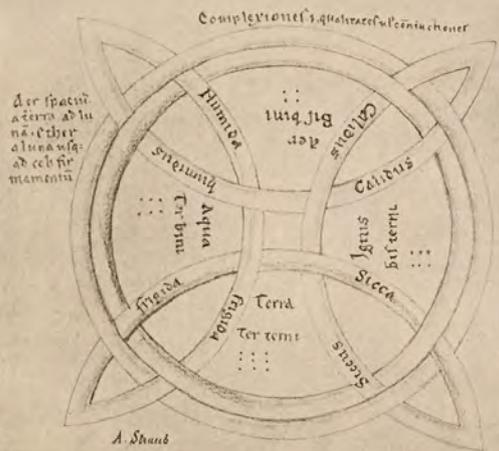
Los mapas incluidos en los beatos presentan una forma circular u ovalada y están orientados al este, donde se sitúa el paraíso, como en el caso del mapamundi del *Beato de Gerona* representado por

Adán y Eva y la serpiente. La Tierra aparece rodeada de una masa de agua sinuosa azul, en la que aparecen dibujos de peces, monstruos marinos y un hombre dentro del cuerpo de pez. Las islas se representan en forma cuadrada de color ocre. Estas representaciones se caracterizan porque figuran los tres continentes conocidos esquematizados y aparece un cuarto continente desconocido, separado del resto por una línea azul.

Herrade de Hohenbourg, abadesa del monasterio de Lorraine, fue la autora e ilustradora de la



Mapamundi inserto en el *Beato de Gerona*, ca.950. Ed. Facsímil. BIGN, 13-D-54.



Esquema macrobiano inserto en el *Hortus deliciarum*. Plancha XXIX. Finales s. XII. Facsímil 1879.

obra *El jardín de las delicias* (*Hortus Deliciarum*), primera enciclopedia escrita por una mujer. Se trata de un manuscrito de 324 páginas, compendio de todo el saber de la historia del mundo que recorre las distintas ciencias conocidas, y está ilustrado con más de 300 imágenes. Actualmente, solo se conserva una copia del original, ya que fue destruido en un asedio a la ciudad de Estrasburgo, durante la guerra franco-prusiana en 1870. En ella

se muestran representaciones del mundo conocido.

El **mapa de Ebstorf** es una obra cumbre de la cartografía medieval, realizado en torno a 1300, y que fue encontrado en el convento de monjas del mismo nombre, en la Baja Sajonia. Es un mapa mural en pergamino de aproximadamente 3,57 metros de diámetro y 13 metros cuadrados. Fue localizado en 1830 y posteriormente depositado en el Museo de Hanover. El original resul-



Mapa de Ebstorf. Finales del siglo XIII. Facsímil s. XX elaborado a partir de fotografías de 1891.

tó destruido durante un bombardeo en la Segunda Guerra Mundial en 1943 y se ha podido reproducir gracias a que, afortunadamente, se hicieron varias copias a lo largo del siglo XIX.

El mapa pretende reflejar los conocimientos teológicos y simbólicos acerca del mundo conocido y no la forma real de los continentes y lugares representados, que se presentan sin una escala homogénea («Germania» y la propia región del convento tienen un desarrollo mayor que el de las tierras limítrofes). El mapamundi recoge el mundo habitado dividido en tres continentes: Europa, abajo a la izquierda; Asia, ocupando la mitad superior; y África, abajo a la derecha; estando cada uno de los tres continentes inscritos en una circunferencia a modo de los mapas de T en O. En el centro del mapa se sitúa Jerusalén, además, el cuerpo de Cristo aparece abrazando el mundo: arriba, al este, junto al Paraíso terrenal localizado en Asia y rodeado por una muralla de fuego está la cabeza de Jesús; los pies están al oeste, en la parte inferior del mapa, cerca de las columnas de Hércules (que simbolizaban el paso al Mediterráneo por el estrecho de Gibraltar) y las manos asoman al norte y al sur.

La labor de las mujeres iluminadoras quedó demostrada en 2019, cuando se detectaron restos de lapislázuli en la placa dental de una mujer, seguramente una monja, enterrada al oeste de Alemania entre 997 y 1162. El lapislázuli es un pigmento medieval que en aquella época provenía de una roca de Afganistán, y era muy demandado por su calidad y profundidad del color azul ultramar. La explicación de la presencia de estas partículas en los dientes se debe a que en un *scriptorium* dedicado a la ilumina-

ción de manuscritos, los pinceles se afinaban con la boca, lo que viene a confirmar el destacado papel de las mujeres en los *scriptoria* medievales.

Siglos XVI y XVII

En el siglo XV los avances en las técnicas de producción, la imprenta y los nuevos descubrimientos contribuyeron al auge de la producción cartográfica que se desarrollaba en empresas familiares. Los Países

Bajos fueron el centro de esta edad de oro de la cartografía. Las mujeres participaron en todo el proceso productivo en diferentes oficios, como iluminadoras, grabadoras, impresoras, etc. La cartografía era un negocio muy lucrativo y esto propició las uniones matrimoniales entre familias de cartógrafos, grabadores e impresores, como por ejemplo Goos, Bertius, van der Keere, etc. Además, muchas mujeres al enviudar tomaban las



Detalle de la mujer y el cambista, 1539. Marinus van Reymerswale. Museo del Prado.



Gerardus Mercator y Ludocus Hondius, 1612. BLR Antique Maps.



Orbis Terrarum Tabula Recens Emendata et in Lucem. Edita Per N. Visscher, 1663. BLR Antique Maps.

riendas del negocio convirtiéndose así en editoras, ya que era muy importante conservar el nombre de los talleres cartográficos. La saga de los Hondius fue una de las más famosas.

Coletta Hondius, esposa de Jodocus Hondius, se encargó de dirigir el negocio familiar desde la muerte de su marido, en 1612, hasta que sus hijos Henricus y Jodocus Jr. continuaron el negocio. Fue artífice de la famosa portada del *Atlas de Mercator* (1607), que Coletta pintó en honor a su marido, donde éste aparece inmortalizado junto a Gerard Mercator. Ambos estaban relacionados porque Hondius adquirió las planchas de Mercator a su muerte y fue el que editó y comercializó el famoso atlas.

Con el objetivo de incrementar el precio de sus obras, cartógrafos

como Abraham Ortelius iluminaron sus mapas en sus propios talleres. Sus dos hermanas, **Anna y Elizabeth** trabajaron como iluminadoras de la obra de Ortelius, *Theatrum Orbis Terrarum*, en 1570.

También destaca en el siglo XVII **Eva van Alphen Elzevier** (1620-1695), que fue una importante impresora. Junto a su marido Johan Elzevier de Leiden publicó el *Atlas contractus Orbis Terrarum* del cartógrafo Nicolas Visscher, y fue propietaria de sus derechos durante varios años. El mapa que aparece en esta página es un ejemplar impreso por ella, muy típico de la época. Es un mapa del mundo en doble hemisferio, muy decorado y en las esquinas hay alegorías a los cuatro continentes.

En muchos casos, los mapas no muestran la autoría de una mujer a

primera vista. La mujer del hijo de Visscher, **Elizabet Versey Visscher**, también destacó como editora de las obras de su marido, vendiendo a su muerte las planchas de cobre de varios de sus atlas a Peter Schenk, en 1726. En la Cartoteca del IGN se conservan varios mapas publicados por ella, como por ejemplo *El Plan de Barcelona* de 1706. Aunque no aparece citada, por la fecha se sabe que fue editado por Elisabet ya que su marido murió en 1702.

Anne Beek (1657-1717) fue una famosa editora flamenca. Adquirió el apellido Beek tras contraer matrimonio con el editor y comerciante de arte Barent Beek (1678). Se dedicaban a publicar mapas topográficos, planos, vistas y grabados. Se sabe que ambos trabajaban en la editorial porque en



Plan de Barcelona, 1706. Nicolas Visscher II. BIGN, 13-D-54.



Detalle de la cartela del mapa Gettekemt, 1709. Anna van Westerstee Beek. Library of Congress.

numerosos trabajos realizados en el taller incluyen la firma *Anna van Beek excudit* (realizado por Anne van Beek). Anne acabó como única editora tras ser abandonada por su marido después de 15 años de matrimonio y siete hijos. Este caso captó la atención del público porque acabó en los tribunales y Anne obtuvo el divorcio convirtiéndose

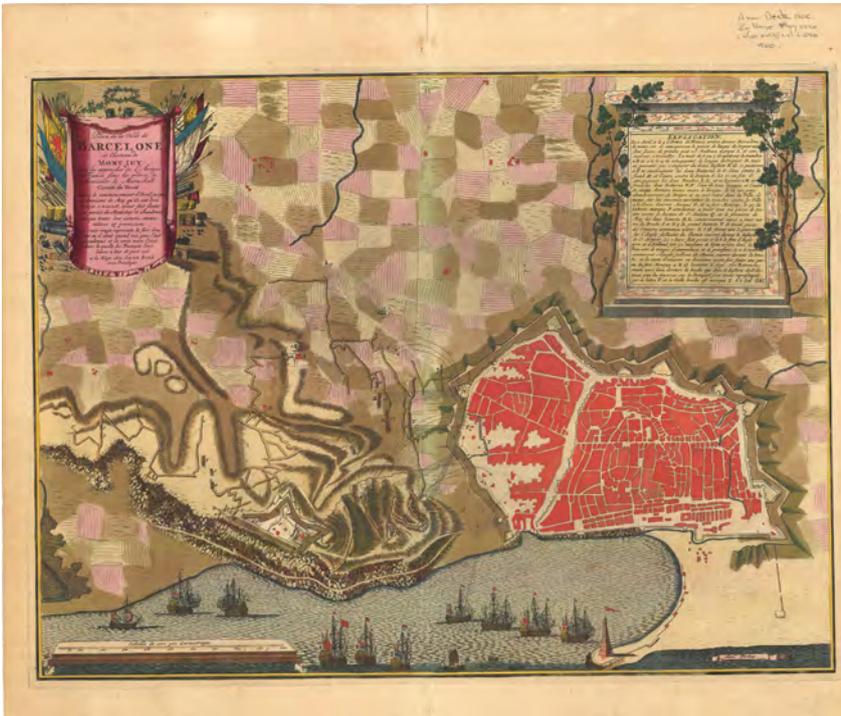
en una de las pocas cartógrafas divorciadas del siglo XVII. Hasta el año 1697 usó a menudo su apellido de soltera Van Westerstee. Anne se valió de unos privilegios o patentes, similares a los que hoy se conoce como *copyright*, para garantizar el respeto a la propiedad intelectual de los mapas que publicaba. La inclusión de la palabra "Privilegie" advertía del riesgo de denuncia si se copiaban los mapas de la editorial. De hecho, se sabe que denunció a otros editores que habían revendido algunos mapas publicados por ella, que tuvieron que indemnizarla.

Anne se especializó en los mapas militares y planos de batalla. Estos tuvieron mucha aceptación en el público que buscaba información de cómo avanzaban las batallas en Europa y los movimientos de tropas. Algunas de sus obras

fueron empleadas como base para dirigir las campañas navales y los movimientos de tropas terrestres. Gracias a la red de informantes que tenía, la editorial pudo conocer con detalle el avance de los ejércitos en Europa.

En sus últimos años como editora (1701-1713) se produjo la guerra de Sucesión española (1701-1713), sobre la que Beek publicó varios mapas, como *el Plan de la Ville de Barcelone* y *Chateau de Mont luy*, ambos fueron adquiridos por la Cartoteca del IGN.

Se calcula que un tercio de las mujeres de los cartógrafos de los siglos XVI y XVII continuaron con el taller o la imprenta al enviudar, característica poco común en otros gremios, lo que indica el profundo conocimiento que tenían del negocio de la cartografía. Su labor



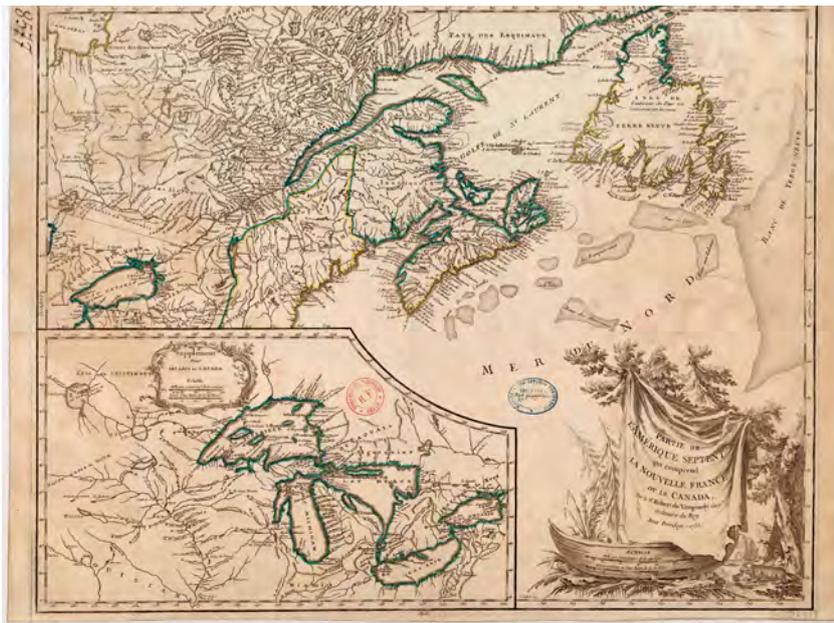
Plan de la Ville de Barcelone et Chateau de Mont luy, 1706. Anna van Westerstee Beek. BIGN, 11-C-68.

permitió que sagas familiares como los Blaeu o los Hondius perduraran a través de los años.

Siglo XVIII

En el siglo XVIII se produjo un cambio en la producción de la cartografía debido a la necesidad de un conocimiento más preciso del mundo demandado por los esta-

dos, lo que favoreció el nacimiento de la cartografía científica. Se produjeron avances en las técnicas de medida de la Tierra como, por ejemplo, la resolución del problema de la medida de la longitud, se realizaron triangulaciones o se cartografiaron las costas con medidas astronómicas. La cartografía dejó de ser un mero objeto



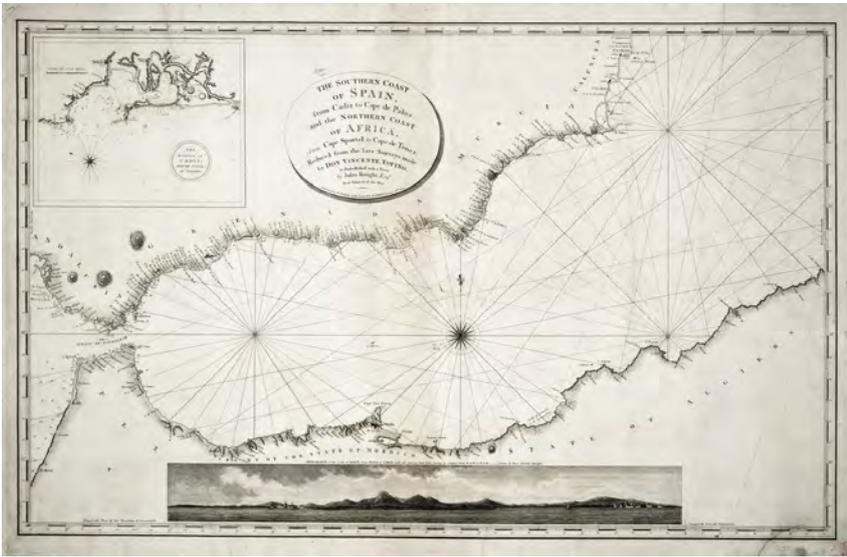
Partie de l'Amérique septent. Nouvelle France, 1755. Robert de Vaugondy, y C. Haussard. BnF GE DD-2987 (8577).

comercial y se convirtió en una herramienta política indispensable en las guerras y la colonización. Debido a este cambio de modelo, las mujeres perdieron el protagonismo que tuvieron en el siglo anterior con los grandes talleres cartográficos donde participaban activamente. En esta época, les fue más difícil acceder a los conocimientos científicos y, además, se las excluyó de la realización trabajos de campo. Aun así, se pueden encontrar varios ejemplos de su contribución.

Las hermanas **Haussard, Marie Catherine** y **Elizabeth** se distinguieron como grabadoras, participando en el diseño de las cartelas de mapas. El *Mapa de Canadá*, fechado en 1755, está coloreado a mano y tiene una cartela que fue grabada por Marie Catherine, como puede verse en la firma. En la cartela aparece la canoa de los nativos americanos, un castor y pinos que simbolizan Norte América. El mapa fue realizado por Vaugondy.

Penelope Steel, nacida en Jamaica en 1768, destaca en la producción de cartas náuticas y heredó el negocio después de la muerte de su marido. Estas cartas se caracterizaban porque detallaban los accidentes de la costa. Las de producción privada, conocidas como *bluebacks* por el resistente papel manila azul en el que estaban montadas, estuvieron en circulación entre las flotas mercantes del mundo hasta la Segunda Guerra Mundial.

Mary Ann Roque destacó en la edición de mapas ingleses en la segunda mitad del siglo XVIII. Después de la muerte de su marido, en 1762, continuó con su trabajo como editora durante seis años. Firmaba los mapas con sus iniciales, por lo que no se sabía que era una mujer. El *mapa de Norte América* es quizás el mapa más preciso de todo el



The southern coast of Spain, from Cadiz to Cape de Palos, 1804. P.Steel y John Knight, John Knight. National Maritime Museum, Greenwich G231:1/7.

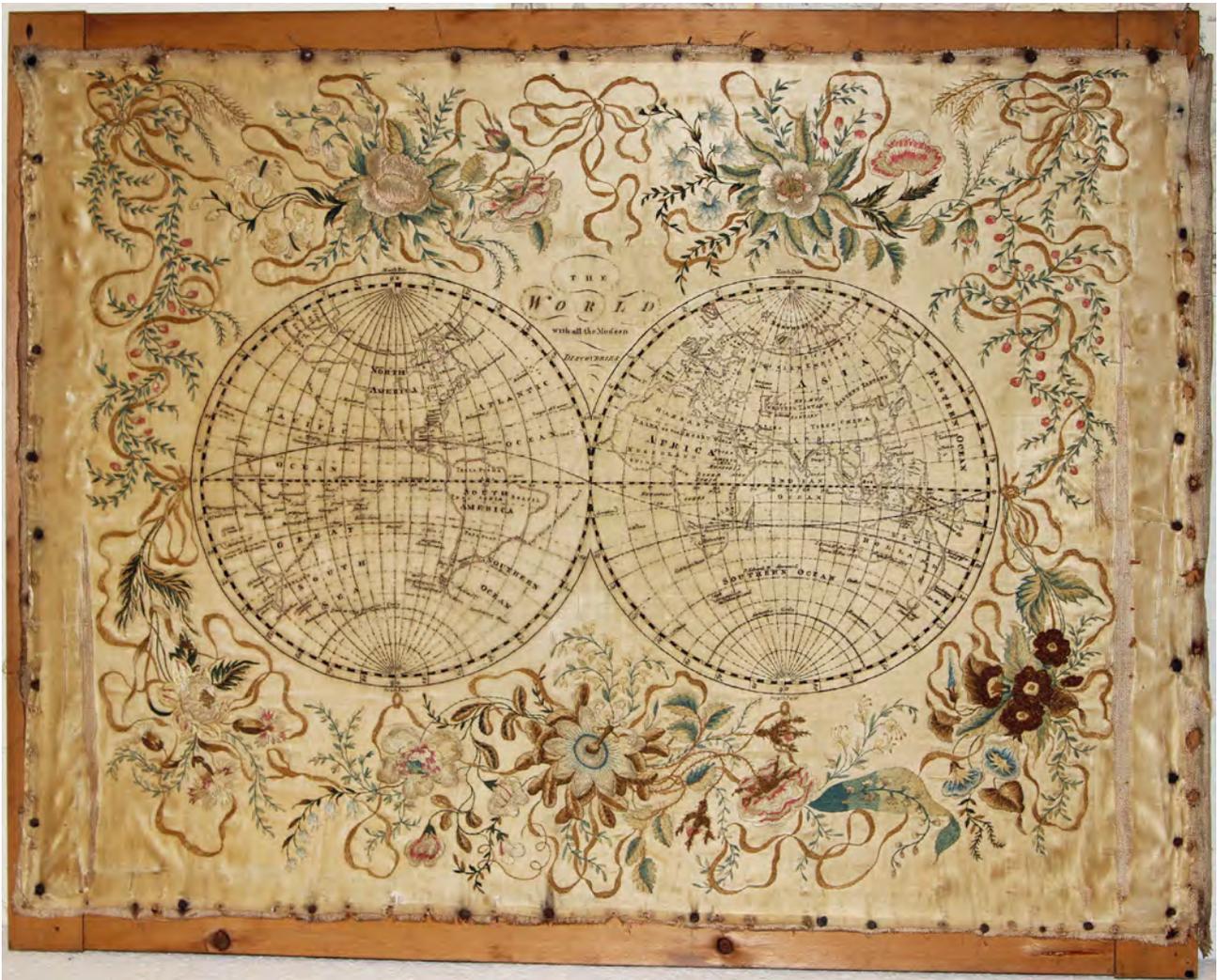
continente hasta la fecha, e incluye mucha información original de la parte occidental, la más desconocida, que no se encuentra en ningún otro mapa impreso. Esto demuestra que tiene detrás un gran trabajo de recopilación de información de viajeros y exploradores del continente.

Globos y mapas bordados

Entre la gran cantidad de soportes que se han empleado en la



A General Map of North America, 1762. BLR Antique Maps.



The World with all the Modern Discoveries, 1782. Anónimo. BIGN, CP-007.

historia de la cartografía para trazar mapas, como papiro, pergamino, vitela, etc., hay uno muy relacionado con las mujeres cartógrafas, la tela, donde se bordaban mapas y globos. Este tipo de mapas fueron creados por niñas y jóvenes entre finales del siglo XVIII y mitad del

siglo XIX, principalmente en Reino Unido y Estados Unidos. Estos mapas, aunque suponen una importante colección, no son muy conocidos dentro de la historia cartográfica, ya que su función era combinar la enseñanza de la geografía con el bordado de telas.

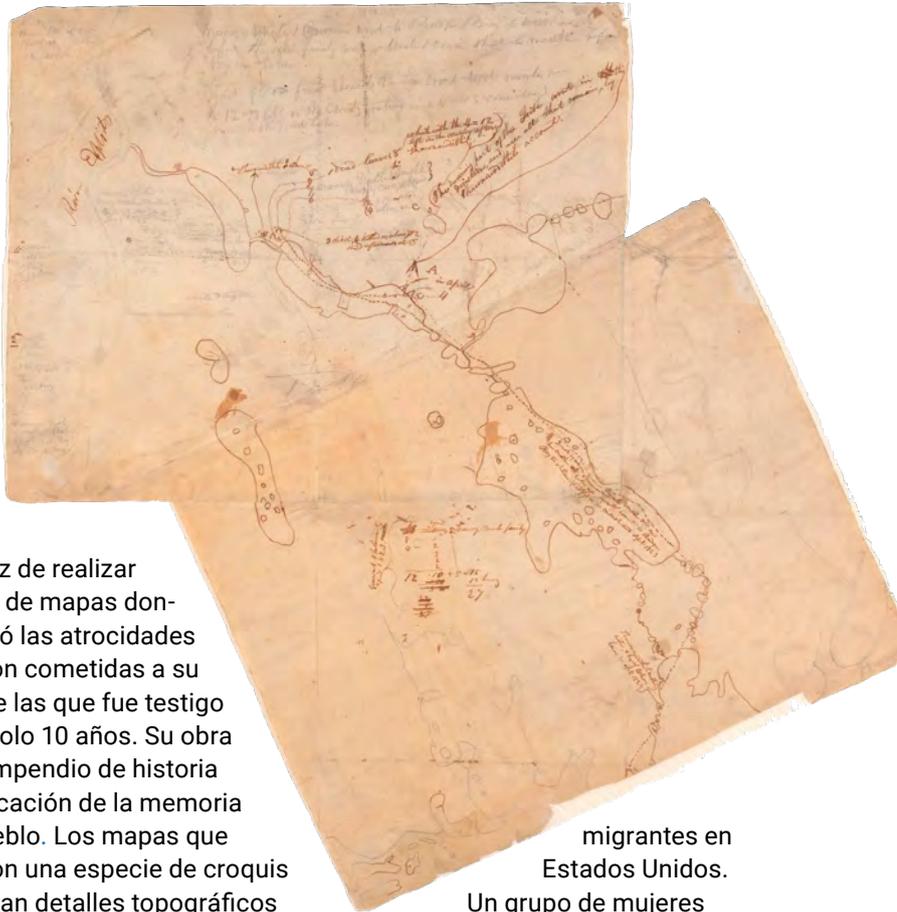
Los eventos de finales del XVIII y principios del XIX, como la Revolución francesa y la americana, la guerra entre Francia e Inglaterra o los viajes de Cook y diferentes exploraciones, propiciaron un gran interés por la geografía, que llegó a ser la primera ciencia que se enseñaba en las escuelas de niñas. Tras la llegada de la Revolución Industrial los nuevos materiales, herramientas y técnicas facilitaron los medios para generar estos mapas.

Uno de estos mapas fue adquirido por la Cartoteca del IGN, *The World with all the Modern Discoveries*. Se trata de un mapa del mundo bordado sobre tela de seda. El mapa tomado como modelo fue publicado en su primera edición por J. Young en 1778 y modificado en 1782, que es la versión de este



Globo y detalle de un globo bordado, 1818. Hannah Gibbons. Westtown Quaker Boarding School.

Retrato de Shanawdithit y mapa de Exploits River en Terranova, 1810.



ejemplar bordado. Para el bordado se utilizó hilo negro en la red de meridianos y paralelos y el borde del mapa, e hilo de color rosa y amarillo para los límites nacionales y regionales. Hay multitud de adornos florales rodeando los dos hemisferios, bordados en una variada paleta de azules, marrones, verdes y rosas.

Las creaciones cartográficas de costura más singulares de todas son los globos de seda creados entre 1804 y 1844, en el **Westtown Quaker Boarding School**, cerca de Filadelfia. Se cree que estos globos permitían enseñar geografía matemática: la latitud, longitud y los movimientos de la Tierra y el Sol. Se hicieron sobre una base de seda en gajos o cuñas y tienen bordados los contornos continentales, paralelos y meridianos, nombres de lugares y otras características con tinta. Después se rellenaba una bola de lona con lana, se cosían las cuñas y se insertaba la bola de tela antes de coser la costura final.

Siglo XIX

Ya en el siglo XIX, al hilo de la colonización de Norte América antes mencionada, es interesante destacar la historia de **Shanawdithit**. Esta mujer pertenecía a la tribu de los Beothuk, asentada en un pueblo de la isla de Terranova (Canadá) que fue erradicado por los colonos, y ella fue la única superviviente. Vivió con los colonos y aprendió el lenguaje y las costumbres inglesas.

Fue capaz de realizar una serie de mapas donde plasmó las atrocidades que fueron cometidas a su pueblo de las que fue testigo con tan solo 10 años. Su obra es un compendio de historia y reivindicación de la memoria de su pueblo. Los mapas que realizó son una especie de croquis que reflejan detalles topográficos y, aunque no tienen una escala uniforme, la relación de elementos que plasma es bastante fidedigna. El explorador James Howley, que escribió sobre los Beothuks en el siglo XX, destacó que podía reconocer cada afluente, rápido del río, etc., que aparecía en los mapas que utilizaba en sus viajes.

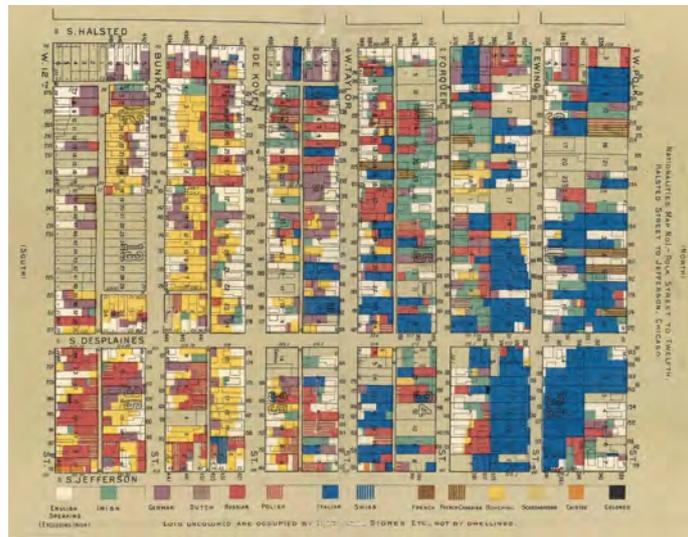
Por otra parte, en el siglo XIX empezaron a desarrollarse los mapas temáticos. Todas las ciencias que surgen en este siglo: la meteorología, la geología, la hidrografía, etc. son objeto de la cartografía temática. Pero, también, en este siglo surgió otro aspecto que empezaba a preocupar: los estragos de la industrialización. Esto supuso un crecimiento demográfico urbano sin precedentes, lo que produjo una diferenciación y polarización social y espacial que afectó de manera desigual a los distintos grupos sociales, dando lugar a diversos movimientos sociales, promovidos principalmente por mujeres. Es el caso de la Hull House de Chicago, a finales del siglo XIX, una de las primeras casas de acogida para in-

migrantes en Estados Unidos.

Un grupo de mujeres residentes en esta casa, liderado por Florence Kelley, realizó una investigación sobre las condiciones sociales de la población del barrio en el que se asentaba y se elaboraron mapas temáticos para visibilizar los problemas sociales.

Florence Kelley fue la primera inspectora de condiciones laborales en la industria en los Estados Unidos, y una de las primeras mujeres universitarias que se graduó en la Universidad de Cornell, en 1882. Luchó por los derechos de las mujeres en las fábricas. Dentro de su producción cartográfica destacan los mapas de análisis geostadísticos de la población de la ciudad de Chicago para la Hull House. Estos mapas temáticos empleaban códigos de colores para mostrar diversas variables y evidenciar las carencias sanitarias, educativas y laborales de la ciudad y sus suburbios.

Elaboró dos series de mapas, uno, de las nacionalidades de la población y otro de los ingresos familiares semanales. Los mapas se realizaron sobre una cartografía



Retrato de Florence Kelley y mapas de la ciudad de Chicago, 1895.



Leonor Ferrer y mapa de la Compañía Peninsular de Teléfonos, 1906. ICGC RM.281982.

parcelaria, con los nombres de la calle y números de parcela, y solo se coloreaban las parcelas habitadas. Un caso particular fueron los burdeles, que se clasificaron como actividad distinta en cuanto a los ingresos.

Leonor Ferrer Girabau (1874-1953) fue la primera mujer delineante de España. Nacida en Barcelona, obtuvo, en 1905, el título de perito delineante expedido por la Sociedad Económica Amigos del País, Sección de Enseñanza, Escuela de Institutrices y Otras Carreras para la Mujer, y se convirtió en la primera mujer de España

en obtener esta titulación. Entre 1898 y 1931 trabajó en la Sociedad General de Teléfonos, más tarde conocida como Compañía Peninsular de Teléfonos, y Telefónica en la actualidad. Entró por oposición como telefonista, pero en 1899, gracias a sus conocimientos de dibujo, pasó a ser auxiliar del delineante Juan Marxuach.

Siglo XX

Publicidad y mapas pictográficos

A comienzos del siglo XX surgió una nueva corriente cartográfica

que se introdujo en los mapas pictográficos para transmitir más información que la meramente cartográfica. Entre los años 1920 y 1940 estos mapas pictóricos alcanzaron una amplia difusión para el turismo y la publicidad y, muchas las mujeres destacaron en este estilo cartográfico.

Elizabeth Shurtleff, pintora y artista que asistió a la Escuela de Bellas Artes del Museo de Boston, llegó a la cartografía desde el ámbito de las artes. Junto con Helen F. McMillin dirigió los Editores de Mapas Históricos de la Asociación de Historia Gráfica con sede en



Bermuda Island, 1930. Elizabeth Shurtleff y Helen F. McMillin. David Rumsey Map Collection.

Boston y destacó en la realización de este tipo de mapas.

La llegada del *art déco* a América del Norte dio lugar a que, a mediados de los años veinte, Estados Unidos encabezara el movimiento pictórico en cartografía. Se utilizaron los mapas para representar ciudades y regiones, también como método de enseñanza, o con finalidad publicitaria. El crecimiento del turismo durante esta época contribuyó al auge de la cartografía pictórica.

En el *Mapa de las estrellas* de Elizabeth Shurtleff se puede apreciar el estilo *art déco* con colores vivos y muy fuertes, o la utilización de líneas fuertes y curvas. El mapa representa el cielo en dos fechas distintas, verano e invierno, donde aparecen figuras mitológicas basadas en las estrellas, constelaciones y signos del zodiaco.

La Segunda Guerra Mundial

En este siglo, la Segunda Guerra Mundial impulsó la demanda de

mujeres en trabajos tradicionalmente realizados por hombres. La producción cartográfica no fue ajena a este fenómeno y las mujeres fueron llamadas a filas para formarse como cartógrafas, llenando el vacío que dejaron los hombres desplegados por todo el mundo. Las mujeres respondieron a la demanda de manera masiva y sus solicitudes desbordaron las expectativas. Entre las fuerzas aliadas se las conoció como la generación de las *Mapping Maidens*.

Principalmente, en la Segunda Guerra Mundial, la fotografía aérea experimentó grandes avances gracias a la aparición de los métodos fotogramétricos para la elaboración de mapas. La fotografía aérea también motivó la necesidad de cientos de operadores de fotointerpretación capaces de encontrar entre miles y miles de fotografías las ubicaciones de alto valor estratégico, como, por ejemplo, la situación de las plataformas de lanzamiento de las bombas V1 en el Mar del Norte, o la localización de los búnkeres camuflados en las costas de Normandía, o la identificación de los modelos de avión en los aeródromos del enemigo.

Para hacerse una idea del orden de magnitud de la información tratada, en el año 1945, a la unidad de fotointerpretación aérea de la Royal Air Force en Medmenham llegaban diariamente unos 25 000 negativos que eran analizados por más de 1700 operadores, mayoritariamente mujeres. Se puede afirmar que los desembarcos en el norte de África, Sicilia y las playas de Normandía fueron posibles gracias al enorme trabajo en la retaguardia de estas *Mapping Maidens*, mujeres anónimas que producían los mapas utilizados en los frentes y proporcionaban información de alto valor estratégico.



Star Map, 1930. Elizabeth Shurtleff. David Rumsey Map Collection.



Carteles de propaganda para el reclutamiento de mujeres, 1940.



Trabajos de fotointerpretación en Medmenham, 1942.



Unidad de fotointerpretación aérea de la RAF (Royal Air Force) en Medmenham, 1945.

El final de la guerra provocó el retorno de los hombres que habían servido en el frente a estos puestos de trabajo, relegando a la mayoría de estas mujeres cartógrafas. Sin embargo, su trabajo fue ampliamente reconocido y muchas de ellas continuaron sirviendo en las agencias federales después de la

guerra. Se puede decir que desafiaron las normas tradicionales y allanaron el camino para las futuras generaciones.

Postguerra

Marie Tharpe (1920-2006) fue una cartógrafa oceanográfica y geóloga estadounidense que, junto

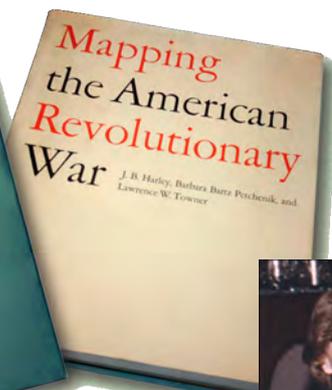
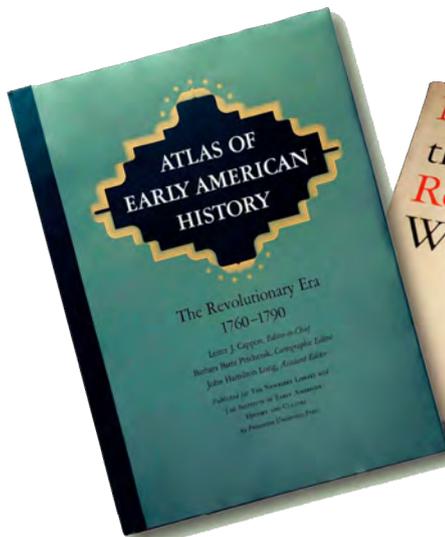
con Bruce Heezen, creó el primer mapa científico del suelo oceánico (1977). Durante los primeros años de su colaboración, Heezen recogió datos a bordo del barco del Observatorio de la Marina, el Vema, y Tharp trazó mapas a partir de esos datos. La obra de Tharp puso de manifiesto la existencia de la dorsal mesoatlántica, lo que revolucionó la comprensión científica de la deriva continental, considerándose uno de los logros más remarcables de la cartografía moderna. En 1978 fue galardonada con la medalla Hubbard de la Sociedad Geográfica Nacional, y en 1997, la Librería del Congreso la nombró como una de las cuatro personas que había hecho las mayores contribuciones en el campo de la cartografía.

Las palabras que Tharp pronunció en una entrevista en 1999 resumen su labor y son, igualmente, el fiel retrato de aquella época: “Yo tenía un lienzo blanco para llenar con extraordinarias posibilidades, un rompecabezas fascinante para armar. Eso era una vez en la vida — una vez en la historia del mundo—. Fue una oportunidad para cualquier persona, pero especialmente para una mujer en la década de 1940”.

Barbara Bartz Petchenik (1939-1992) fue una cartógrafa y diseñadora estadounidense que se interesó por la educación y llegó a ser conocida por desarrollar cartografía dirigida a niños. Destacó por la producción de mapas para la *World Book Encyclopedia* para niños entre 9 y 14 años. Realizó estudios encaminados a conocer lo que a los niños les gustaría ver en los mapas, por lo que entrevistó a miles de ellos por todo el mundo, preguntándoles sobre el conocimiento que tenían sobre la cartografía y, llegó a la conclusión de que los niños preferían mapas claros y ordenados, sin muchos elementos superfluos.



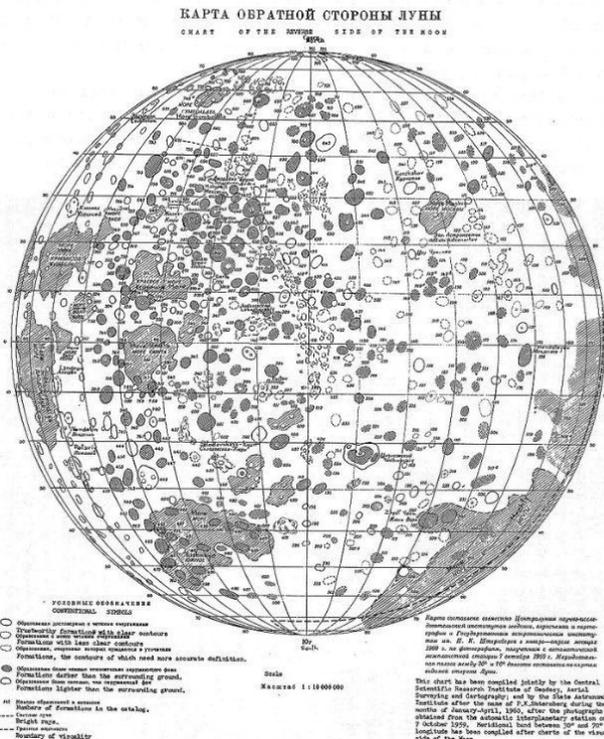
Marie Tharp y el famoso mapa «World Ocean Floor», 1976. David Rumsey Map Collection.



Barbara Petchenik y su contribución literaria a la cartografía.



Demostró que la infancia es uno de los públicos objetivos más importantes de los mapas y revolucionó su diseño. También, escribió multitud de artículos, revistas y libros relacionados con el diseño de mapas, educación y psicología cognitiva, algunos en colaboración con el famoso geógrafo y cartógrafo Arthur Robinson. En honor a ella se celebra cada dos años el Concurso de cartografía para niños organizado por la Asociación Internacional de Cartografía.



Kira Shingareva y su mapa de la cara oculta de la Luna.



Kira Shingareva (1938-2013), profesora de Geodesia y Cartografía en la Universidad de Moscú, fue una de las personas encargadas por la agencia espacial soviética en cartografiar la cara oculta de la Luna. En octubre de 1959, la nave soviética Luna 3 terminó de fotografiar la cara oculta. En el Congreso Internacional de la Unión Astronómica celebrado en 1967, Kira presentó por primera vez el mapa completo de la cara oculta de la Luna con la nomenclatura completa. Para ello, empleó nombres de figuras ilustres del mundo de las Artes, como pintores, poetas y compositores, gran parte de origen ruso. ■

Coordinación entre las capitanías marítimas y salvamento marítimo

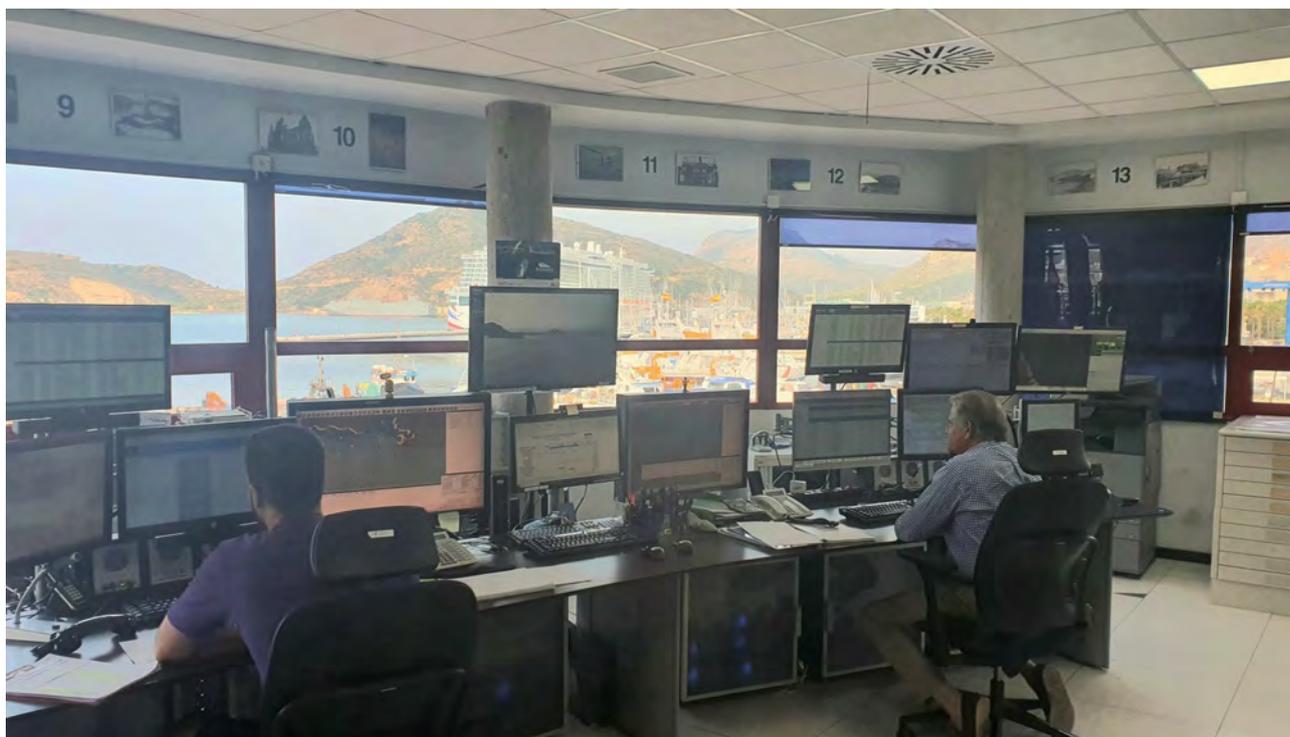
Caso real de gestión de emergencias marítimas



Las emergencias marítimas se presentan a cualquier hora, cualquier día del año, por supuesto sin avisar, y en algunas de ellas, la rápida actuación y contundencia para gestionarlas con éxito es fundamental y condición imprescindible para que no evolucionen de emergencia a desastre.

- Texto: Óscar Villar Serrano, capitán marítimo de Cartagena

Sala de control del CCS de Cartagena.





El propósito del presente artículo es describir un caso real que se produjo, como es habitual, de madrugada, cuando el VHF del CCS (Centro de Coordinación y Salvamento) recibió las llamadas angustiadas del patrón de una embarcación de recreo en problemas, o de un pesquero que se hundía, o que había sufrido un hombre al agua..., son tantos los casos que se atienden, muchos de ellos acompañados por voces estremecidas que necesitan ayuda en el inmenso mar, ese mar vigilado día y noche, según las áreas asignadas, por los controladores de salvamento marítimo.

Cuando se detecta una emergencia, son los controladores de guardia del CCS los que sin demora deben tomar acción, y esto supone en la mayoría de los casos, movilizar tanto medios aéreos como marítimos para afrontar la emergencia, o tomar decisiones de las que dependen vidas humanas, recursos materiales o incluso el medio ambiente marino, de las que se pueden derivar responsabilidades. Lo habitual es consensuar las medidas adoptadas con el jefe del CCS y/o con el capitán marítimo de la provincia marítima donde se produce la emergencia. En relación con esto, según determina el art. 7.2 del Real Decreto 628/2007, por el que se regulan las capitanías marítimas y los distritos marítimos, se especifica lo siguiente:

Los servicios marítimos encomendados por la Administración General del Estado a la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima en materia de salvamento marítimo y prevención de lucha contra la contaminación, que se presten por dicha sociedad en el ámbito geográfico de competencias de las capitanías marítimas, se llevarán a cabo bajo la dirección y con sujeción a las instrucciones del capitán marítimo correspondiente, conforme a lo dispuesto en la normativa sobre planes y programas aplicables a estas materias, sin perjuicio de lo dispuesto en protocolos de actuación formalizados al efecto entre dicha sociedad y la Dirección General de la Marina Mercante.



M/V Herón cargado con más de 36 000 Tm de coque de petróleo a la deriva junto al DST de Cabo de Palos, escoltado por el B/S Clara de Campoamor.

¿Esto qué significa en realidad?, que ante la duda, los controladores de guardia del CCS, una vez que han acordado las medidas iniciales para atajar la emergencia, las van a consensuar con el responsable del CCS y, en su caso, con el capitán marítimo correspondiente, que será el encargado de tomar la decisión final que se adopte, como es el caso acontecido con el buque *bulkcarrier* de bandera de Liberia ML Herón (IMO 9700043) que quedó sin gobierno y a la deriva a las 03:30 horas, hora local del 26 de junio de 2023, cargado con 36 449 Tm de coque de petróleo en sus bodegas, en la embocadura del DST de Cabo de Palos y, por lo tanto, en las proximidades de la Reserva Marina de las Islas Hormigas, lo que ocasionó un riesgo considerable.

Los acaecimientos que ocurrieron son los que se describen a continuación, que coinciden con el informe de la emergencia y los datos técnicos recabados y tramitados:

- A las 03:30 horas del día 26 de junio, el CCS de Cartagena recibió un mensaje “pan-pan” por el canal 16 de VHF procedente del buque ML Herón, en posición latitud: 37° -35,6 N y Longitud 0° 26,4 W, que se encontraba a la deriva y cargado a plena carga de coque de petróleo procedente del puerto de Ceuta y con destino al puerto de Tarragona. Se comprobó que su AIS no estaba transmitiendo.
- Seguidamente el CCR de Valencia informó que el buque era un *bulkcarrier* cargado, a la deriva y sin gobierno, con 21 personas de tripulación. Desde el CCS se le instruyó al capitán vía VHF para que conectase el AIS y encendiera las luces y marcas del buque sin gobierno, y que mantuviese en todo momento la escucha en el canal 16 de VHF.



Reserva Marina Islas Hormigas en las proximidades del buque siniestrado y DST Cabo de Palos.

- A las 03:42 horas se recibió vía telefónica la información de la emergencia producida, confirmándose que se había avisado al jefe del CCS de Cartagena y al CNCS. Seguidamente se comprobó que existía viento de Levante fuerza 3 que ayudaba a abatir ligeramente el buque hacia tierra y que la corriente termohalina dominante en la zona (SW y de intensidad variable) proyectaría el buque averiado hacia tierra. Se acordó con



Dispositivo de separación de tráfico de Cabo de Palos (ML Herón y B/S Clara de Campoamor antes de empezar a abatir hacia tierra).

el jefe del CCS movilizar al buque B/S Clara de Campoamor, atracado en Cartagena, y se informó al CNCS.

- A las 04:00 horas, dado que el buque no contestaba por VHF ni al e-mail remitido desde el CCS, se emitió un aviso a los navegantes para advertir al numeroso tráfico marítimo que navegaba por la zona del DST de Cartagena: "ML Herón IMO 9700043 a la deriva en las proximidades del DST de Cabo de Palos, en posición 37° -35,3 N y 0° 26,5 W, se solicita a todas las embarcaciones que extremen la vigilancia y den un amplio resguardo".



- A las 05:11 horas, ante la falta de comunicación con el buque a la deriva, se instruyó al B/S Clara de Campoamor para que se dirigiese a sus proximidades, y se alistase para dar remolque.
- A las 05:22 horas, el capitán del buque contestó vía e-mail al formulario tipo enviado por el CCS de Cartagena denominado "Drifting vessel checksheet". Se le informó de la salida del B/S Clara de Campoamor en su demanda, y se solicitó información sobre el progreso de la avería.
- El capitán rehusó tomar remolque e insistió en que se reparase la avería por sus propios medios informando al CCS, y estableció según su criterio un periodo de tiempo máximo para la reparación. El buque siguió sin rumbo al SW, en una zona de mucho tráfico marítimo y en las proximidades de la Reserva Marina Islas Hormigas. Se informó al capitán del buque a la deriva para que siguiera las instrucciones del capitán marítimo, de acuerdo con lo establecido en la legislación española.
- Siguiendo las instrucciones del capitán marítimo se instruyó al B/S Clara de Campoamor para que permaneciera en las inmediaciones del buque siniestrado y estuviese listo para dar remolque.
- A las 08:50 horas, ante la negativa del capitán a tomar remolque, se le volvió a requerir que informase del progreso de la reparación. Seguidamente, se envió al buque un e-mail con instrucciones del capitán marítimo debido al peligro que provocaba en la zona el ML Herón, ya que continuaba a la deriva hacia la zona protegida medioambientalmente, y sin poder arrancar la máquina:

“According to Spanish Maritime Authorities if the repair is not completed before 10:00 UTC, you must take tow and proceed to Cartagena Anchorage, this is an order according with Spanish Regulations.

Your Vessel is in Priority ONE according to Paris MOU.

If you don't comply the order the vessel will be DETAINED, and a fine procedure will be open”.



Captura de pantalla donde se aprecia posición del buque a la deriva (embocadura del DST Cabo de Palos) y la Reserva Marina Islas Hormigas.

A partir de ese momento se tuvo que discernir si era procedente forzar la toma de remolque a un buque a la deriva, en una zona de denso tráfico marítimo, abatiendo hacia una zona clasificada de Reserva Marina, cargado con más de 34 000 Tm de un producto que tendría efectos devastadores sobre ese entorno protegido.

La decisión de dejar a voluntad de la “soberana autoridad” del capitán del buque, de su compañía armadora o su P&I, se debatió de forma larga y tendida, y, desgraciadamente, esta idea ha sido el código fuente de grandes desastres náuticos en todo el mundo.

Afortunadamente, en el ordenamiento jurídico español, la Ley 14/2014 de 24 de julio de Navegación Marítima (LNM) es contundente al respecto, ya que en su art. 367 establece:

La Administración Marítima estará en todo caso facultada para intervenir en las operaciones de salvamento realizadas en espacios marítimos españoles, a fin de salvaguardar la seguridad de la navegación, la vida humana en la mar y el medio ambiente contra la contaminación marina. A tal efecto, la Administración podrá dirigir o impartir instrucciones relacionadas con las operaciones de salvamento que serán de obligado cumplimiento por el capitán, el armador o su representante, el cargador y el salvador.

Criterio que queda reforzado por lo que establece el art. 297 del Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante (TRL-PEMM):



En las aguas en que España ejerza soberanía, derechos soberanos o jurisdicción, a los efectos de salvaguardar la seguridad en la navegación y de prevenir la contaminación del medio marino, el Ministerio de Fomento (hoy Transportes), a través de las Autoridades Portuarias y Capitanías Marítimas, podrá visitar, inspeccionar, condicionar el fondeo, apresar, iniciar procedimientos judiciales y, en general, adoptar las medidas que se consideren necesarias al respecto de los buques que vulneren o puedan vulnerar dichos bienes jurídicos.



Aspecto de una bodega cargada de coque de petróleo.

Por último, también cabe destacar lo que se establece en el art. 10 d) del Real Decreto 638/2007 de 18 de mayo, por el que se regulan las capitanías marítimas y los distritos marítimos, en relación con las funciones del capitán marítimo, se establece:

La ejecución de cuantas medidas le encomiende la Dirección General de la Marina Mercante en situaciones de siniestros, accidentes o sucesos, así como la adopción de cuantas medidas de urgencia estime procedentes para salvaguardar la seguridad marítima o prevenir la contaminación marina.

- A las 09:11 horas, el buque consiguió conectar el sistema AIS, que seguía fallando intermitentemente. Dado que la situación continuaba estancada, ya que el capitán del buque seguía sin cumplimentar las instrucciones recibidas de hacer firme al remolque del B/S Clara de Campoamor, su deriva hacia la costa continuaba, por lo que, una vez que se contactó con el capitán del servicio marítimo de la guardia civil de Cartagena (SMGC), se alistó a una patrullera en demanda de la zona donde se encontraba el buque ML Herón.
- A las 10:37 horas, con la presión ejercida por todos los implicados en la resolución del suceso, el buque lentamente consiguió dar avance con poca máquina, en demanda del puerto de Tarragona.



- El buque además recibió una inspección del Paris MoU, en la que se detectó la deficiencia en el funcionamiento del sistema AIS, por lo que tuvo que cambiar el transceptor y la antena del equipo, antes de la salida del puerto.

Es preciso tener en cuenta además que, en relación con la Ley de Navegación Marítima (LNM) 14/2014, que el salvamento marítimo (ver la discusión jurídica), definido éste como todo acto emprendido para auxiliar o asistir a un buque, embarcación o artefacto naval (o para salvaguardar o recuperar otros bienes) que se encuentre en peligro en aguas navegables (que no sean continentales sin comunicación con la mar y no utilizadas por buques de navegación marítima) (art. 358.1), se regula por lo establecido en el Convenio de Londres de 28 de abril de 1989 sobre salvamento marítimo, y por las normas establecidas en el capítulo III del título VI (art. 357). El salvamento así regulado, y no sin ciertas especialidades, resulta también de aplicación a aquél prestado por y a los buques de Estado (art. 359). La LNM faculta a la Administración para ordenar o supervisar un salvamento (art. 360) o para intervenir en aquellos que se realicen en los espacios marítimos españoles, pudiendo dirigir las operaciones o impartir instrucciones de obligado cumplimiento (art. 367); ello siempre en aras de salvaguardar la seguridad de la navegación, la vida humana en la mar y la lucha contra la contaminación marítima.

Buque ML Herón saliendo de la zona de peligro, exhibiendo aun las marcas sin gobierno del RIPA.



Cabe recordar también en este artículo que, La Ley de Navegación Marítima 14/2014, atribuye al capitán funciones de naturaleza técnica. Así, el capitán ejerce la dirección técnica de la navegación del buque (art. 182), habiendo de adoptar cuantas medidas considere necesarias para la seguridad del buque y de las personas y bienes a bordo (art. 183). En el ejercicio de dicha función, el capitán habrá de seguir su criterio profesional y no estará sujeto al cumplimiento de las instrucciones de armadores, fletadores o terceros interesados en el buque o su carga respecto de cualquier decisión necesaria para la seguridad de la vida humana en el



mar y la protección del medio marino (art. 184). Finalmente, se confiere al capitán la condición de representante legal del armador pudiendo, en nombre de éste, contraer cuantas obligaciones resulten precisas para atender las necesidades ordinarias del buque y que han de ser asumidas por el armador (arts. 149 y 185). Además, se atribuye al capitán tanto la legitimación activa como pasiva para representar al armador en todo procedimiento judicial y administrativo relacionado con el buque a su mando (arts. 185.4 y 478).

El presente artículo pretende exponer el ejemplo de un caso real, en relación con la legislación aplicable y la actuación ejercida sobre los buques en peligro en espacios marítimos donde España ejerce la soberanía, derechos soberanos o jurisdicción, así como la colaboración entre las capitanías marítimas y salvamento marítimo en la salvaguarda del medio ambiente marino y la seguridad marítima, en función de las competencias asignadas por la legislación marítima en vigor. ■

Discusión jurídica:

En relación con los hechos acontecidos, cabe citar el Real Decreto 210/2004, de 6 de febrero, por el que se establece un sistema de seguimiento y de información sobre el tráfico marítimo, en concreto los artículos 17 y 19.

- Respecto al artículo 17, el hecho sucedido se encuadra en su apartado 1.b) b): «cualquier incidente o accidente que comprometa la seguridad de la navegación, tales como los fallos que puedan afectar a la maniobrabilidad o navegabilidad del buque, y los defectos de los sistemas de propulsión o aparatos de gobierno, de la instalación de producción de electricidad o de los equipos de navegación o comunicación», en este caso la parada de la máquina, el apagado AIS/SIA, etc.
- Respecto al artículo 19.2, las medidas que la Administración puede adoptar, entre otras, la de ordenar al capitán del buque a dirigirse a un lugar de refugio en caso de peligro inminente, o imponer el practicaje o el remolque del buque a costa del operador o de la empresa naviera.

Por otra parte, puede ser discutible la aplicación del concepto de “salvamento marítimo” porque es una situación que no se produjo en sentido estricto, aunque hubo una situación de urgencia (mensaje “pan-pan”), los hechos no derivaron en una situación de peligro para que se hubiese considerado un salvamento marítimo, o al menos sería discutible. No obstante, queda claro que la actuación que se relata está contemplada en los artículos de la Ley 14/2024 que amparan la intervención llevada a cabo cuando existen operaciones de salvamento (360/367) de un modo abstracto.

RUMBO COMPARTIDO

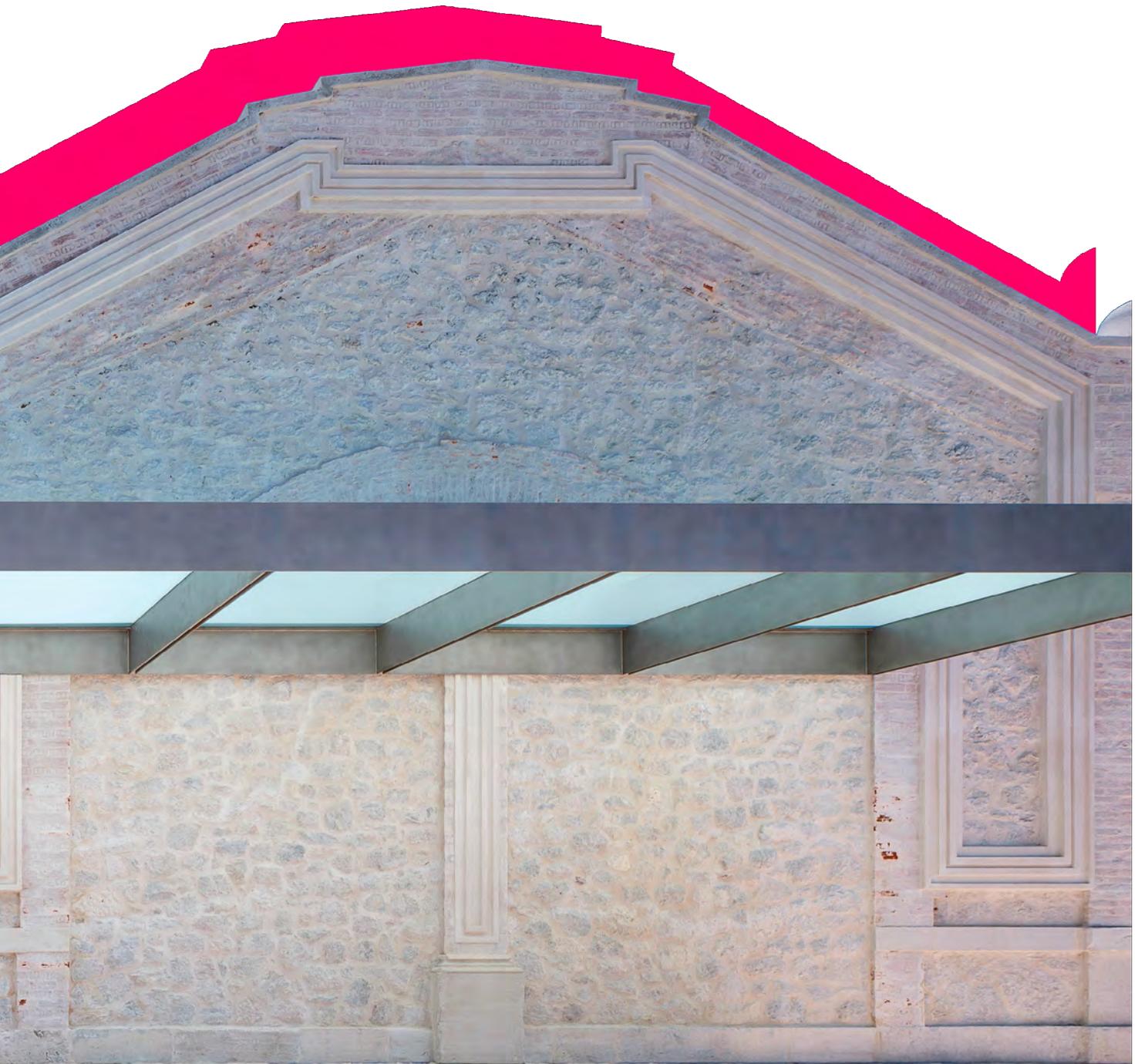
Transformando los puertos del
presente para conquistar los
retos del futuro.





© Filippo Poli

Un proyecto de éxito de **Fundación ENAIRE**



La Fundación ENAIRE y el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana han apostado por las Naves de Gamazo como espacio público cultural y singular que, además es sede de la Colección ENAIRE de Arte Contemporáneo, compuesta por cerca de 1300 obras de los grandes artistas españoles e iberoamericanos del siglo XX.

Dos antiguos espacios industriales en el entorno privilegiado de la bahía de Santander acercan el arte contemporáneo y la cultura del siglo XXI a todos los ciudadanos, y han recibido 100 000 visitas desde su apertura en 2021.

- **Texto: Alejandro Muñoz Delgado, periodista de ENAIRE**

La Fundación ENAIRE

es una institución cultural dependiente del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma) que, además de gestionar, conservar y difundir la Colección ENAIRE de Arte Contemporáneo, realiza anualmente un completo programa de actividades centrado en el arte y la cultura aeronáutica. Destaca como una de las instituciones que actualmente presta un mayor apoyo a la fotografía con la concesión anual de premios –que se han convertido en un referente para los fotógrafos profesionales– y la realización de exposiciones.

Es la única fundación en España que aúna dos temáticas aparentemente tan dispares como el arte y la cultura aeronáutica, consiguiendo un punto de encuentro entre ellas con la realización de un programa de actividades que promueve el estudio, la investigación, el conocimiento y la difusión de la cultura aeronáutica, aunando historia y vanguardia para dar a conocer el mundo de la aviación en nuestro país.

Fundación ENAIRE abrió, hace dos años y cuatro meses en las Naves de Gamazo, en Santander, un centro de arte contemporáneo ubicado en el corazón del puerto santanderino que alberga parte de la Colección ENAIRE de Arte Contemporáneo.

La Fundación ENAIRE y Mitma han llevado a cabo un ejercicio de reciclaje arquitectónico en sintonía con otros proyectos vanguardistas desarrollados en Santander en los últimos años, transformando las Naves de Gamazo en un espacio cultural público singular.

Las Naves de Gamazo son una de las joyas de la arquitectura industrial de Santander. Nombradas



Serigrafía de Antonio Suárez. Fundación ENAIRE.

así por Germán Gamazo, ministro de Fomento con Sagasta, cuentan con una superficie de casi 1000 m² entre las dos y fueron construidas en el siglo XX. La más antigua, más valiosa y con mayor superficie data del año 1908; mientras que la otra, con una superficie menor, es de 1950.

Su adecuación museográfica, adjudicada por concurso público al estudio Fernández-Abascal/Muruzábal, contará con una inversión de dos millones de euros que irán destinados a recuperar la fisonomía y estructura de la nave más antigua y a renovar y modernizar la más reciente. El proyecto, ambicioso pero realista, va a potenciar la imagen y visibilidad de las dos construcciones mediante la separación y ajardinamiento del espacio

que hay entre las dos naves y el vial de Severiano Ballesteros.

En las Naves de Gamazo se puede disfrutar de una selección de piezas de la “Colección ENAIRE de Arte Contemporáneo” compuesta por casi 1300 obras de los artistas españoles más representativos de la segunda mitad del siglo XX hasta nuestros días, entre los que cabe destacar a Miquel Barceló, Antoni Tàpies, Eduardo Chillida, Broto, Juan Genovés, Arroyo, Úrculo y fotógrafos como Ballester, Chema Madoz o García-Alix. Además, la programación de las Naves de Gamazo incluye exposiciones, visitas guiadas, encuentros con artistas, jornadas, talleres y otras actividades complementarias con la idea de acercar el arte contemporáneo a los ciudadanos y difundir la cultura aeronáutica.



Serigrafía de Antonio Suárez. Fundación ENAIRE.

Las Naves de Gamazo en Santander son la primera sede permanente de la Colección ENAIRE de Arte Contemporáneo, un ejemplo de colaboración entre administraciones que ha sido posible gracias a la alianza y al trabajo conjunto de Mitma, del Gobierno de Cantabria –a través de la Consejería de Cultura, Turismo y Deporte– y de la Autoridad Portuaria de Santander para la financiación compartida de los gastos de funcionamiento del centro, lo que permite asegurar la sostenibilidad actual y futura de este proyecto cultural.

Las Naves de Gamazo nacieron con una clara vocación didáctica y de apertura a la sociedad. Entre sus objetivos se propone divulgar la comprensión de la expresión artística contemporánea y contribuir

a la formación y a la educación de nuevos públicos en el ámbito del arte del siglo XX y actual.

Entre las metas se encuentran, por un lado, acompañar en la comprensión de la expresión artística contemporánea y, por otro, aproximar a los ciudadanos a la obra y la figura creativa del artista, ambas con el propósito de contribuir a la formación y educación de nuevos públicos en el ámbito del arte contemporáneo.

Datos de visitantes

Desde su inauguración el 1 de julio de 2021 hasta septiembre de 2023, alrededor de 100 000 personas han visitado las Naves de Gamazo y han disfrutado de una programación activa, atractiva y de calidad para contribuir a la oferta cultural

de Santander y Cantabria. En lo que se refiere a asociaciones y colectivos, visitaron el espacio 185 asociaciones con 2797 personas y 239 centros educativos con más de 6000 alumnos.

En estos dos años desde la apertura de las Naves de Gamazo, se han organizado nueve grandes exposiciones. Una programación comisariada por la Fundación ENAIRE dirigida sobre todo a atraer a un público no especializado en arte, realizando proyectos de producción propia, que profundicen en la obra de artistas presentes en la Colección ENAIRE de Arte Contemporáneo, o en colaboración con otras instituciones:

1. *Territorio Contemporáneo*. Diversos lenguajes en la Colección ENAIRE.
2. *El buque fantasma* de Eduardo Arroyo, realizada en colaboración con la Fábrica.
3. *La sombra incisa. Bordeando el hielo* de Javier Vallhonrat.
4. *¡MÍRAME! Retratos y otras ficciones* en la Colección de Arte Contemporáneo Fundación “la Caixa”.
5. *¡VOLAR! Orígenes de la aviación en España*, exposición sobre el mundo de la aeronáutica, íntegramente producida por Fundación ENAIRE.
6. *La Escultura como Objeto Vivo* de Pablo Serrano, exposición realizada en colaboración con el Museo Pablo Serrano de Zaragoza.
7. *Fantasías en el Prado* de Alberto García-Alix.
8. *Roma, siempre Roma: infinitas formas* con motivo del 150 aniversario de la Academia de España en Roma.
9. *Homo habitant*, un recorrido por algunas de las obras más importantes de la Colección Norte.

García-Alix

Este 2023 se ha organizado Fantasías en el Prado, una exposición del último trabajo del fotógrafo Alberto García-Alix que, utilizando la laboriosa técnica de la múltiple exposición sobre película analógica, reinterpreta algunas de las obras maestras del Museo del Prado. Esta exposición inauguró el año pasado la edición del festival PHotoESPAÑA en el Jardín Botánico de Madrid.

Alberto García-Alix (León, 1956), fotógrafo, creador audiovisual, escritor y editor ganó el Premio Trayectoria de fotografía Fundación ENAIRE 2022, reconocimiento que suma al Premio Nacional de Fotografía (1999), el Premio PHotoESPAÑA (2012) y la Medalla de Oro al mérito en las Bellas Artes (2019), entre otros galardones obtenidos a lo largo de su carrera.

La exposición reunió 35 fotografías analógicas que proponen un recorrido personal de las obras icónicas del Prado, entre las que no podía faltar una exquisita galería de retratos revelados por el propio autor en papel de gelatinobromuro de plata, procedimiento artístico en vías de extinción que en este proyecto cobra mucho sentido.





Academia de España en Roma

Roma, siempre Roma: infinitas miradas ha sido una muestra organizada por la Academia de España en Roma para conmemorar el 150 aniversario de su fundación. Con este proyecto expositivo, las Naves de Gamazo compartió la memoria de la Academia a través del trabajo de las 37 mujeres que han residido en sus instalaciones desde 1965, año en que fue becada la primera pintora.

Las 37 mujeres que participaron en la exposición han intentado encontrar respuesta a sus inquietudes intelectuales en la capital italiana, un referente artístico imprescindible de todas las épocas, y en un espacio favorable a entrar en contacto con otros ambientes culturales y corrientes estéticas

como es la Academia de España. El resultado está en las pinturas, esculturas, dibujos, grabados, fotografías y vídeos que despliegan la extraordinaria pluralidad expresiva de estas artistas y revelan la huella de su estancia en Roma.

La Academia de España en Roma es una institución de la Administración General del Estado en el exterior que depende funcional y orgánicamente del Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, a través de la Secretaría de Estado de Cooperación Internacional.

La institución fue fundada en 1873 durante la Primera República, impulsada por Emilio Castelar, surgió con el objetivo de dar respuesta a las inquietudes de muchos artistas e intelectuales que consideraban Roma como desti-

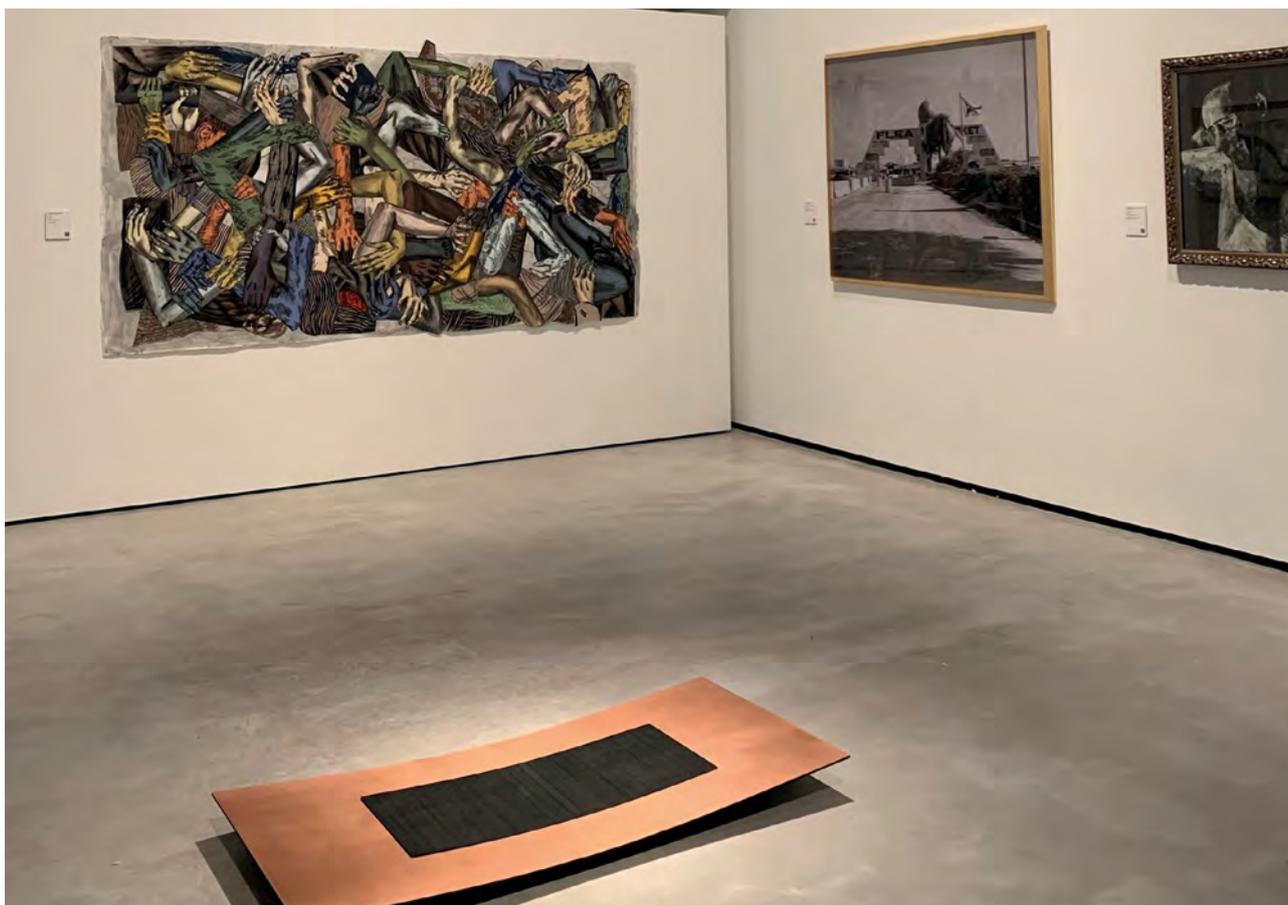
ROMA, SIEMPRE ROMA:

Mujeres de la Academia de España en Roma en las Artes visuales

INFINITAS FORMAS

22.07.2023 - 24.09.2023
150 Aniversario Academia de España en Roma

no imprescindible, un fenómeno frecuente desde el siglo XVII que se consolidó durante los siglos XVIII y XIX. Un total de 1050 residentes han pasado por la institución durante sus ciento cincuenta años de existencia, a través de los cuales ha actuado como un instrumento esencial de la política cultural exterior española.



PRESENTA:

COLECCIÓN NORTE

HOMO HABITANT INAUGURACIÓN
05.10

Colección Norte

La exposición *Homo habitant* ofrece un recorrido por algunas de las obras más importantes de la Colección Norte, una colección pública que pertenece al Gobierno de Cantabria y que está en las Naves de Gamazo desde el 5 de octubre de 2023 hasta el 4 de febrero de 2024. Esta colección está formada por importantes

artistas contemporáneos nacionales e internacionales. La exposición, comisariada desde la Fundación ENAIRE, selecciona piezas vinculadas con la relación entre individuo y territorio.

Analiza como el ser humano es consciente de su carácter único, cómo modifica su aspecto y necesidades añadiendo artificios, cómo su forma de habitar y su

psicología modifican su entorno y cómo la naturaleza se ve intervenida hasta el límite creando megalópolis en las que finalmente el ser humano encuentra su cobijo. Un apasionante recorrido por la obra de artistas tan importantes como Pierre Gonnord, Cristina García Rodero, Marina Abramovich, Bleda y Rosa, Edwuard Burtynsky, Eva Lootz o Cándida Hoffer, entre otros.

2 % Cultural

Mitma ha transformado las Naves de Gamazo, edificios singulares y representativos de la arquitectura industrial cántabra, en un moderno espacio cultural de casi 1000 metros cuadrados.

Las Naves de Gamazo aspira a convertirse en un centro único y singular de servicio público que contribuya al debate artístico y a la oferta cultural de Cantabria, desde el que acercarse al arte y a la cultura del siglo XXI.

se enmarca en el ámbito de la Ley de Patrimonio Histórico que establece la obligación de destinar en los contratos de obras públicas una partida del 2 % a trabajos de conservación o enriquecimiento del Patrimonio Histórico Español o al fomento de la creatividad artística.

El acuerdo de cesión de uso de las Naves de Gamazo a la Fundación ENAIRE por parte de la Autoridad Portuaria de Santander establece un plazo de 20 años, prorrogable por periodos quinquenales sucesivos hasta un máximo de 50 años.





Premios y reconocimientos

- XXIII Premio de Honor Plaza Porticada. Otorgado por la Asociación Cultural Plaza Porticada a la restauración de las Naves de Gamazo.
- Premio Orgea Alloza otorgado por el Colegio de Arquitectos de Cantabria (COACan).
- Premio del público otorgado por el Colegio de Arquitectos de Cantabria (COACan).

Además, las Naves de Gamazo han sido destacadas dentro del *ranking* "Lo mejor de la cultura en España 2021, 2022" y están en la lista de los nuevos espacios culturales más importantes según el Observatorio de la Cultura 2021 de la Fábrica.

Otras actividades culturales

Con el objetivo de captar e interesar a otros públicos y realizar actividades que no solo estén vinculadas con el arte contemporáneo y las exposiciones, las Naves de Gamazo han abierto su programación también a la ópera o a la danza. Con este motivo se han celebrado ya dos representaciones de ópera con un montaje moderno. *La Bohème* en 2022 y *Lucia Di Lammermoor* de Gaetano Donizetti en 2023. Así como un ballet contemporáneo al aire libre para celebrar el primer

aniversario de apertura del espacio en julio de 2022. Se trata del ballet ELAMOR, coreografía de Mar Aguiló y coro Hamabihots de Leioa (Bizkaia).

Además, anualmente se realizan, con motivo de la participación de la Fundación ENARIE en PHotoESPAÑA Santander, proyecciones o *performances* audiovisuales sobre la fachada principal del edificio:

Performance audiovisual del fotógrafo José Manuel Ballester, con el proyecto *Ah! Mio Cor*, en la fachada de las Naves de Gamazo con motivo de PHotoESPAÑA Santander 2023.

Performance audiovisual de la fotógrafa Isabel Muñoz, con el proyecto *Las anjanas de Cantabria*, en la fachada de las Naves de Gamazo con motivo de PHotoESPAÑA Santander 2022.

Performance audiovisual del fotógrafo Javier Riera, con el proyecto *En la noche. Proyecciones al aire libre*, en la fachada de las Naves de Gamazo con motivo de PHotoESPAÑA Santander 2021.

Asociaciones y colectivos: el espacio recibió 185 asociaciones con 2797 personas y 239 centros educativos con 6040 alumnos en total. ■





Información de interés

HORARIO

Invierno

De martes a sábado de 11 a 14 h y de 16 a 20 h

Domingos y festivos de 11 a 15 h

24 y 25 de diciembre y 1 y 6 de enero el centro permanecerá cerrado.

DIRECCIÓN

Avenida de Severiano Ballesteros, 3, 39004 Santander, Cantabria, España

CÓMO LLEGAR

Las Naves de Gamazo están frente a la Caseta de Bombas

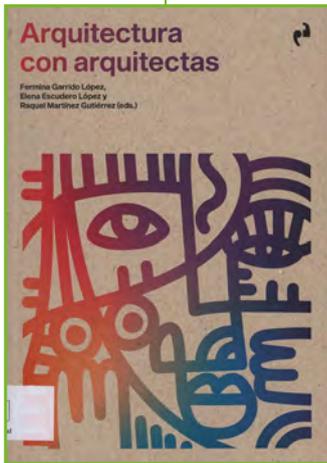
Parada de autobús 27-29. Líneas 1, 2, 3, 4, 7, 12, 13 y 15

MÁS INFORMACIÓN

www.navesdegamazo.com

www.instagram.com/navesdegamazo

www.instagram.com/fundacionenaire



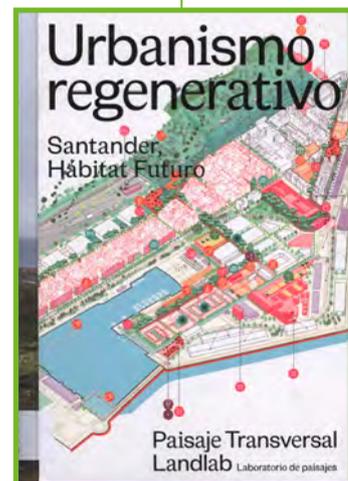
Autor: Fermina Garrido López,
Elena Escudero López y
Raquel Martínez Gutiérrez (eds.)
Edita: Ediciones Asimétricas

Arquitectura con arquitectas

El contenido de esta publicación se desenvuelve en torno a los verbos *mirar*, *morar* y *cuidar*, entendiendo que, de esta forma, ser arquitecta es una forma de *mirar* individualmente y de *morar* y *cuidar* colectivamente. A través de sus textos, las autoras reivindican la mirada que las mujeres han proyectado sobre la arquitectura y cómo, a través de sus ojos y acciones, han contribuido al desarrollo de esta disciplina. Los textos se organizan en tres capítulos enlazados con los verbos precedentes: "Las arquitectas me explican cosas" rescata las voces de arquitectas ocultadas e ignoradas por la historia, destacando la importancia de mirar el mundo que nos rodea para visibilizarlas. "Aquí sí se bordan cojines" pone el acento en cómo la mujer ha cambiado la forma de morar y ha incorporado nuevas herramientas y temas a la arquitectura. "Una calle propia" reflexiona sobre la necesidad de cuidar y redefinir nuestras ciudades para que sean seguras, igualitarias e inclusivas, y atiendan las necesidades de todas las personas con independencia de su sexo, género, edad o discapacidad.

Urbanismo regenerativo: Santander, Hábitat Futuro

Este libro detalla un modelo de ciudad diseñado específicamente para la ciudad de Santander a partir de un profundo análisis de sus condiciones, límites, necesidades y oportunidades, y tras un proceso de escucha y participación ciudadana. Se trata de un modelo abierto que pretende devolver el equilibrio entre la ciudad y el territorio mediante el diseño de sistemas que permitan su adaptación y transformación a los distintos escenarios futuros. Esta obra desarrolla seis proyectos y un Plan de Barrios para la capital cántabra, a través de los cuales articula estrategias y acciones que facilitan la toma de decisiones a escala local sin perder la relación con los grandes impactos y retos globales. De esta forma, el libro se convierte en una guía para dirigir el compromiso de los distintos agentes sociales, económicos y políticos hacia la consecución de una ciudad circular, sostenible, vertebrada, resiliente, próspera, vital e inclusiva, que sirve de ejemplo para su aplicación o extrapolación a otras ciudades intermedias.



Autor: VV. AA.
Edita: Actar



Autores: María Carreiro Otero
y Cándido López González
Edita: Editorial Club Universitario

Milagros Rey Hombre, 1930-2014. Memorias y proyectos de una arquitecta pionera

Esta publicación sigue la senda iniciada por el libro "Arquitectas pioneras de Galicia. Ocho entrevistas" y trata de visibilizar y sacar del anonimato a Milagros Rey Hombre, una de las primeras mujeres dedicadas a la arquitectura en España que rompió con los estereotipos de género y luchó por perseguir sus sueños. El volumen se estructura en dos grandes apartados. Uno que contempla las memorias escritas por la arquitecta y otro que desarrolla sus proyectos elaborados en veinticinco años de ejercicio profesional. El primero, "Memorias inéditas. 1930-1985", cuenta la infancia, adolescencia, etapa universitaria y actividad profesional de la protagonista. Y el segundo, "Proyectos. 1961-1987", contiene el listado de los expedientes examinados en el Archivo del Reino de Galicia, y una selección de sus treinta y cuatro proyectos más representativos, con una individualizada descripción gráfica acompañada de un texto crítico. Además, cada uno de ellos dispone de un enlace con los planos escaneados del correspondiente expediente.

Librería del Mitma

Virtual: <https://cvp.mitma.gob.es>

Física: Pº de la Castellana, 67
28071 Madrid
Tel: 91 597 82 67
Correo electrónico:
cpublic@mitma.es

**Versión
Digital
descarga
gratuita**



Identificación, análisis y valoración patrimonial de las carreteras históricas españolas de titularidad estatal

Metodología y avance de resultados



**CENTRO
DE
PUBLICACIONES**

2023

Mapa Oficial
de Carreteras®
ESPAÑA



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

Donde quieras ir

Incluye:

- Cartografía (E. 1:300 000 y 1:1 000 000)
- Aplicación interactiva, actualizable vía web
- Caminos de Santiago en España
- Alojamientos rurales
- Guía de playas de España
- Puntos kilométricos
- Índice de 21 000 poblaciones
- Mapas de Portugal, Marruecos y Francia

También en la aplicación:

- 1135 Espacios naturales protegidos
- 152 Rutas turísticas
- 130 Vías verdes