nº 732 / enero 2023

mtma

Revista del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

Marco Estratégico para nuestros puertos del futuro

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

aena
AESA AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD AÉREA
AESF
ENAIRE
SENASA
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
Puertos del Estado
ineco
Salvamento Marítimo
CEDEX CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS
renfe
adif
adif ALTA VELOCIDAD
seitt
SECEGSA
Sepes
Trabajamos para ti en tierra, mar y aire
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

Contenido

nº 732 / enero 2023

2 **Diseñando los puertos del futuro (Parte 1)**

14 **Mitmactual**

28 **Recta final en Pajares**

38 **Dōcō. Para viajar donde y como quieras**

48 **Carreteras inteligentes**

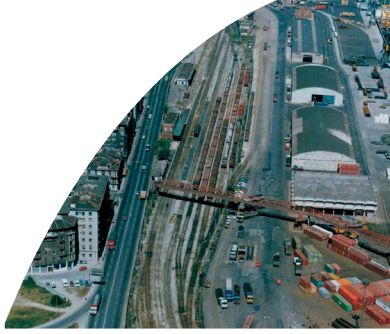
58 **La gestión del estrés: un elemento clave en seguridad aérea**

64 **El radiotelescopio europeo NOEMA alcanza su plena potencia**

76 **Polex 22: cómo prepararse para una emergencia de contaminación marina**

84 **El CEDEX, herramienta de transferencia de conocimiento de la Ingeniería Civil y el Medio Ambiente**

90 **Lecturas**



Créditos

Edición y coordinación de contenidos: Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma). **Página web:** www.mitma.gob.es. **Colaboran en este número:** Comunicación Puertos del Estado; Javier Rodríguez Ventosa; Óscar Gutiérrez-Bolivar; Alfredo García García; Guadalupe Cortés Obrero; Rafael Bachiller; Carmen Lorente Sánchez; y Javier Cachón de Mesa. **Fotografía:** Daniel Ramo; Adif AV; ENAIRE; Javier Plasencia y Archivo CEDEX. **Comité de Redacción:** Presidencia: Jesús M. Gómez García (Subsecretario de Mitma). Vicepresidencia: Angélica Martínez Ortega (Secretaria General Técnica). Vocales: Silvia Zancajo (Directora de Comunicación), Raúl Míguez Bailo (Director 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), María Isabel Badía Gamarra (Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Agenda Urbana y Vivienda).

Diseño y Maquetación: Chelo Cruz (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

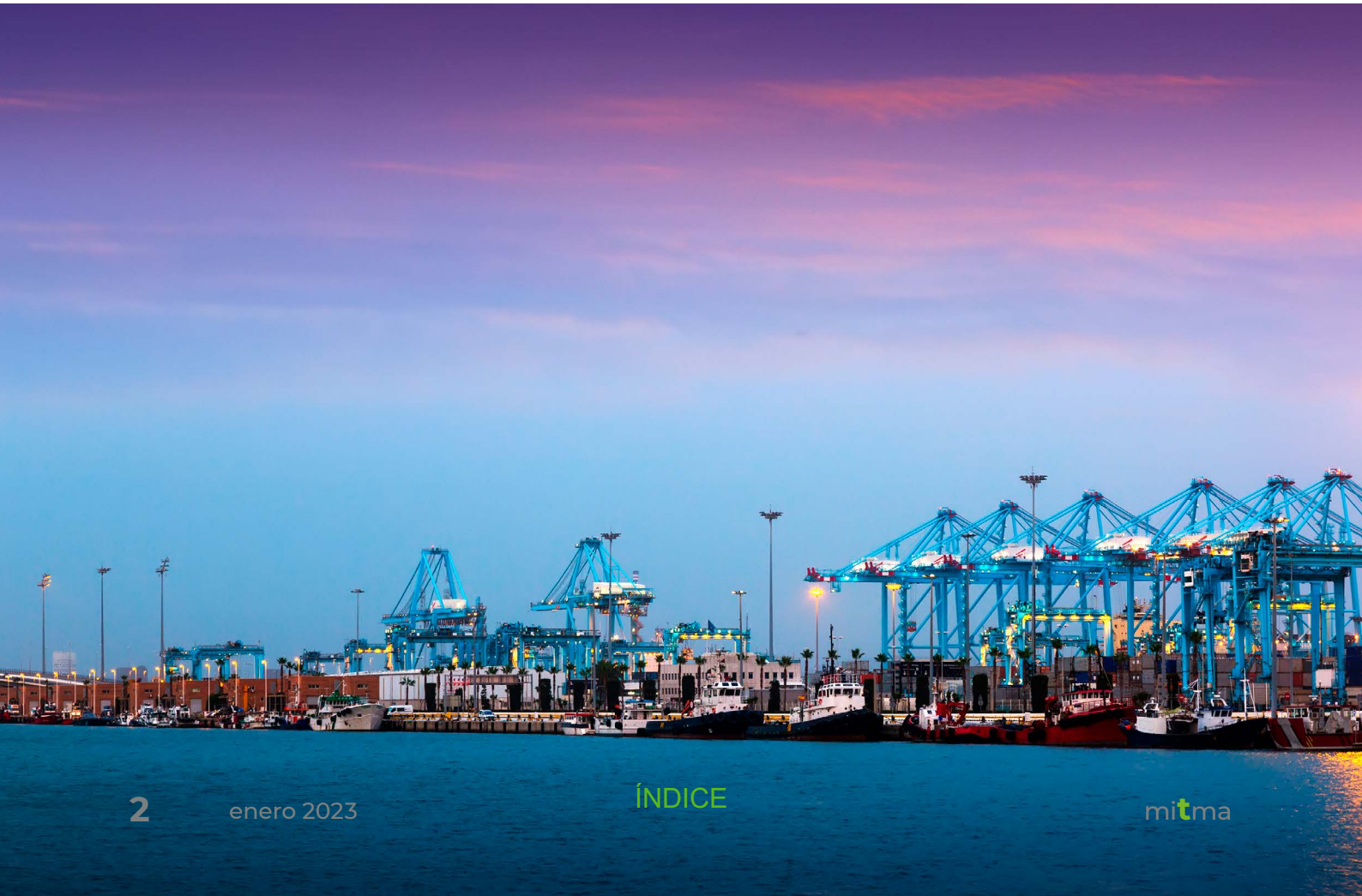
Acceso a la publicación en digital y compra de la revista en papel en https://cvp.mitma.gob.es/revista-mitma
Y al histórico de la revista en https://www.mitma.es/el-ministerio/informacion-para-el-ciudadano/revista/listado-de-revistas

Dep. Legal: *M-666-1958.* ***ISSN:*** *2792-4564.* ***ISSNe:*** *2792-4572.*
NIPO: *796-20-023-9.* ***NIPOe:*** *796-20-024-4.*
Esta publicación no se hace necesariamente responsable solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas. Esta revista se imprime en papel FSC o equivalente.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

Diseñando los puertos del futuro (Parte 1)

• Texto: Puertos del Estado

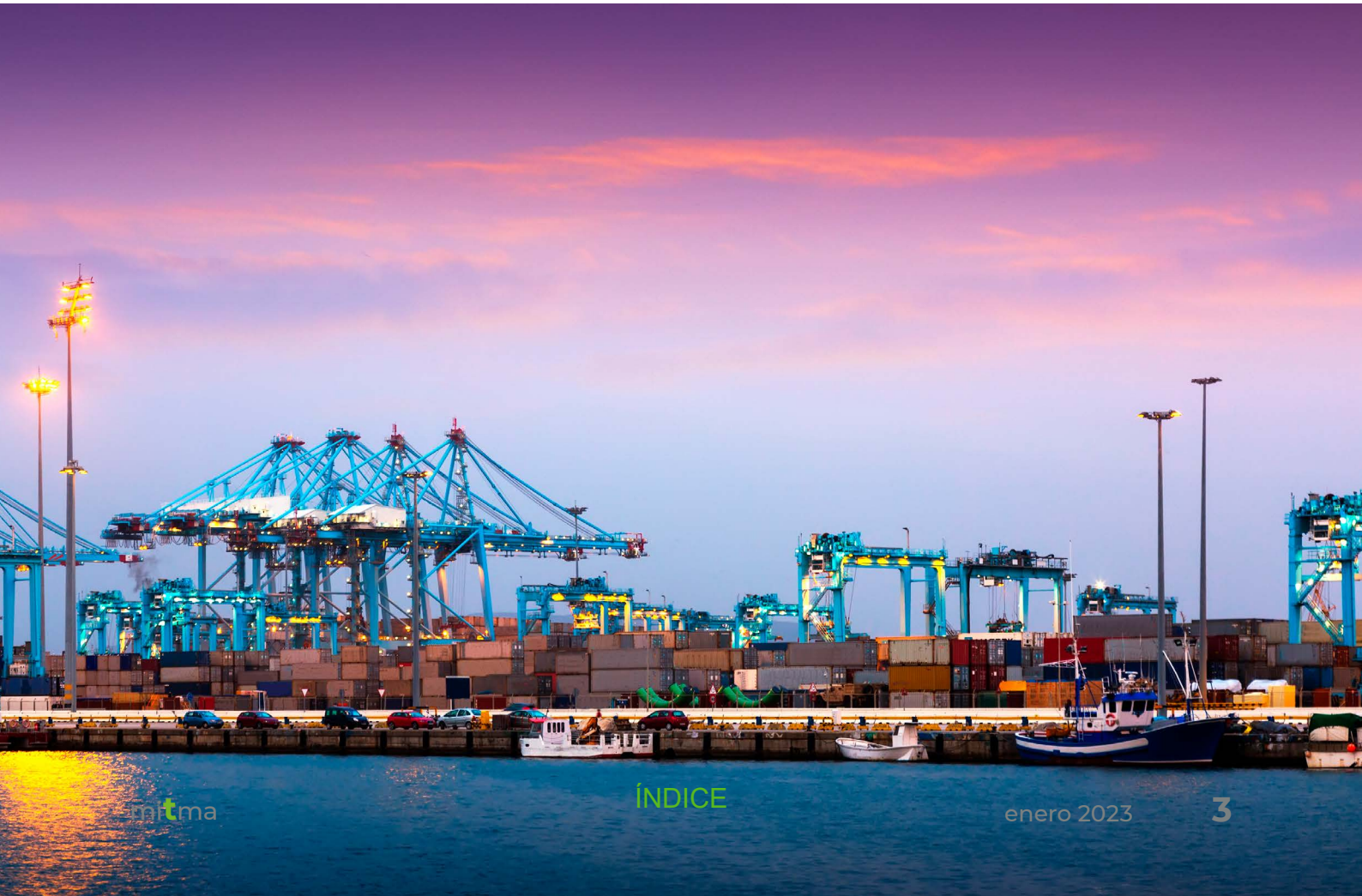


El pasado día 26 de octubre se publicó en el BOE la Orden TMA/1014/2022, de 7 de octubre, por la que se aprobaba el Marco Estratégico del sistema portuario de interés general. Esa Orden daba cumplimiento a lo estipulado en el artículo 52, apartado 1, del texto refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, aprobado por el Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, que establece que Puertos del Estado en colaboración con las Autoridades Portuarias elaborará el Marco Estratégico.

El nuevo Marco Estratégico, cuyo ámbito de aplicación es el sistema portuario de interés general, configurado por veintinueve organismos portuarios (veintiocho Autoridades Portuarias y Puertos del Estado), que administran y gestionan los cuarenta y seis puertos de interés general, sustituye al último Marco Estratégico, que data de 1998. Tiene un horizonte temporal que se sitúa en el año 2030.

El Marco Estratégico

del sistema portuario estatal se configura como una guía para la planificación de los puertos de interés general. A partir de su aprobación pasará a ser la referencia a tener en cuenta en la elaboración de las figuras de planificación previstas para el sistema portuario estatal. Y es que, de acuerdo con el artículo 52, apartado 2, del Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, Puertos del Estado y las Autoridades Portuarias habrán de sujetarse a los objetivos generales incluidos en el Marco Estratégico del sistema portuario de interés general, que será ejecutado a través de los Planes de Empresa y podrá ser desarrollado por medio de Planes Estratégicos y Planes Directores de Infraestructuras.



En él se reformula el rumbo de los puertos españoles de titularidad estatal, actualizando sus bases de desarrollo estratégico, criterios de actuación y objetivos generales, así como adecuándolos a los nuevos requerimientos y a los condicionamientos imperantes tanto en el contexto nacional como internacional. Asimismo, aborda cuestiones no sólo trascendentes sino urgentes, como la emergencia climática, la transformación digital o la irrupción de la economía 4.0.

El modelo de desarrollo estratégico se apoya en tres dimensiones: la económica, la ambiental y la social de los puertos españoles puestas en pie de igualdad. El desarrollo de estas dimensiones se despliega a través de siete criterios de actuación considerados preferentes: eficiencia, conectividad, digitalización, innovación, sostenibilidad, seguridad y transparencia.

Con base en los criterios de actuación preferentes, se plantea un desarrollo en forma de dieciséis líneas estratégicas, entroncadas con los objetivos de desarrollo sostenible acordados en el seno de Naciones Unidas el 25 de septiembre de 2015.

Las líneas estratégicas se desgajan en cincuenta y seis objetivos generales de gestión, cuyos resultados se materializan a través de metas cuantitativas concretas construidas sobre indicadores medibles.

En palabras de Raquel Sánchez, ministra de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, "esperamos lograr para el año 2030 las máximas cotas de excelencia en la consecución de puertos eficientes, conectados, inteligentes, sostenibles, seguros y transparentes". Para ello, el alcance y los contenidos del Marco Estratégico están diseñados en coherencia con la «Estrategia de movilidad segura, sostenible y conectada 2030» aprobada por el Consejo de Ministros en de diciembre de 2021.

Igualmente, la secretaria de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, Isabel Pardo de Vera, destaca que "las metas del nuevo Marco Estratégico se apoyan en un sistema portuario renovado, con Autoridades Portuarias proactivas, capaces de liderar la oferta integral de los puertos que gestionan, con vistas no solo a promover el mejor posicionamiento posible en sus respectivos mercados, sino a lograr el alineamiento de las comunidades portuarias y de sus clientes directos y finales, hacia la consecución de una sociedad más próspera y sostenible".

Por su parte, Álvaro Rodríguez Dapena, presidente de Puertos del Estado, además de agradecer a los agentes públicos y privados vinculados directa o indirectamente a los puertos de interés general, y al resto de la Administración General del Estado su participación en las consultas y elaboración del Marco Estratégico, ha señalado que "concebimos los puertos del futuro inteligentes, hiperconectados y sincromodales, capaces de optimizar la gestión de las corrientes de carga, de pasajeros, de elementos de transporte, de datos, de energía y de todo tipo de recursos, en sus propios contextos económicos y ambientales, por muy cambiantes que éstos sean".

> **“Concebimos los puertos del futuro inteligentes, hiperconectados y sincromodales, capaces de optimizar la gestión de las corrientes de carga, de pasajeros, de elementos de transporte, de datos, de energía y de todo tipo de recursos, en sus propios contextos económicos y ambientales, por muy cambiantes que éstos sean”**
>
> Álvaro Rodríguez Dapena, presidente de Puertos del Estado

Diagnóstico de situación

Un pormenorizado diagnóstico de la situación de partida aborda cuestiones macroeconómicas tales como la evolución de la población, la producción y las exportaciones mundiales y de España, en el que se apuntan algunas pautas de futuro a corto y medio plazo tales como el Brexit, las trabas arancelarias, la guerra de divisas o la conflictividad bélica, sin olvidar las políticas de lucha contra la contaminación y el calentamiento global que conllevará una reestructuración del tráfico de combustibles fósiles, con el objetivo de lograr una economía climáticamente neutra. Además, se mencionan los cambios que se están produciendo con el auge del comercio electrónico: venta directa a hogares con base en plataformas digitales; la relocalización de capital: aproximación de centros de producción a mercados actuales y emergentes de consumo, sujetos a una logística tensa; la transformación hacia la economía 4.0: sistemas ciberfísicos con inteligencia aplicada (optimización de surcos…); las nuevas pautas de producción/consumo sostenible; o la autoproducción/autoconsumo con base en economía circular a medio y largo plazo.

Seguidamente el documento revisa la evolución de los tráficos portuarios, poniendo el acento en los fenómenos de concentración y dispersión según tres fachadas en las que se pueden agrupar los puertos (Norte-Noroeste, Sur-Mediterránea y Extra-Peninsular), resaltando el liderazgo que ostentan en la actualidad los puertos de la fachada Sur-Mediterránea, en particular los puertos de Bahía de Algeciras, Barcelona y Valencia, gracias a los cuales se ha alcanzado el máximo histórico de 564 millones de toneladas movidas en 2019.

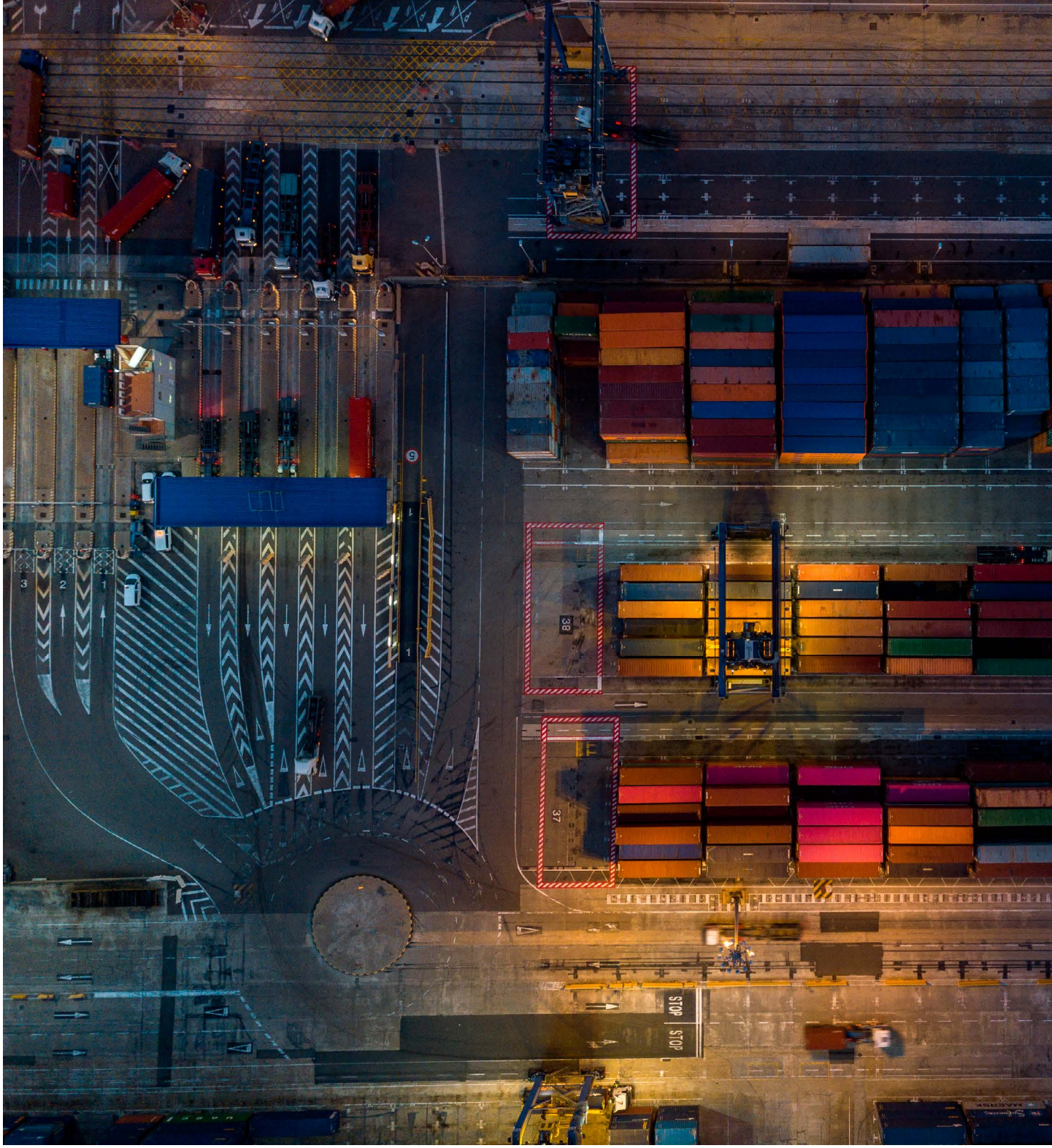
Respecto a la situación económico-financiera de los puertos, se recuerda que, en las últimas décadas, el sistema portuario ha exhibido una notable potencia económico-financiera, visto en su conjunto. En particular, los recursos de los que han dispuesto, año tras año, los Organismos Portuarios, empezaron en 1993 con 250 millones de euros y ya en 2006 superaban los 500 millones de euros, en números redondos. En otras palabras, llegaron a representar, más o menos, la mitad de los ingresos recurrentes, lo que confería una tranquilizadora solidez económica al sistema. En el máximo apogeo de actividad del periodo anterior a la crisis del 2008/09, la rentabilidad sobre fondos propios rondó el 5 %.

Muy poco después de crearse Puertos del Estado y las Autoridades Portuarias, se entró en una etapa de desarrollismo, hasta el punto de que hubo que engrosar los orígenes de financiación con la adquisición de créditos a largo plazo y también con subvenciones con cargo a fondos europeos, allá donde fuera posible. Ambas fuentes adicionales de financiación contribuyeron con cuantías acumuladas que terminaron siendo similares entre sí (4000 millones de euros cada una, desde 1993 a 2021, que se añadían a un total de 12 500 millones de euros en concepto de recursos generados en ese mismo periodo). Así, el máximo

endeudamiento del sistema se alcanzó en 2011. En ese momento, la deuda a largo plazo acumulada por las Autoridades Portuarias, suscrita mayoritariamente con entidades de crédito, aunque también contraída con el propio Puertos del Estado con motivo de un par de actuaciones de rescate, superaba los 2700 millones de euros, lo que venía a representar el 35 % de los fondos propios.

En el citado periodo, la inversión acumulada superó los 15 500 millones de euros. Hasta que en 2009 sobrevino la crisis económico-financiera, a la que le sucedió una caída súbita de los tráficos portuarios que retrocedieron un 13 %. Casi la mitad de las Autoridades Portuarias registraron números rojos al presentar ese mismo año el resultado de su ejercicio, con lo que la rentabilidad sobre fondos propios del sistema se quedó en un exiguo 1,6 %. A consecuencia del súbito frenazo económico, la gestión económico-financiera del sistema portuario terminó por cambiar de rumbo. El relajamiento del esfuerzo inversor y la contención del gasto, sirvieron para concentrar la atención en reducir pasivo no corriente y en reorientar los esfuerzos inversores hacia otras metas. El progresivo alivio financiero venía de la recuperación de la actividad y del tráfico, hecha realidad a partir del año 2013. Los nuevos recursos que iban obteniendo las Autoridades Portuarias en esos años fueron destinándose preferentemente al desendeudamiento, renunciándose así a la dinámica inversora característica de los tiempos previos al 2008/09. En 2020, el crédito total a largo plazo de las Autoridades Portuarias ya estaba situado en unos 1800 millones de euros y su relación con los fondos propios, por debajo del 20 %. Por su parte, la tesorería llegó a superar en 2019 los 1000 millones de euros, aunque sufriera luego un retroceso imputable a la pandemia de la Covid y las circunstancias adversas posteriores. Fueron años que sirvieron, pues, para sanear cuentas.

En este contexto, la prudencia ha de regir el futuro de la planificación de inversiones en infraestructuras por parte de las Autoridades Portuarias, hasta el punto de aconsejarse en el propio Marco Estratégico un reenfoque del diseño de la oferta portuaria hacia un escenario



claramente diferente, que sortee impulsos desarrollistas no fundamentados en una demanda cierta, permita adquirir la suficiente resiliencia como para superar nuevas situaciones de crisis y se alinee además las nuevas transformaciones de los procesos de producción y consumo que nos depara el futuro próximo.

Hacia una revisión de la gobernanza portuaria

En el plano de la prestación de los servicios de transporte, el transporte marítimo muestra hoy un elevado grado de liberalización y privatización. Hace ya tiempo que las compañías de bandera, detentoras de monopolios del transporte interior en cada país (navegación de cabotaje), han desaparecido y en muchos de ellos concurren distintos operadores privados en régimen de competencia para atender la demanda de transporte. Tampoco existen ya las conferencias de fletes por las que se imponía en algunos ámbitos comerciales un oligopolio marítimo sobre el intercambio de mercancías entre

dos o más países. Hoy día se opera libremente en la mar, con la única sujeción a las convenciones o convenios internacionales ligadas a la seguridad y el medioambiente (OMI) y las reglas que impone cada país en sus aguas jurisdiccionales. Incluso se va más allá y prevalece el 'derecho de paso inocente' sobre la mar territorial de distintos Estados ribereños, conforme a la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (1982).

Con todo, pese a su avanzado grado de autonomía, los puertos de los distintos países no escapan de un control estatal que conviene tener presente a la hora de revisar su gobernanza. Para ello, es preciso señalar dos perspectivas que son inevitables a la hora de ejercer el gobierno de un puerto. La perspectiva marina, cuyos aires vienen impregnados de grandes dosis de liberalismo y privatización. Los clientes directos por-

tuarios desde el ámbito marino son operadores de transporte o de otro tipo de actividad pesquera o náutico-deportiva, que defienden intereses particulares. Para afrontar el debido desarrollo y funcionamiento del puerto, su autoridad competente debe entender cómo funciona la dinámica mercantil, con todos los matices de corte empresarial que la caracterizan. Y por otro lado, la perspectiva terrestre, en el que se aúna el plano infraestructural asociado a las vías de comunicación que confluyen en el puerto, abiertas al uso general, generalmente a cargo de instancias públicas, y el plano de prestación de servicios donde, a cuenta de los procesos de liberalización antes referidos, vuelve a aflorar un contexto de mercado en el que concurren operadores privados con intereses particulares.

Desde el punto de vista de la gobernanza, ambas perspectivas implican de la autoridad competente sobre el puerto, una completa y acertada comprensión acerca de cómo el puerto articula las cadenas de transporte, logística y comercio, al servicio del conjunto de la economía, al tiempo que también requiere adoptar decididamente principios que van más allá de los mercados, de corte socioambiental.

En este sentido, el nuevo Marco Estratégico propone varias líneas de actuación que han de servir de guía para una revisión del modelo de gobernanza portuaria. Entre ellas destacan: dotar al sector público portuario de la potencia necesaria para desempeñar un papel relevante, no solo como órgano de control (regulador/supervisor), sino como agente co-creador y co-emprendedor, en alianza con el sector privado, con el fin de

generar valor en las dimensiones económica, ambiental y social. En esta línea es preciso señalar que no se podrá generar valor sin asumir compromisos conjuntos para la innovación. Establecer un marco de concertación interportuario, que incluya la colaboración y la cooperación.

Al hilo de lo anterior, interesa compatibilizar para las Autoridades Portuarias, dos tipos de objetivos. Por un lado, impulsar un papel de la Autoridad Portuaria más cercano a los sectores económicos concurrentes en el puerto, con amplio margen de maniobra en lo que respecta al funcionamiento del puerto que administra, sin perjuicio de su sujeción a unas reglas de juego más generales, propias del sistema portuario. Esa extensión del margen de maniobra implicaría un reconocimiento de áreas amplias de toma de decisión por parte de las propias Autoridades Portuarias en lo que concierne al funcionamiento y explotación. Por otro lado, se ha de provocar la conformación de espacios de comunicación mucho más abiertos y efectivos entre Autoridades Portuarias, apoyados en la actual transformación digital, hasta el punto de conducir a un marco de concertación interportuaria, lo que exige reforzar las acciones de cooperación o de colaboración entre Autoridades Portuarias en todos los terrenos.

En este escenario, Puertos del Estado tendría tres funciones principales: un control sobre el funcionamiento y desarrollo del sistema portuario, sobre la base de una cierta capacidad tanto regulatoria como supervisora; la coordinación de manera proactiva con el resto de las Administraciones; y proporcionar apoyo técnico y un respaldo institucional al desempeño de cada Autoridad Portuaria.

La finalidad de un puerto es alcanzar la excelencia en sus tres principales funciones: la asociada directamente al transporte, la que se entronca con la logística y la de la integración en las cadenas de transporte, logística y de valor.

No es fácil conciliar estas aproximaciones de manera que pueda plantearse un modelo de gobernanza de los puertos plenamente ajustado a los intereses de todos los agentes concernidos, sean públicos o privados. Ello aconseja la creación de un Foro de la gobernanza portuaria cuya finalidad es generar una propuesta para la revisión del modelo en vigor, sobre las bases descritas y conforme al alcance y contenidos del Marco Estratégico.

Modelo de desarrollo estratégico: Las dimensiones portuarias

Cabe reconocer tres dimensiones para los puertos: la económica, íntimamente ligada a las actividades que realiza; la ambiental, representativa del entorno natural en el que se asienta; y la social, que recoge tanto las personas como las instituciones en las que se enmarcan.

Dimensión económica

A modo de aproximación a esta cuestión, son ya conocidas por muchos las generaciones portuarias que UNCTAD delineó en su día para explicar distintas formas de concebir los puertos, más allá de la raíz náutica primigenia orientada a servir de refugio a embarcaciones. La primera generación de puertos se orienta a servir de transferencia tierra-mar; la segunda a formar conglomerados portuario-industriales y la tercera a actuar como plataformas logísticas para el comercio sobre la base de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Pues bien, es posible reconocer hoy una cuarta generación portuaria, en plena emergencia de la economía 4.0, caracterizada por la inserción del puerto en redes de gestión de datos procedentes de millones de dispositivos sobre los que aplicar inteligencia artificial para enlazar procesos automatizables con criterios de optimización y fiabilidad. Se trataría de aquellos puertos inteligentes y sincromodales inmersos en espacios ciberfísicos hiperconectados.

Por tanto, la finalidad de un puerto es alcanzar la excelencia en el desempeño de sus tres principales funciones: la asociada directamente al transporte, la que se entronca con la logística, que se superpone a la anterior, para ofrecer servicios de valor añadido sobre el material móvil, o directamente sobre la mercancía o el pasajero, y la de la integración en red, que combina las anteriores para asegurar desde los puertos, la debida integración en las cadenas de transporte y logística o directamente en la cadena de valor.

Así las cosas, las Autoridades Portuarias deberán realizar un ejercicio permanente de liderazgo sobre el conjunto del puerto, así como de emprendimiento catalizador de ideas y proyectos con retorno económico, implicándose en la puesta a disposición de la oferta integral portuaria, tanto la infraes-

tructural como la de los servicios, de cara a dinamizar el negocio del puerto. Le corresponde en consecuencia coordinarse con el resto de la Administración concurrente en el puerto.

Dimensión ambiental

La dimensión ambiental del puerto nace desde la intención de encontrar su mejor encaje posible en el entorno donde se ubica, aunque cobra sentido cuando se toma conciencia de la necesidad de actuar de forma contributiva en todas las escalas, desde la más próxima a la global. Cabe distinguir cuatro ámbitos espaciales en los que proyectar la dimensión ambiental portuaria: los entornos adyacentes costero-natural y urbano, la extensión a la cadena de transporte y logística y la escala global.

A pesar de que la actividad portuaria no resulta ser una parte sustancial de la afección humana al medio costero (son las actividades de desarrollo urbano, agrícolas, industriales, turísticas, de regulación hídrica y de la propia navegación en general, las que más inciden), ello no obsta para que desde las Autoridades Portuarias se ponga el máximo empeño en minimizar impactos y contribuir a un medio costero natural rico y diverso. Se pone especial énfasis en la vigilancia de la calidad de las aguas portuarias y de sus fondos marinos a fin de establecer las medidas necesarias, preventivas y, en su caso, de remediación, para contribuir a que se alcancen los objetivos ambientales de los planes de vigilancia y gestión del entorno costero natural, máxime en áreas que puedan afectar a Red Natura u a otras áreas sensibles o elementos de protección marina.

A lo anterior se suma la necesidad de compatibilizar la actividad portuaria con el entorno urbano próximo, por lo que se requiere un control estricto por parte de las Autoridades Portuarias de todo aquello con origen portuario que pueda afectar a la población circundante. El cuidado ambiental sobre las personas abarca la calidad del aire y la del suelo portuario, además del control del ruido y los olores. Se ha de ejercer en coordinación con el resto de autoridades presentes en los puertos y con los órganos ambientales competentes. El control ha de ejercitarse sobre la base de una regulación clara que permita fijar mecanismos permanentes de supervisión y en su caso, denuncia y sanción.

Pero la dimensión ambiental alcanza igualmente las redes de transporte y logística, donde los puertos actúan como nodos muy activos. Esta contribución ambiental desde los puertos ha de ser visibilizada y potenciada. Además de medidas de penalización y regulatorias (como el límite del 0,5 % de compuestos de azufre en combustibles marinos desde el 1 de enero de 2020), cabe aquí la aplicación de eco-incentivos que premien el mérito ambiental, y del lado tierra, es preciso un impulso definitivo del ferrocarril.

En el ámbito global, se está impulsando desde las instituciones europeas el paquete ‘fit for 55’ que supone adelantar al 2030 un compromiso de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, según el cual los puertos deben convertirse en punta de lanza de estas estrategias de mitigación rápida del calentamiento global algo que implica tanto a las Autoridades Portuarias, como al resto de agentes presentes en los puertos. En particular, se requieren infraestructuras y servicios energéticamente eficientes diversificados, neutros en carbono, soportados por energías alternativas o renovables y con medidas compensatorias de fijación de carbono.

La dimensión ambiental abarca el ciclo vital completo del puerto: desde la elaboración de planes y proyectos ligados al desarrollo infraestructural, hasta su funcionamiento, y propugna una estrategia proactiva por parte de las Autoridades Portuarias, estableciendo espacios de complicidad con los agentes que conforman la Comunidad Portuaria de cara a la consecución de objetivos ambientales comunes.

Dimensión socio-institucional

Partiendo de la premisa de que un puerto es de todos, y de que nuestra Carta Magna le atribuye la consideración de “Bien de Interés General” (Artículo. 149.1 20ª), al igual que la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante en su artículo 4, la representatividad de la colectividad recae en la Autoridad Portuaria, por lo que el interés del Marco Estratégico es reforzar el compromiso de esta para con la sociedad, teniendo como principios rectores la transparencia y la ejemplaridad, dando a conocer el puerto al ciudadano para que lo haga suyo.

Criterios de actuación, líneas estratégicas

El desarrollo de las dimensiones económica, ambiental y social de los puertos, descritas en el apartado anterior, se despliega a través de siete criterios de actuación considerados preferentes: eficiencia, conectividad, digitalización, innovación, sostenibilidad, seguridad y transparencia.

- Eficiencia, asociada al logro al menor coste posible, de objetivos de excelencia en el desem-

peño de las funciones del puerto en el mercado del transporte y la logística, combinando eficacia y productividad.

- Conectividad, relacionada con la accesibilidad y la interoperabilidad, pero también ligada a la intermodalidad, la comodalidad y la sincromodalidad, y aplicada por igual en los planos infraestructural, de servicios e infoestructural.
- Digitalización, imprescindible para culminar la implantación de la administración electrónica en todo el sistema portuario, para conseguir puertos inteligentes capaces de irradiar opciones de optimización al resto de nodos y arcos de las cadenas en las que se apoya.
- Innovación, necesaria en todos los campos de actividad en los que se desenvuelve el puerto, desde la investigación básica hasta la aportación creativa más avanzada o regenerativa, pasando por el tradicional desarrollo tecnológico de corte más industrial (I+D+i).
- Sostenibilidad, entendida como la capacidad para lograr un funcionamiento o un desarrollo tal que asegure las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de futuras generaciones, y formando parte consustancial de toda la actividad portuaria.
- Seguridad, encaminada a prevenir o hacer frente a escenarios adversos fortuitos ('safety' en versión inglesa), y también de protección frente a amenazas antisociales ('security', en versión inglesa). Un puerto seguro es condición indispensable para poder funcionar adecuadamente. Como otros criterios de actuación, la seguridad atañe tanto a las infraestructuras, como a los servicios y la infoestructura.
- Transparencia, en tanto en cuanto el sistema portuario está integrado en el sector público, debe satisfacer los derechos de acceso a la información por parte del ciudadano. Una actitud de esta índole, abierta a la sociedad, coadyuva a un buen gobierno, fortalece las propias instituciones, y puede hacerse extensiva al conjunto de agentes de la Comunidad Portuaria.

Con base en estos criterios de actuación preferentes, se plantea un desarrollo en forma de 16 líneas estratégicas, conforme a una secuencia enlazada con el modelo de desarrollo estratégico descrito anteriormente.

Líneas estratégicas

Línea Estratégica 1: Autoridades Portuarias económicamente sostenibles

Línea Estratégica 2: Ordenación y gestión ágil y avanzada del dominio público

Línea Estratégica 3: Infraestructuras orientadas a demanda, fiables, conectadas y sostenibles

Línea Estratégica 4: Servicios competitivos y operaciones eficientes

Línea Estratégica 5: Seguimiento y facilitación de la actividad portuaria

Línea Estratégica 6: Inspecciones y tramitaciones administrativas ágiles y eficaces

Línea Estratégica 7: Administración portuaria digital. Puertos inteligentes y sincromodales

Línea Estratégica 8: Puertos innovadores

Línea Estratégica 9: Puertos con proyección internacional

Línea Estratégica 10: Puertos ambientalmente sostenibles

Línea Estratégica 11: Puertos ecoproactivos

Línea Estratégica 12: Puertos comprometidos con su ciudad

Línea Estratégica 13: Puertos seguros y protegidos

Línea Estratégica 14: Ayudas a la navegación (AtoN) avanzadas y de calidad

Línea Estratégica 15: Cultura ética corporativa

Línea Estratégica 16: Ampliación y mejora continua del capital humano

Despliegue y seguimiento

Por su alcance y contenidos, el Marco Estratégico se configura a priori como una guía para la planificación de los puertos de interés general. En consecuencia, pasa a ser la referencia a tener en cuenta, de cara a la elaboración de las figuras de planificación hoy tipificadas en el sistema portuario (Planes Estratégicos, Planes Directores de Infraestructuras, y Planes de Empresa).

Pero hay que indicar que el Marco Estratégico no solo se queda en una figura de referencia para los instrumentos de planificación citados. Según se desprende de sus contenidos, se trata de una llamada a un cambio profundo en el propio sustrato de los puertos que implica también a su *modus operandi*, lo que le lleva a adentrarse también en los instrumentos que rigen el propio funcionamiento de los puertos. Por tanto, de la aplicación del Marco Estratégico se espera igualmente una revisión de instru-

mentos regulatorios y de gestión que afectan transversalmente a la dinámica portuaria, bajo un respeto absoluto a la autonomía de gestión de las Autoridades Portuarias, gestoras de realidades portuarias muy diversas.

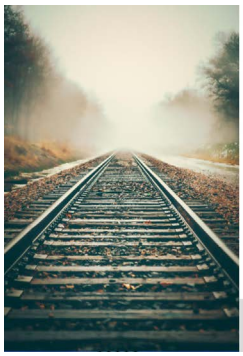
Esa estrategia transformadora sobre un conjunto multi-puerto rico y heterogéneo, lleva aparejado un despliegue abierto en tres ejes de actuación a lanzar en paralelo, de los cuales se esperan logros en plazos distintos:

- A corto plazo, se constituirá un Foro de la Gobernanza cuyo objetivo es emitir una propuesta de reforma del modelo de organización, financiación y gestión de los puertos, a ser elevada para su tramitación regulatoria en el momento en que resulte oportuno.
- A medio plazo, deberá haberse finalizado una ampliación y renovación de las plantillas de las Autoridades Portuarias, sin la cual no será posible culminar con éxito las metas del presente Marco Estratégico
- A medio y largo plazo, en función de la meta correspondiente, se plantea culminar un proceso de transformación de calado en todos los órdenes portuarios, de forma tal que se eleven al nivel de excelencia los criterios de actuación previstos en el propio Marco Estratégico, es decir, la eficiencia, la conectividad, la digitalización, la innovación, la sostenibilidad ambiental, la seguridad y la transparencia de los puertos de interés general.

Dado que los Planes de Empresa han de contener los objetivos de gestión concretos de cada Autoridad Portuaria, y su aprobación se realiza con regularidad anual, se convierten en un instrumento útil para provocar un abordaje rápido del Marco Estratégico y medir durante su grado de implantación en los puertos de interés general. Corresponderá a Puertos del Estado el seguimiento del cumplimiento de objetivos generales de gestión y metas definidas en el Marco Estratégico, para lo cual activará el oportuno mecanismo, que conllevará la publicación anual de un informe de seguimiento de los objetivos generales de gestión. ■

Suministro de energía verde para la tracción ferroviaria

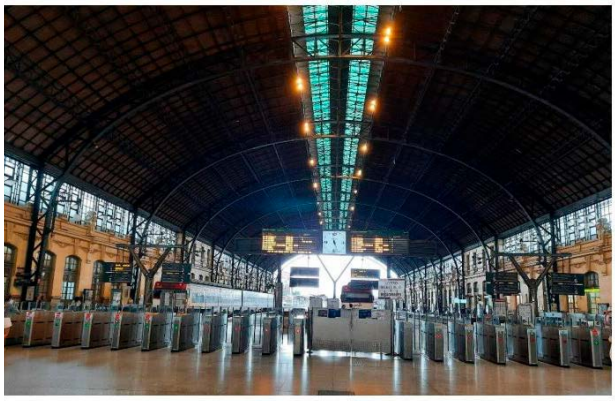
El Consejo de Ministros autorizó el pasado mes de noviembre la licitación, a través de Adif alta velocidad, para el suministro de energía verde o con garantía de origen renovable para el sistema ferroviario, es decir, la electricidad de tracción para operadoras, tanto de viajeros como de mercancías de toda la red ferroviaria de interés general, con un presupuesto de 1850,7 millones de euros. El nuevo marco contractual incluye como novedad que cada operador ferroviario podrá desarrollar su propia estrategia de gestión de precios de la energía, en coordinación con Adif. De esta forma, los operadores ferroviarios podrán solicitar coberturas de precio de la totalidad o parte de la energía que tienen previsto consumir en un período temporal determinado, cuyas órdenes de cierre gestionará Adif alta velocidad con el comercializador adjudicatario. El nuevo modelo de gestión responde a un intenso trabajo realizado por Adif con las operadoras ferroviarias con el fin de dotarles de mayor capacidad de decisión y gestión en uno de sus principales costes y, así, reforzar la sostenibilidad del sector y el proceso de liberalización.



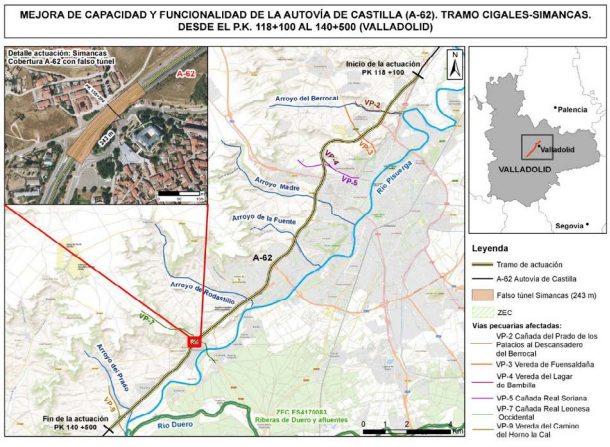
#CMin

El Gobierno autoriza un contrato de suministro de **energía verde** para la **tracción ferroviaria** por 1.850 M€

GOBIERNO DE ESPAÑA



Estación Valencia Nord, marquesina histórica



Mitma invierte más de 162 millones de euros en la mejora de la autovía A-62

Mitma, con un presupuesto estimado de 162,7 millones de euros ha puesto en marcha una nueva actuación en la A-62, autovía de Castilla, para mejorar el tramo Cigales-Simancas. Con esta inversión se construirá un tercer carril en cada calzada a lo largo de 22,4 kilómetros y se remodelarán los 12 enlaces existentes en el tramo para mejorar la funcionalidad de la autovía. Entre las infraestructuras planeadas hay que destacar, en el tramo de Simancas, la construcción de un falso túnel de 243 metros que permitirá conectar ambas márgenes, facilitando los movimientos transversales peatonales y rodados del núcleo urbano y reducir las afecciones acústica y paisajística en un entorno de valor histórico. Además, permitirá habilitar nuevos espacios urbanos abiertos sobre el cubrimiento.

Presencia de Raquel Sánchez en el 30 aniversario de Puertos del Estado

La ministra de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ha querido estar presente en la celebración de tres décadas de éxito del sistema portuario español y de Puertos de Estado. En la ceremonia, celebrada el pasado mes de diciembre, estuvo acompañada por la secretaria de Estado, Isabel Pardo de Vera, y el presidente de Puertos del Estado, Álvaro Rodríguez Dapena. Raquel Sánchez ha aprovechado su discurso para destacar la importancia del papel de coordinación de Puertos del Estado y la colaboración y lealtad institucional de las 28 autoridades portuarias. Ha añadido que la actividad del sistema portuario se basa en una planificación económica y estratégica que ha convertido a las autoridades portuarias en "centros motores de la actividad que proporcionan valor añadido a las mercancías y están plenamente integrados en las cadenas logísticas e intermodales". Además, ha dicho que el Fondo de compensación interportuario, uno de los mecanismos de seguridad y solidaridad, ha permitido la redistribución de recursos del sistema para garantizar su autofinanciación y una leal competencia entre los puertos españoles. La ministra ha valorado positivamente los datos de actividad en 2022, que finalizará con niveles de tráfico equiparables a los de 2019, con 564 millones de toneladas y una previsión de crecimiento por encima del 4 % en los próximos años. Ha querido recordar, también, que el Marco Estratégico 2030 es el camino elegido por los puertos para afrontar los retos y competir del modo más favorable posible en las redes internacionales del transporte y la logística. Finalmente, ha recordado el papel que juegan los puertos en el transporte de pasajeros, cuyas cifras no han parado de crecer.

La Secretaria de Estado en su intervención ha definido los puertos como "nodos generadores de valor en las redes logísticas que hoy se despliegan en todas las escalas geográficas, desde la local a la global, gracias a las infraestructuras generadas y la amplia oferta de servicios que prestan". Por su parte, el presidente de Puertos del Estado ha tenido también unas palabras de agradecimiento por el largo recorrido de la entidad: "Hoy celebramos la enorme transformación de los puertos españoles en estos 30 años y miramos al futuro, con la innovación, la sostenibilidad y las personas como los pilares que guiarán nuestro rumbo".

Raquel Sánchez anuncia la compra de nuevos terrenos para el alquiler asequible

La ministra de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ha presentado el convenio firmado con la Empresa Pública Empresarial del Suelo (Sepes) para transferirle fondos con los que impulsar actuaciones urbanísticas para vivienda pública en el marco del Plan de viviendas de alquiler asequible. Dicho Plan recoge la construcción de 100 000 viviendas en alquiler social en suelo público para facilitar el acceso a un hogar digno. Al acto han asistido también Isabel Pardo de Vera, secretaria de Estado y presidenta de la entidad, y su director general, Fidel Vázquez. Raquel Sánchez ha explicado, durante su intervención, que "por el momento está previsto que Sepes, en colaboración con la secretaria general de Agenda Urbana y Vivienda, ejecute 17 359 viviendas en suelo público, que serán licitadas en colaboración público-privada. Sin embargo, esta cifra no es ni mucho menos definitiva. Los nuevos suelos que tiene en estudio deberían permitirnos alcanzar las 34 000 viviendas a lo largo de la próxima década". De las 17 359 viviendas que ejecutará Sepes en 18 actuaciones en los suelos ya identificados, 15 288 se iniciarán en un primer grupo de suelos ya adscritos, cuyas obras de urbanización empezarán en los próximos meses y concluirán entre el primer semestre de 2025 y el primer semestre de 2027. La ministra ha remarcado que "serán proyectos ejemplares que harán posible que la arquitectura y al urbanismo de España recuperen el reconocimiento internacional que tuvieron en el pasado". Además de este Plan, se ha referido a otros instrumentos y recursos movilizados para políticas de vivienda, tales como el Plan Estatal de Vivienda, acuerdos con entidades locales y comunidades autónomas y el Plan de Recuperación, que también destina fondos para impulsar la rehabilitación de viviendas, barrios y edificios residenciales. Asimismo, ha incidido en que se están identificando, junto a otros departamentos ministeriales como Hacienda, Defensa o Interior, nuevos terrenos de titularidad estatal susceptibles de desarrollo, y se han iniciado ya distintas actuaciones de promoción.

La aplicación práctica de este Plan ya se está poniendo en marcha en varias comunidades autónomas, como lo demuestran los acuerdos firmados en las comunidades de Galicia, Baleares, Madrid y la Región de Murcia. Con ellos se impulsa la construcción y rehabilitación de 6133 viviendas, de las que 2937 serán de alquiler asequible en edificios eficientes desde el punto de vista energético en varios municipios de Galicia, Baleares y la Comunidad de Madrid, y la rehabilitación de barrios con la regeneración de hasta 3196 viviendas en diferentes localidades madrileñas y murcianas. En todos los casos, las entidades locales ejecutarán por sí mismos, o a través de sus respectivas empresas municipales, las obras de regeneración urbana y prestarán los servicios de oficina de rehabilitación, que facilite la gestión y ejecución de todas las actuaciones previstas.

Aena recuperará los niveles de tráfico previos a la pandemia en 2024

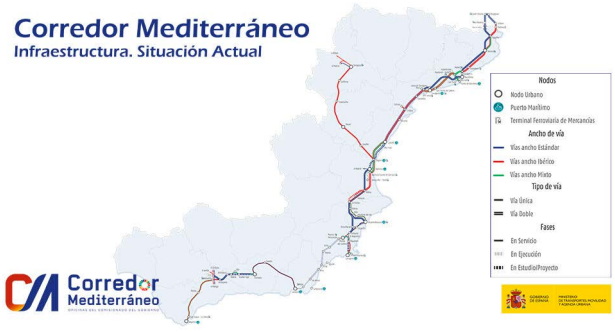
Aena ha presentado su Plan estratégico para el periodo 2022-2026. En el acto ha estado presente su presidente y consejero delegado, Maurici Lucena, que ha estado acompañado por Javier Marín, consejero ejecutivo y director general de Aeropuertos, y por la directora general Comercial e Inmobiliaria, María José Cuenda.
En su Plan, el gestor aeroportuario espera recuperar los niveles de tráfico previos a la pandemia en 2024 (unos 275 millones de pasajeros), antes de lo previsto inicialmente, y pronostica que el número de viajeros en su red en España rondará los 300 millones al finalizar el periodo de vigencia. Lucena en su intervención ha afirmado que "la recuperación ha sido más fuerte que la de nuestros pares [...] España y sus aeropuertos han funcionado muy bien. Los problemas operativos de este verano en los aeropuertos españoles se han debido al eco de las disfunciones de los aeropuertos del resto de Europa. Esto no es solo mérito del buen hacer de Aena sino también de una legislación laboral general [...] y del transporte aeronáutico y la potencia turística, que ha desarrollado unos mecanismos de coordinación que han sido fundamentales en la resolución de los distintos problemas que iban surgiendo en el transcurso de la pandemia y de sus consecuencias". Como consecuencia de esta recuperación del tráfico, los accionistas verán incrementado el dividendo de 2022 en 1,37 euros adicionales por acción. Esta recuperación de tráfico y negocio comercial se produce a pesar de un contexto de riesgos globales y sectoriales entre los que el presidente ha mencionado, primero, los geopolíticos, como la invasión de Ucrania, que impactan en la economía; segundo, los puramente macroeconómicos, como la subida de tipos, la inflación general y los precios de la energía, y tercero, los sectoriales, como los cambios estructurales en la base de costes. En este entorno, no obstante, "Aena seguirá siendo líder indiscutible en seguridad y eficiencia operativa en su sector", ha asegurado Lucena.

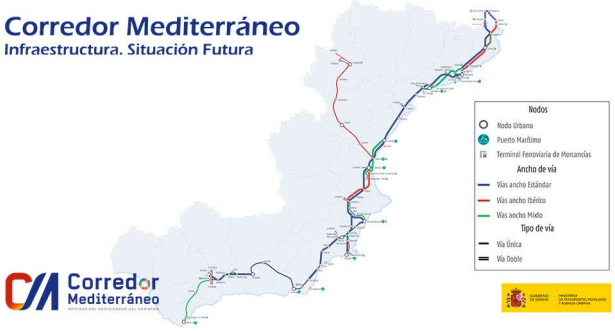
Respecto al problema actual del coste de la energía, Aena ha elaborado el Plan Fotovolcaico, que implica una inversión de 350 millones de euros para la construcción de plantas solares que autoabastezcan a los aeropuertos. Por otra parte, y en relación con la protección del medio ambiente, cuenta, además, con su Plan de acción climática, que representará una inversión de 550 millones de euros de 2021 a 2030 con los objetivos de conseguir la neutralidad en el carbono en 2026 y las cero emisiones netas en todos los aeropuertos de la red en 2040, lo que supone adelantar 10 años el compromiso global del sector aéreo.

Raquel Sánchez participa en Barcelona en el 6º Acto empresarial por el Corredor mediterráneo

El Corredor mediterráneo es un conjunto planificado de redes prioritarias de transporte pensadas para facilitar la comunicación de personas, mercancías y servicios a lo largo de la Unión Europea, que fueron aprobadas en 2011, definidas en 2013 y que en 2030 tiene que estar finalizada la red básica, un total de 64 572 kilómetros. Asimismo, la red básica extendida debe concluirse en 2040 y diez años más tarde, en 2050, habrá que concluir la red global, casi 120 000 kilómetros. La ministra de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ha ratificado en Barcelona, en el 6º Acto empresarial por el Corredor mediterráneo, que el proyecto descrito avanza a buen ritmo y ha reiterado el compromiso del Ministerio con la culminación de esta infraestructura ferroviaria en la que se movilizan 2,7 millones de euros al día en licitaciones y se ejecutan 1,2 millones de euros diarios. Durante la charla-coloquio que tuvo lugar en el acto ha dicho que "tenemos obras en 700 kilómetros a lo largo de todas las comunidades autónomas por las que pasa el Corredor mediterráneo. Cuando finalicen, el Corredor duplicará su longitud, alcanzando los 1300 km. Esto es fruto del trabajo que venimos realizando en estos cuatro años y medio, en los que hemos licitado 4400 millones de euros en 300 actuaciones, lo que se traduce en más de una licitación a la semana y la movilización de casi 3 millones de euros al día. Asimismo, hemos ejecutado obras por 1944 millones de euros, es decir, 1,2 millones diarios".

En este mismo sentido, la secretaria de Estado de Transportes, Isabel Pardo de Vera, ha visitado por su parte la Comunidad Valenciana donde ha asistido a una nueva actuación prevista en la conexión de alta velocidad en





Valencia y Alicante. Durante su visita ha estado acompañada por la delegada del Gobierno en la Comunidad Valenciana, Pilar Bernabé, entre otras autoridades. En su intervención, la secretaria de Estado ha comentado: "Reconozco que me gusta hablar del Corredor mediterráneo real para diferenciarlo del imaginario. El Corredor mediterráneo es un corredor prioritario para Europa para el que existe un plan perfectamente prefijado. Un plan al que nos estamos ateniendo. Un plan que vamos a cumplir y que seguiremos acompañando de otros elementos no relacionados con las infraestructuras, como puedan ser los incentivos a la compra de material rodante o los ecoincentivos".

El Gobierno cofinanciará con 650 millones de euros la línea 3 de Metro

El objetivo de la inversión es llevar a cabo el proyecto de la línea 3 de Metro de Sevilla (tramo norte), cuya inversión total asciende a 1 301 265 429, 19 euros. La aportación se llevará a cabo a través de la firma de un convenio con la Junta de Andalucía por el que cada administración aportará el 50 % del presupuesto. El tramo norte consiste en una doble vía, subterránea en su mayor parte, que tiene una longitud de unos 7550 metros. Dicho tramo comienza en la zona norte de la ciudad, junto a la carretera SE-20 en Pino Montano, y se extiende hasta la zona del Prado de San Sebastián, en donde habrá conexión con la línea 1. El tramo en cuestión contará con 12 estaciones e incluye un ramal para conectar con los talleres y cocheras. Como ya avanzó la ministra, Raquel Sánchez, se da este paso necesario para financiar el proyecto en cumplimiento de los compromisos adquiridos y en el marco de la apuesta clara del Gobierno y el Ministerio por la movilidad sostenible en la ciudad hispalense, en la que se está trabajando de manera intensa y decidida para que la ampliación del Metro de Sevilla sea una realidad cuanto antes.

Actuaciones de mejora en la red de Rodalies en Cataluña

Raquel Sánchez, durante una visita institucional a Gavá, anunció la construcción de una nueva estación de Rodalies en la localidad, en previsión del futuro desarrollo del municipio. El Ministerio, ante la fuerte apuesta del ferrocarril como modo de transporte, encargó un estudio de demanda de los servicios ferroviarios a Adif que concluye que la estación del Pla de Ponet tiene un gran potencial para retirar coches de la carretera porque el 60 % de los nuevos usuarios procederán del vehículo privado, y que la nueva infraestructura llegará a tener un tráfico de 6 000 viajeros al día en 2035, cuando se hayan completado los desarrollos urbanísticos de este sector y de Els Joncs. La nueva infraestructura ferroviaria, que se ubicará entre las actuales estaciones de tren de Gavà y Castelldefels, también aportará beneficios socioeconómicos a la región ya que permitirá generar ahorros de 240 000 euros al año, que se irán incrementado hasta los casi 3 millones anuales en los próximos 30 años en costes externos gracias a la captación de usuarios del coche. En palabras de la ministra: “Nadie puede dudar del compromiso de este Gobierno con la movilidad y, en particular, con el impulso que las Rodalies necesitan”.

Con este mismo espíritu de impulso a la red ferroviaria, Mitma ha lanzado también un contrato para la integración de la línea de ancho convencional Barcelona-Granollers-Girona, a su paso por el núcleo urbano de Montcada i Reixac, en Barcelona. La inversión estimada para soterrar la línea ferroviaria asciende a 621 millones de euros. La integración del ferrocarril en el núcleo urbano de Montcada i Reixac impulsará una de las grandes obras de transformación urbanística y ferroviaria en la red de Rodalies. Esta actuación, junto a otras ya en curso, como la de Sant Feliu de Llobregat, promoverá la permeabilidad de la infraestructura ferroviaria de la línea Barcelona-Portbou entre los dos sectores de la trama urbana, al eliminar el actual trazado en superficie.

Mitma invierte en la mejora de la autovía Baix Llobregat

Mitma ha licitado por 76,4 millones de euros las obras para prolongar la autovía. Las actuaciones mejorarán las conexiones entre las infraestructuras del Baix Llobregat mediante la construcción de 2,26 kilómetros de la nueva autovía B-25 y la remodelación de los enlaces del entorno, mejorando la movilidad en esta zona del área metropolitana de Barcelona, con especial atención a los usuarios vulnerables. Aparte de los detalles técnicos, el proyecto incluye 750 metros de carril-bici con 3 metros de anchura, que discurrirá a lo largo del trazado de la carretera B-25. Además, se actuará sobre 24 estructuras ya sean de nueva construcción, o ampliaciones, modificaciones o sustituciones de los sistemas de contención de las existentes, constituyendo los enlaces a distinto nivel y dando permeabilidad a la autovía frente a los cursos de agua, carreteras, vías de ferrocarril y caminos interceptados por el trazado.

X Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica

Jesús Gómez, subsecretario de Mitma, inauguró el pasado mes de noviembre la décima Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica organizada por el Instituto Geográfico Nacional con la colaboración del Instituto Portugués do Mar e da Atmosfera. El subsecretario estuvo acompañado por el vicealcalde de Toledo de Toledo, el presidente del consejo directivo del Instituto Portugués do Mar e da Atmosfera y el director general del IGN, Lorenzo García Asensio, también en calidad de presidente de la Comisión Española de Geodesia y Geofísica. En la sesión inaugural tuvo lugar una mesa redonda en la que se trató el tema "Cambio global. Las ciencias de la Tierra ante un reto de la humanidad", moderada por el periodista y presentador Roberto Brasero, en la que se analizó cómo los profesionales de la ciencia y de la Tierra de España y Portugal colaboran en la monitorización continua de los fenómenos naturales o provocados por la actividad humana, dimensionando estos cambios y prediciendo su evolución, causas y efectos en un reto tan trascendental como el cambio global de la Tierra. Durante sus cuatro días de duración, también se desarrollaron actividades complementarias, como la visita al Observatorio Geofísico de Toledo (IGN) o las demostraciones de las empresas del sector, así como la entrega de premios a las mejores presentaciones de estudiantes. Esta edición de la Asamblea, después del paréntesis provocado por la Covid-19, pretende consolidarse como el principal foro en el ámbito ibérico de las Ciencias de la Tierra.

Mitma lanza un programa integral de innovación para la Red de Carreteras del Estado

Xavier Flores, secretario general de Infraestructuras, ha presentado el primer Programa integral de innovación para transformar la gestión de la Red de Carreteras del Estado, basado en la sostenibilidad y las nuevas tecnologías. Durante la presentación, que tuvo lugar en la sede del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos el pasado mes de noviembre, ha asegurado que "la innovación ha sido y será el generador de riqueza y prosperidad. Es de deber de la Administración tirar del carro para innovar y convertirla en un pilar del cambio que queremos introducir en la Dirección General de Carreteras". El Programa, pionero en el Ministerio, tiene el objetivo de reforzar la capacidad de la Dirección General de Carreteras para presentar con eficiencia y calidad la necesidades presentes y futuras de la movilidad de la ciudadanía e incorporar procesos y tecnologías de última generación a la gestión y desarrollo de la infraestructura viaria.

Flores, que ha estado acompañado por el director general de Carreteras, Juan Pedro Fernández Palomino y otros miembros del Ministerio, ha aprovechado su intervención para recordar que Mitma tiene una fuerte voluntad de innovación que desea transmitir al mundo empresarial y que se traduzca en mayor eficiencia de la inversión pública y mejor servicio público al ciudadano. El Programa se basa en 10 retos iniciales entre los que cabe destacar, como ejemplos, la construcción de firmes bajo criterios de sostenibilidad, seguridad y eficiencia energética o la aplicación de tecnologías e inteligencia artificial para la inspección de activos de la carretera.

Raquel Sánchez preside la puesta en servicio del nuevo acceso al puerto de Santander

La ministra de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana presidió la puesta en servicio del nuevo acceso al puerto de Santander con la presencia del presidente de Cantabria, Miguel Ángel Revilla y del vicepresidente, Pablo Zuloaga. Previamente visitó el ayuntamiento de Camargo y la urbanización Tres Robles, en Muriedas, que ha sido beneficiaria de las ayudas del Plan de recuperación, transformación y resiliencia para rehabilitación de edificios. En el acto estuvo acompañada por el vicepresidente y la consejera de Empleo y Políticas Sociales, Eugenia Gómez Diego, y por la alcaldesa de Camargo, Esther Bolado. Raquel Sánchez ha señalado que la obra demuestra "la apuesta indiscutible del Ministerio por la intermodalidad" y ha subrayado que el puerto de Santander supone un nodo intermodal del barco con la carretera y también con el ferrocarril. Así, ha indicado que el 84 % de las mercancías que entran o salen del puerto de Santander lo hacen por carretera y el 16 % restante por ferrocarril, un porcentaje este último que, a su juicio, no es nada desdeñable, ya que lo sitúa en la primera posición del *ranking* nacional en la presencia de este modo en la actividad portuaria y que, además, se quiere aumentar con actuaciones concretas. En este sentido, ha detallado que, a través del Fondo financiero de accesibilidad terrestre portuaria, se está ampliando la longitud de vías de la terminal de Muriedas, por su carácter estratégico para el puerto, principalmente en automoción.

Mitma destinará más de 200 millones de euros en la integración del ferrocarril en Avilés

Mitma prevé llevar a cabo una nueva actuación en la ciudad de Avilés que consiste en el soterramiento de las vías de ferrocarril en la zona urbana, la construcción de una nueva estación y la eliminación de pasos a nivel, entre otras, en línea con el protocolo firmado en 2018 con el ayuntamiento de la ciudad y el Principado de Asturias. Xavier Flores, secretario general de Infraestructuras, visitó la zona para conocer el entorno de la operación, donde contó con la presencia del consejero de Medio Rural y Cohesión Territorial, Alejandro Calvo, la alcaldesa de Avilés, Mariví Monteserín y la delegada del Gobierno en Asturias, Delia Losa. La presentación técnica estuvo a cargo de Casimiro Iglesias, director general de Planificación y Evaluación de la Red Ferroviaria, acompañado por el viceconsejero de Infraestructuras, Movilidad y Territorio del Principado, así como del vicealcalde de Avilés. Iglesias explicó que dentro del tramo urbano los objetivos principales son la permeabilidad urbanística desde el casco histórico hacia la ría, en el entorno del Centro Niemeyer, y la supresión de los pasos a nivel lo que hará que la zona sea compatible con el tránsito peatonal directo. En cuanto a la nueva estación intermodal explicó en detalle las distintas opciones en función de las circunstancias existentes. En cuanto al edificio se situará en nivel superior a la cota del nuevo viario del plan especial.

80 millones de euros para la remodelación de la estación de Cercanías Móstoles-El Soto

Mitma tiene previsto invertir alrededor de 80 millones de euros en la remodelación integral de la estación de Cercanías Móstoles-El Soto. Durante la presentación del proyecto Xavier Flores, secretario general de Infraestructuras, ha explicado que las actuaciones están encaminadas a adaptar la infraestructura a los nuevos trenes de alta capacidad para Cercanías, con una longitud de hasta 200 metros, renovar el edificio de la estación y mejorar los accesos a la misma y su integración en la ciudad, incluyendo la remodelación de los aparcamientos. El acto, celebrado en el ayuntamiento de Móstoles, ha contado con la participación de la alcaldesa de la localidad, Noelia Posse; el director de Planificación y Evaluación de la Red Ferroviaria, Casimiro Iglesias; el director general de Operaciones, José Luis Cachafeiro y la directora general de Planificación, Estrategia y Proyectos, Montserrat Rallo, entre otros. Flores ha destacado en su intervención que se trata de una actuación compleja que incorpora el desarrollo de diferentes proyectos, cuya planificación y ejecución debe realizarse de manera coordinada entre Renfe y Adif con el ayuntamiento de Móstoles. Los objetivos del proyecto pasan por mejorar el servicio a los usuarios y la inserción de la estación en la ciudad, facilitando los accesos, así como hacer posible la incorporación a la línea C-5 del nuevo material rodante de alta capacidad para cercanías, dotándola de unas instalaciones para mantenimiento de trenes modernas y adaptadas a este nuevo material. También se busca reordenar y modernizar el conjunto de instalaciones ubicadas en el actual recinto ferroviario, optimizando la utilización de los espacios.

Emilio Tuñón, nuevo Premio Nacional de Arquitectura 2022

El arquitecto Emilio Tuñón Álvarez ha obtenido el Premio Nacional de Arquitectura 2022, en opinión del jurado, por la coherencia de su obra arquitectónica, que recoge de manera natural sus inquietudes teóricas, su dominio sobre las técnicas constructivas y su vocación de servicio a la sociedad, que solo se entiende desde su rigurosa trayectoria académica como docente de varias generaciones de arquitectos en su calidad de catedrático del departamento de Proyectos arquitectónicos en la Universidad Politécnica de Madrid. Además, ha sido profesor invitado en varias universidades del mundo, como La Städelschule de Frankfurt, la Nueva Escuela de Arquitectura de la Escuela Politécnica de Puerto Rico o la Harvard Graduate School of Design en Cambridge. A partir de 1990 empezó a compaginar su trabajo docente con la oficina de arquitectura Mansilla+Tuñón Arquitectos junto a Luis Moreno García-Mansilla, ya fallecido. Durante esta etapa llevaron a cabo obras de gran envergadura como el centro cultural de la Comunidad de Madrid en la antigua fábrica El Águila, el auditorio de la ciudad de León, el museo de Bellas Artes de Castellón o el Museo de arte visigótico en la Vega Baja de Toledo. Tras el fallecimiento de García-Mansilla fundó una nueva empresa llamada Tuñón Arquitectos SLP, artífice de proyectos como el de la nueva sede de Arquia Bank en Madrid o la fundación Helga de Alvear en Cáceres por el que recibió el premio Nueva Bauhaus Arquitectura CSCAE, PRIX AMO, premio COAM Luis M. Mansilla, premio XV Bienal española de Arquitectura y Urbanismo. Premio A+FIRM AWARD, Architecture Marterpiece y premio Extremadura, todos ellos en 2021. Otros buenos ejemplos del reconocimiento a su obra son el museo provincial de Arqueología y Bellas Artes de Zamora, por el que recibió el premio Architecti; el centro cultural de Belem en Portugal, seleccionado en la IV Bienal de Arquitectura española, finalista en el premio europeo Mies van der Rohe Pavilion Award y galardonado con la mención especial en el Premio de Arquitectura española del año 1997.

El CEDEX recibe el Premio TALGO a la Innovación en Tecnología Ferroviaria

En un acto celebrado en la sede madrileña del CSIC el día 24 de noviembre, se entregó el XIX Premio Talgo a la Innovación Tecnológica a un equipo del Laboratorio de Geotecnia del CEDEX, compuesto por José Estaire, Inés Crespo, Javier Moreno, Ángel Tijera, Rubén Ruiz y Natalia Montero por su trabajo "Determinación de la velocidad crítica de secciones ferroviarias", en el que se desarrolla un método de cálculo fiable, sencillo y robusto para calcular la velocidad crítica del tren.

La velocidad crítica es aquella velocidad de circulación del tren que produce una condición similar a la resonancia en el medio subyacente a la vía, provocando una amplificación del movimiento vertical tanto de la vía como del terreno de apoyo. Los efectos sobre la vía se manifiestan con anterioridad a que el tren alcance dicha velocidad. Así, según aumenta la velocidad del tren y se va acercando a la velocidad crítica se producen: primeramente, problemas en el confort de los pasajeros; seguidamente, un aumento de las labores de mantenimiento y, finalmente, problemas de estabilidad en la infraestructura y de seguridad de la circulación ferroviaria.

Los Premios Talgo nacen con el objetivo de promover y desarrollar proyectos de innovación que otorguen un valor adicional a la tecnología ferroviaria y a la movilidad, y, en este caso, ha valorado el avance tecnológico del proyecto de cuya aplicación en la operación ferroviaria se obtienen mejoras significativas.

11 millones de euros para la remodelación del enlace de Pontevedra Norte

El objeto de la actuación es la remodelación del enlace viario del kilómetro 129 de la AP-9 (Pontevedra Norte), conocido como "Nudo de bomberos", aprovechando la conexión del puente de As Correntes con la ciudad. Se trata de una obra que supondrá una mejora en la movilidad y fluidez en la conexión de la autopista gallega con la malla urbana de Pontevedra y su entorno, y una mejora en las condiciones de seguridad vial y en el nivel conjunto de emisiones. El proyecto plantea un tramo de nueva calzada para unir la glorieta de entrada al puente de As Correntes, al este de la AP-9, directamente con los ramales que soportan los movimientos Vigo-Pontevedra y Pontevedra-Santiago. Asimismo, se mejora la capacidad del nudo viario duplicando dicho tramo de la avenida Domingo Fontán mediante un nuevo paso sobre la AP-9, y permitiendo el tránsito peatonal entre ambas márgenes, mejorando de esta forma la permeabilidad.

Mitma refuerza la seguridad en la N-232 y en la A-68 en Zaragoza

El secretario general de Infraestructuras, Xavier Flores, visitó el pasado mes de noviembre la provincia de Zaragoza donde ha presentado dos actuaciones de Mitma para mejorar sustancialmente la comodidad y seguridad de los desplazamientos de los usuarios de la autovía A-68, a su llegada a la capital, y de la carretera N-232, a su paso por el municipio de Utebo. Flores, que estuvo acompañado por la alcaldesa de esta localidad, Gema Gutiérrez, y la delegada del Gobierno en Aragón, Rosa Mª Serrano, has destacado que se trata de un proyecto que demuestra el compromiso del Ministerio con la transformación de las ciudades y la movilidad descarbonizada y digital. El proyecto, que se financiará con los fondos europeos NextGenerationEU, muestra la apuesta por la movilidad sostenible, priorizando a peatones y ciclistas. Entre las actuaciones que se llevarán a cabo, destaca la supresión de la glorieta del km 250 y construcción de nuevas glorietas en la carretera N-232 para unirla con las principales vías urbanas del municipio. La transformación de la travesía implicará su cesión al ayuntamiento de Utebo, que será el nuevo responsable de su mantenimiento.

67 millones de euros para la Campaña de viabilidad invernal 2022-2023

Las operaciones de vialidad invernal persiguen, de acuerdo con el protocolo de actuaciones establecido, mantener en época invernal las carreteras de la Red de Carreteras del Estado, cuando se ven afectadas por problemas de nieve o hielo, en las mejores condiciones posibles de comodidad, seguridad y fluidez, de acuerdo con los niveles de servicio fijados para cada uno de los tramos de la red. En este sentido es prioritaria la atención en las autopistas y autovías, así como en aquellas vías con mayor Intensidad de tráfico y aquellas que sirvan de acceso a capitales de provincia y a poblaciones de más de 20 000 habitantes. Con este fin Mitma ha desplegado 1471 quitanieves y 250 426 toneladas de fundentes por un importe de 66,7 millones de euros. Se prevé que en la campaña participarán aproximadamente 3600 operarios, sumando personal de Mitma y de las empresas de conservación y explotación de carreteras. Los principales objetivos son la prevención de la formación de placas de hielo sobre las calzadas cuando se esperen heladas, la información a los usuarios de las carreteras de cualquier incidencia con la antelación suficiente y, en caso de nevadas, la retirada de nieve para minimizar las perturbaciones al tránsito como consecuencia de éstas. En la línea establecida por la Estrategia 2030 de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada de Mitma, en la Red de Carreteras del Estado tienen cabida también varias herramientas innovadoras para una digitalización y gestión eficiente de la vialidad invernal.

Mitma invierte 10 millones de euros para impulsar la movilidad ciclista

El secretario general de Infraestructuras, Xavier Flores, ha anunciado, durante la presentación del Barómetro de la Bicicleta 2022 en el Congreso Nacional de Medio Ambiente, que el Ministerio tramita la concesión de subvenciones para el desarrollo de infraestructuras ciclistas, que se tramitarán a través de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Flores ha resaltado la importancia de que movilidad ciclista también tenga más protagonismo en las localidades pequeñas y medianas y ha señalado: “Las bases de las subvenciones hoy publicadas vienen a atender esta necesidad y se unen a las inversiones que ya se están realizando a través del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia”. Las ayudas estatales persiguen fomentar la movilidad activa, desincentivar el uso del vehículo privado a motor y promover un cambio modal y cultural hacia un tipo de movilidad menos contaminante, más activa, sostenible, saludable e inclusiva. Las consecuencias inmediatas de su puesta en marcha serán la reducción del uso de energías fósiles y, por tanto, de la contaminación tanto atmosférica como acústica; la mejora de la salud de las personas y de la calidad de vida en pueblos y ciudades, sin olvidar la mejora de la conectividad entre el ferrocarril y la bicicleta y el factor tractor hacia otros sectores económicos y el desarrollo del cicloturismo y de nuevos modelos de negocio.

Mitma otorga los premios Fundación Enaire 2022

Isabel Pardo de Vera, secretaria de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, y presidenta de Enaire, ha entregado en Santander los galardones de los premios Fundación Enaire 2022. El premio de Arquitectura ha correspondido a Miguel Ángel Tomero por su obra "La tierra oculta"; el segundo premio ha recaído en José Guerrero por la fotografía "BRG-019" y el tercero ha sido para la Sociedad Córdoba por "Rito 19". Asimismo, se ha entregado el premio Trayectoria Fundación Enaire 2022 por toda una vida dedicada a la fotografía a Alberto García Alix. Las tres obras galardonadas, además del premio en metálico, pasarán a formar parte de los fondos de la colección Enaire de Arte Contemporáneo.

Pardo de Vera en su intervención ha destacado que "el desarrollo de la movilidad y la difusión cultural enriquece a la sociedad, cohesiona territorios y contribuye decisivamente a mejorar la vida los ciudadanos", así como que "propiciar la movilidad, no solo de las personas, sino también de la innovación, la ciencia y el arte, son caminos de ida y vuelta que nos conectan", lo que es fundamental para acercar a las personas y enriquecernos a todos. La secretaria de Estado ha avanzado, también, que para el primer trimestre de 2023 está previsto inaugurar en "La Arquería" un nuevo espacio del Ministerio dedicado a la arquitectura y el arte.

Exposición del IGN "Ciudades del mundo. Vistas, planos" en el Museo de Santa Cruz en Toledo

El Instituto Geográfico Nacional ha inaugurado en Toledo la exposición "Ciudades del mundo. Vistas, planos", que se podrá visitar hasta el 5 de febrero. El acto contó con la presencia de la consejera de Educación, Cultura y Deportes, Rosa Ana Rodríguez, el consejero de Fomento, Ignacio Hernando y el director general del IGN, Lorenzo García Asensio. La muestra recoge una selección de vistas y planos de ciudades con el objetivo de repasar su evolución histórica desde los tiempos de Claudio Ptolomeo, en el siglo II, cuando se sientan los fundamentos de esta disciplina, hasta el siglo XIX. La exposición también recorre la evolución de las técnicas utilizadas, desde los más sencillos grabados xilográficos, hasta las finísimas litografías del siglo XIX, pasando por los grabados en cobre de los siglos XVI y XVII. Entre los ejemplares expuestos se encuentran, además de valiosas piezas originales, dos reproducciones inéditas de planchas metálicas utilizadas para estampar las vistas de Toledo y Sevilla del atlas de ciudades *Civitates Orbis Terrarum* (siglo XVI).

Raquel Sánchez apoya la respuesta integral de INECO frente a la violencia machista

La ministra de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ha reafirmado hoy su compromiso con la lucha contra la violencia machista en el acto de ampliación del programa Horizonte, promovido por la ingeniería y consultora pública INECO, y que está orientado a la sensibilidad contra la violencia a las mujeres y el acompañamiento para el acceso al mundo laboral de las víctimas que lo sufren. En su intervención, ha enfatizado que salir del ciclo de la violencia de género es muy difícil y que esta lacra requiere la implicación de toda la sociedad para poder terminar con ella. Además, ha recordado el apoyo incondicional de este Gobierno a las víctimas. La ministra ha ensalzado la labor de las instituciones y, en especial, de las empresas del grupo Mitma en la promoción de políticas feminista y planes de igualdad para la formación y concienciación de los y las trabajadoras. Así, ha destacado los Puntos Violetas que se están instalando en las principales estaciones de Renfe para abordar la seguridad de las mujeres en los espacios públicos, y ha subrayado la labor de la organización del Premio Matilde Ucelay para el reconocimiento de proyectos y personas que trabajan por un mundo más feminista en el sector del transporte, la movilidad y la agenda urbana. Raquel Sánchez ha querido mencionar también a dos asociaciones que ya formaban parte del programa, Asociación Eslabón y Mujeres unidas contra el maltrato, y ha dado la bienvenida a dos nuevas que se suman al proyecto: Asociación Victoria y Fundación Mujeres. Este programa, ha destacado la ministra, es un claro ejemplo de cómo el Ministerio asume la lucha feminista desarrollando e implementando políticas imprescindibles para la construcción de una sociedad libre e igualitaria. Un Departamento que cuenta ya con una mesa de Igualdad, Diversidad y Cooperación para coordinar las acciones de todas las empresas públicas dependientes del Ministerio.

Raquel Sánchez firma un protocolo para llevar el tranvía al centro de Palma

La ministra de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ha firmado un protocolo con la presidenta de Baleares, Francina Amengol, para construir una línea de tranvías entre el centro de Palma y el aeropuerto de Sont San Joan. La actuación se enmarca en la estrategia del Gobierno de impulsar la descarbonización de la movilidad y de las infraestructuras de la transición energética. En palabras de la ministra: "Hace cinco meses me comprometí con la presidenta Armengol a que el Gobierno de España financiaría el primer tramo del tranvía de Palma y hoy firmamos el protocolo para formalizar ese compromiso. Es una magnífica noticia, porque el tranvía representa una infraestructura clave en el Plan director sectorial de movilidad de las Islas Baleares, cuyo objetivo es transformar la movilidad urbana y el transporte público en esta ciudad". Según las estimaciones del proyecto el corredor de transporte público podría atender una demanda del 27 % del transporte público, con 5,3 millones de pasajeros al principio de su explotación y crecer hasta el 6,5 millón en diez años. Durante su intervención, Raquel Sánchez ha explicado también que "el tranvía contribuirá a potenciar uno de los motores económicos de la isla, como es el aeropuerto Sont San Joan; cumplirá con una importante función social al mejorar y facilitar el acceso a un servicio esencial para los ciudadanos, como la atención sanitaria, y tendrá un gran valor como vehículo de conectividad en la ciudad a tener una parada a 300 metros del Palacio de Congresos". La ministra ha aprovechado su visita a Palma para ratificar que el compromiso del Gobierno de España y de Mitma con el desarrollo de las infraestructuras del transporte del archipiélago es absoluto.

MEDIDAS DE APOYO A LA VIVIENDA

REHABILITACIÓN DE VIVIENDAS
MEJORANDO EL AHORRO ENERGÉTICO

INCREMENTO DEL PARQUE PÚBLICO
DE VIVIENDA EN ALQUILER ASEQUIBLE

ACCESO A VIVIENDAS
INTERGENERACIONALES

MEJORAS PARA HACER
MÁS ACCESIBLES LOS EDIFICIOS

REGENERACIÓN
DE BARRIOS DEGRADADOS

MÁS VIVIENDAS PARA
COLECTIVOS VULNERABLES

TUS NECESIDADES SON NUESTROS PROYECTOS.

Infórmate en: **www.mitma.gob.es**

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

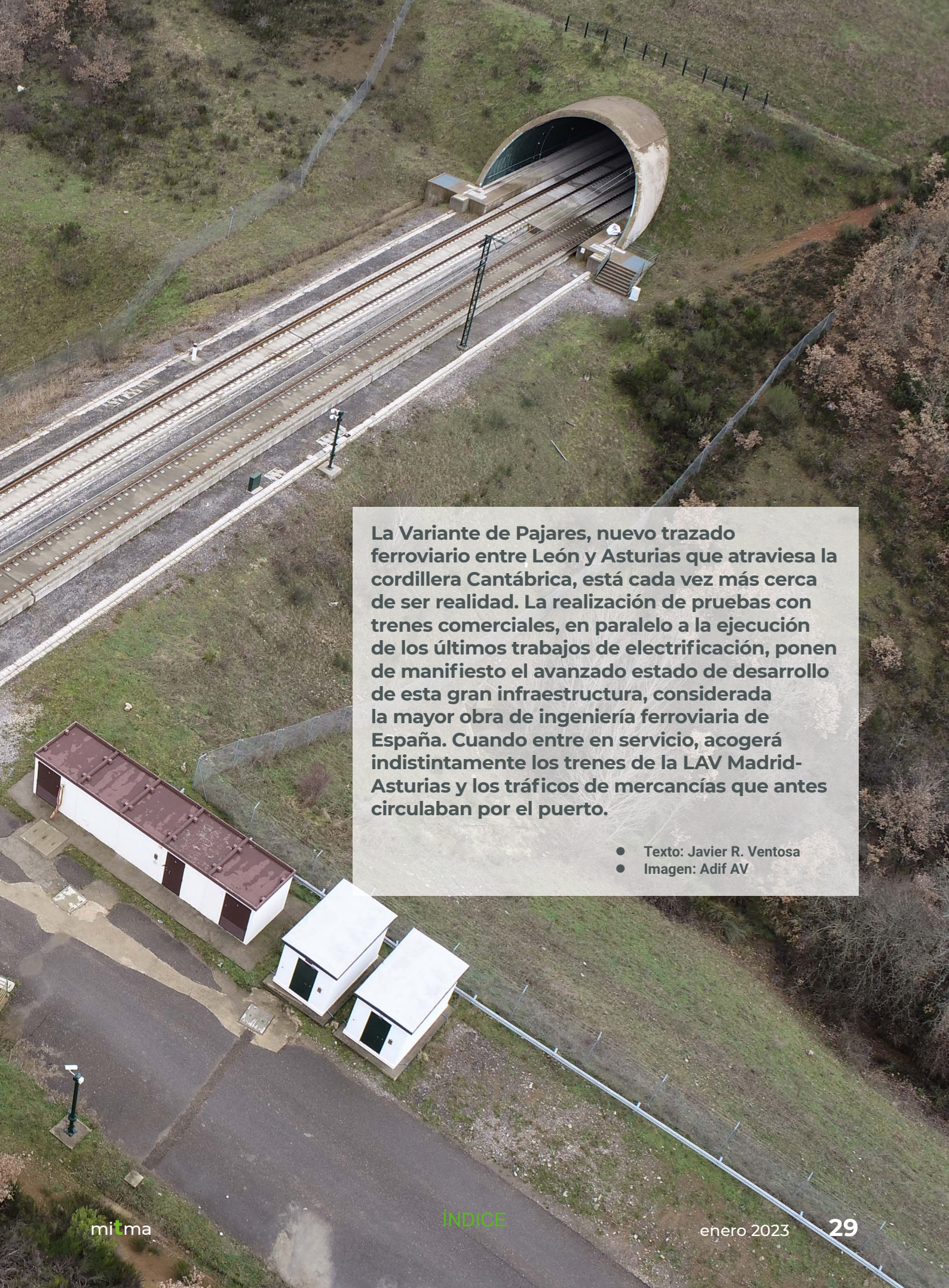
Nuestra razón *eres tú*

ÍNDICE

La variante ferroviaria afronta las pruebas con trenes comerciales de cara a su próxima puesta en servicio

Recta final en Pajares

Tramo a cielo abierto entre dos de los tres túneles monotubo de la variante.



La Variante de Pajares, nuevo trazado ferroviario entre León y Asturias que atraviesa la cordillera Cantábrica, está cada vez más cerca de ser realidad. La realización de pruebas con trenes comerciales, en paralelo a la ejecución de los últimos trabajos de electrificación, ponen de manifiesto el avanzado estado de desarrollo de esta gran infraestructura, considerada la mayor obra de ingeniería ferroviaria de España. Cuando entre en servicio, acogerá indistintamente los trenes de la LAV Madrid-Asturias y los tráficos de mercancías que antes circulaban por el puerto.

- Texto: Javier R. Ventosa
- Imagen: Adif AV

La cordillera Cantábrica ha lastrado históricamente las comunicaciones ferroviarias entre la Meseta Central y Asturias, realizadas desde 1884 por el trazado del puerto de Pajares y su mítica rampa (83 km de vía única, curvas cerradas, fuertes pendientes y problemas invernales, de compleja operativa y mantenimiento), que ha penalizado los viajes hacia/desde el Principado. Este obstáculo natural quedará pronto olvidado con la nueva Variante de Pajares, obra colosal que ha insertado en plena cordillera un trazado de doble vía entre La Robla (León) y Pola de Lena (Asturias), de 50 km, mayoritariamente subterráneo (el 80 %, con dos túneles de base) y diseñado con parámetros de Alta Velocidad. Se recorrerá en 15 minutos, poniendo la conexión entre Asturias y el resto de la Península en el siglo XXI.

Esta gran infraestructura, impulsada por Mitma, afronta la recta final de las actuaciones previas a la puesta en servicio. La fase de pruebas, iniciada en otoño, avanza a buen ritmo según el cronograma de Adif Alta Velocidad (Adif AV), responsable del proyecto, compaginada con las últimas actuaciones de obra civil, que no condicionan las pruebas. Desde noviembre, tras finalizar las pruebas con trenes laboratorio, los trenes de tracción eléctrica comerciales recorren la variante testando las vías, la catenaria y los sistemas de seguridad y telecomunicaciones; en paralelo se realizan los ensayos de electrificación de vía y los de adecuación de accesos, sistemas de evacuación e instalaciones de protección civil de los túneles. Pronto vendrán los de velocidad máxima. El objetivo es verificar la seguridad y fiabilidad de la infraestructura, así como su interacción con los trenes, antes de iniciar los recorridos de fiabilidad y la formación de maquinistas. Al término de las pruebas, Adif AV entregará la infraestructura a la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, encargada de homologar y autorizar su puesta en servicio, prevista para los próximos meses.

Vista del PAET de Campomanes (Asturias), que discurre en paralelo a la autopista AP-66.

La construcción de la variante, encuadrada en la LAV Madrid-Asturias, ha sido un desafío sin precedentes para Adif AV y para las ingenierías y constructoras. Está considerada como la obra ferroviaria más compleja realizada en España por la dificultad técnica de construir un trazado en su mayor parte en túnel a través de un macizo de geología muy adversa. A ello se ha sumado el reto tecnológico de aunar los parámetros de Alta Velocidad y del tráfico de mercancías en una misma línea,

algo poco frecuente en la red española. La complejidad técnica y la magnitud del proyecto se reflejan en la inversión destinada por Mitma (4000 M€, con financiación comunitaria, incluidos fondos NextGeneration) y en el plazo de ejecución de la obra (18 años).

La singular configuración de vías permite la circulación de trenes de Alta Velocidad y de mercancías por los túneles de base.

Configuración de vías

En 2018, el Ministerio de Fomento, antecesor de Mitma, aprobó la planificación definitiva para la explotación de la variante, que prevé la puesta en servicio simultánea de los dos túneles de base con una configuración de vías singular: ancho mixto o tercer hilo (estándar e ibérico) en la vía este y ancho ibérico con traviesa polivalente en la vía oeste, más un cambiador de ancho en Campomanes para que los trenes con ejes de ancho estándar puedan continuar viaje por vías de ancho ibérico. La traviesa polivalente permitirá el cambio al ancho estándar en una segunda fase. Según la planificación, en una primera fase la variante se pondrá en servicio exclusivamente en ancho ibérico, mientras concluye la renovación integral y la implantación del ancho mixto en el tramo previo León-La Robla, actualmente en curso.

Esta versátil configuración permitirá que ambas vías sean utilizadas por trenes de pasajeros y de mercancías, sin afectar a los tiempos de viaje ni a la capacidad de la infraestructura, además de garantizar la fiabilidad de los servicios

Trabajos finales de electrificación en la zona de Campomanes.

y limitar el impacto de las incidencias. Con esta solución, los trenes de mercancías podrán circular por los dos túneles de base sobre vías de ancho ibérico, conectando en los extremos de la variante con vías del mismo ancho, mientras que los trenes de pasajeros lo harán por la vía este, debiendo disponer de rodadura desplazable para circular por vías convencionales al norte de Pola de Lena.

Por sus características y su configuración final, la variante presenta ventajas sustanciales respecto a la línea actual, entre ellas la longitud (37 km menos), la doble vía en todo el trayecto (frente a la vía única actual) y la mejora de los parámetros del trazado (pendiente media de 17 milésimas, frente a las 20 de la rampa) y de la calidad del equipamiento de la vía. Todo ello redundará en la mejora de las prestaciones de los trenes, cuya velocidad máxima, de 80 km/h por la rampa, pasará a 275 km/h en el caso de la Alta Velocidad. Los de mercancías, por su parte, podrán tener mayor longitud y transportar un 15 % más de carga. Desde un punto de vista ambiental, las emisiones de CO_2 se reducirán un 23 % respecto a los recorridos que los trenes de mercancías hacen por la rampa.

La nueva infraestructura aportará importantes beneficios a los tráficos de pasajeros y mercancías. En el primer caso, los tiempos de viaje por la LAV Madrid-Asturias entre la capital española y Oviedo se reducirán en el entorno de 1 hora y 30 minutos. En el segundo, se potenciará significativamente el tráfico de mercancías, que, al evitar el paso por Pajares, aumentará la competitividad y las frecuencias de los trenes que conectan los puertos y los polos industriales asturianos con el resto de la Península.

En servicio durante 138 años

Hasta que la variante entre en servicio, la línea actual seguirá siendo la única conexión entre la Meseta y Asturias. Así lo ha sido desde 1884, al inaugurarse el tramo Busdongo-Puente de los Fierros, obra maestra de la ingeniería de la época que culminó el trazado La Robla-Pola de Lena. En este tramo se sitúa la rampa de Pajares, que salva un desnivel de 921 m entre ambas vertientes mediante un trazado de 42,5 km en buena parte subterráneo (hay 61 túneles), con curvas de 300 m de radio y una pendiente muy acusada. Al término de la obra, ejecutada en cuatro años, el trayecto Madrid-Gijón se redujo de cuatro días a 20 horas.

La línea, utilizada por locomotoras de vapor hasta 1925 y luego por trenes de tracción diésel y eléctrica, conserva el trazado original, aunque las vías y la superestructura han sido modernizadas. El recorrido conserva una valiosa muestra del patrimonio ferroviario español del siglo XIX: túneles con bocas de sillería, muros de contención, puentes de piedra u hormigón armado y estaciones tanto originales como de los años 20.

Con la inauguración de la variante, la rampa dejará de utilizarse para el transporte de viajeros y mercancías dada su obsolescencia y falta de competitividad, así como por el elevado coste de rehabilitación y mantenimiento, cifrado en unos 700 M€ en 15 años. Desde Mitma y Adif AV se exploran los usos futuros del histórico trazado, entre ellos turísticos o como banco de pruebas para trenes.

Interior de uno de los túneles de base de la variante.

Boca de los túneles de Pajares y tren de Adif AV en pruebas asomando por uno de los tubos.

Doble vía en ancho ibérico (izda.) y tercer hilo (dcha.) en dirección a un túnel monotubo.

Túneles de récord

El elemento central de la variante es un túnel de base bitubo que por su longitud (24,6 km cada tubo) es el sexto de Europa y el séptimo del mundo. Su ejecución, dividida en cuatro lotes, ha sido un reto mayúsculo de ingeniería y construcción. Fue completada entre 2005 y 2009 por cinco tuneladoras, que perforaron la montaña a casi 1000 m de profundidad y extrajeron 5 millones de m³ de material del interior. Las mayores dificultades de la obra fueron la compleja y cambiante geología del macizo, que obligó a aplicar soluciones inéditas, y la abundante presencia de agua, que exigió un refuerzo para impermeabilizar los tubos. Además, la ejecución de la obra en un entorno natural único ha requerido diversas medidas de protección ambiental para preservarlo.

Ambos tubos, separados 50 m entre sí, se han construido con una sección circular de 8,5 m de diámetro interior (apta para una vía). Están conectados por 58 galerías transversales, situadas aproximadamente cada 400 m. Finalizada su construcción, se ejecutaron las obras civiles complementarias (impermeabilización, soleras, andenes, drenaje,canalizaciones…).

Los túneles de base no han sido la única obra de ingeniería del proyecto. También se han construido las galerías de acceso intermedio de Folledo (2 km) y Buiza (5,5 km) —en la fase de explotación se utilizarán para mantenimiento y emergencias—, 14 túneles más (tres bitubo) que suman 22,5 km de vías subterráneas y 10 viaductos que totalizan 1,8 km. En ambos extremos, en La Robla y Campomanes, se han ejecutado sendos Puestos de Adelantamiento y Estacionamiento de Trenes (PAET), que permitirán la parada de trenes

y mejorarán la capacidad y regularidad de la línea.

Las últimas actuaciones de obra civil en marcha son la ejecución de galerías y accesos de emergencia en los túneles de Vega de Ciego y Pico de Siero, y las obras de mejora de la Pantalla 1 en la zona del PAET de Campomanes. Recientemente se ha completado la adecuación de la playa de vías y los andenes de la estación de Pola de Lena, inicio de la variante en el lado asturiano, lo que permite ya la conexión de la variante con la actual línea Gijón Sanz Crespo-Venta de Baños tanto en la vertiente asturiana como en la leonesa. Como obra singular, destacan los trabajos para consolidar la ladera de Campomanes, donde se han implementado distintas soluciones (pozos drenantes, excavación del terreno, pantallas de pilotes) para evitar el deslizamiento del terreno sobre la plataforma.

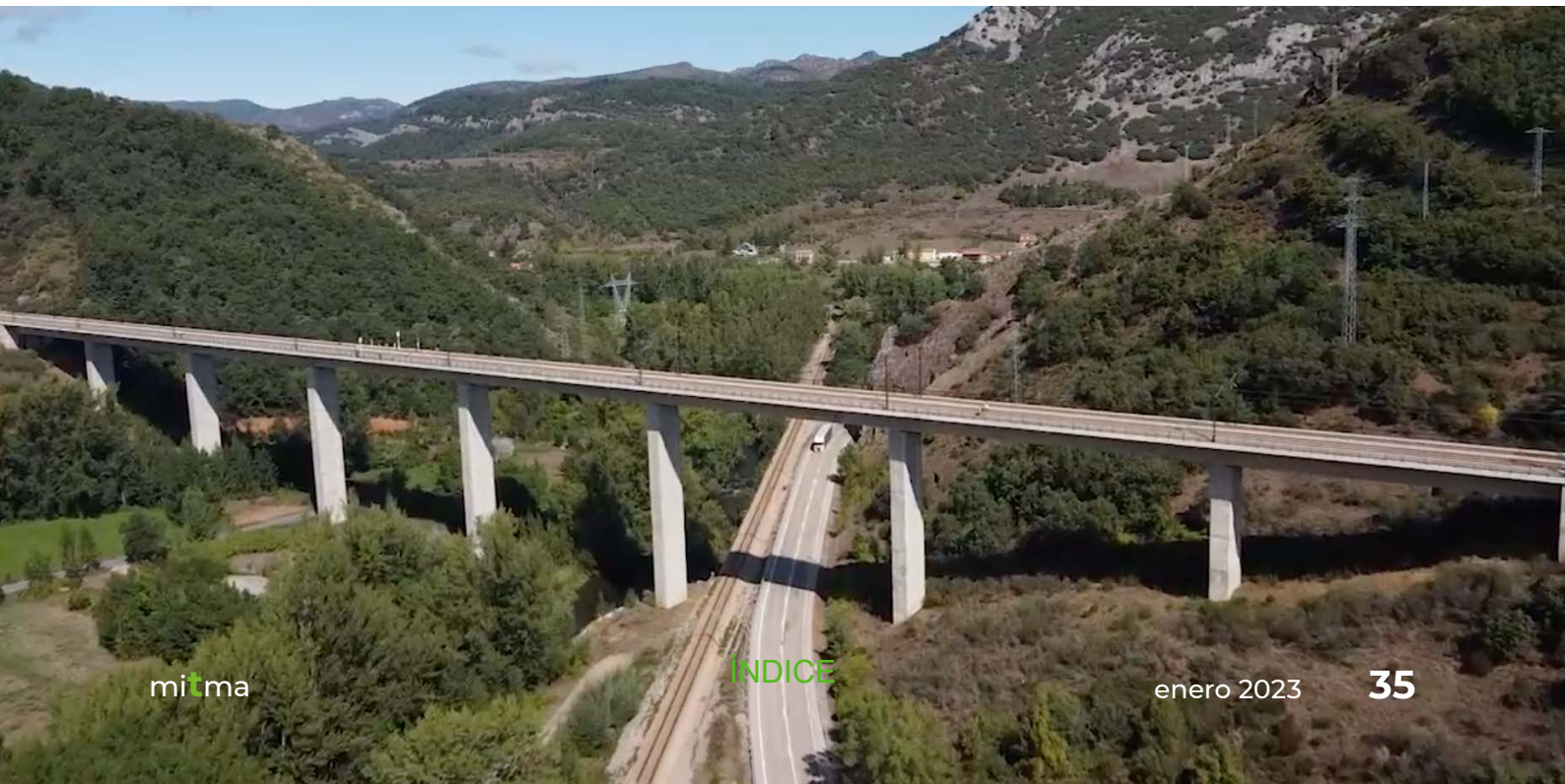
El equipamiento

La obra de plataforma ya está finalizada, incluida la conexión con la línea convencional. Sobre la nueva plataforma, Adif AV coordina

Recorrido por la variante

La titular de Mitma, Raquel Sánchez, recorrió el 9 de noviembre la Variante de Pajares a bordo de un S-730 para supervisar la puesta a punto de la infraestructura, "la mayor obra de ingeniería ferroviaria realizada en España". En su alocución, dijo que "en pocos meses podremos decir que la Alta Velocidad es ya una realidad en Asturias". La ministra, acompañada por el presidente del Principado, Adrián Barbón, y por la presidenta de Adif y Adif Alta Velocidad, María Luisa Domínguez, destacó que la variante "es un hito para Asturias y para Castilla y León" con el que "damos respuesta a una reivindicación histórica". Cuando entre en servicio, añadió, "pondremos en marcha nuevos servicios de movilidad con el modo de transporte más sostenible y más seguro".

Viaducto de Huergas, de 396 m de longitud y 43 m de altura, que salva la línea actual y la N-630.



y dirige desde hace cuatro años los trabajos para equiparla con las vías, la superestructura y las instalaciones necesarias para la puesta en servicio del tramo en su configuración definitiva, así como las pruebas para verificar su correcto funcionamiento.

En los túneles, el montaje de la vía en placa (habitual en la red de Adif AV para los grandes túneles) se completó en diciembre de 2020. El 75 % del trazado se ha ejecutado con esta tipología, con 49,2 km en los túneles de base y 12,7 km en otros siete túneles (Peredilla, Buen Suceso I y II, Pontones, Sotiello, Vega de Ciego y Pico de Siero). En el 25 % restante, que agrupa los tramos a cielo abierto y el resto de túneles, se ha montado vía sobre balasto. En la vía este, además, se ha tendido el tercer carril.

La catenaria fue puesta en tensión el 20 de septiembre, culminando dos años de trabajos para ejecutar la línea aérea de contacto, las subestaciones de tracción y los sistemas asociados, que permitirán la circulación de trenes eléctricos. La electrificación se ha configurado en dos tensiones: 2x25 kV en CA en la mayor parte del tramo (estándar de las LAV) y 3 kV en CC en sus extremos norte y sur (típica de la red convencional, permite la transición hacia los tramos a ambos lados de la variante, implantándose una solución híbrida para facilitar la futura migración a la tensión de Alta Velocidad).

Las instalaciones de control de tráfico, seguridad y telecomunicaciones también se han adaptado a la configuración final de vías mediante uno de los últimos contratos de obras, adjudicado en febrero de 2021. Mediante este contrato, el tramo ha sido equipado, entre otros, con el sistema de protección del tren ERTMS nivel 2 y con el ASFA Digital de respaldo, estándar de las nuevas líneas de Alta Velocidad.

En los túneles y galerías, Adif AV ha coordinado el equipamiento interior con instalaciones de protección y seguridad destinadas a ofrecer una respuesta eficaz en caso de emergencia. Las actuaciones han incluido el montaje de sistemas de ventilación longitudinal en los túneles de base (214 ventiladores *jet-fan*), instalaciones de protección contra incendios, sistemas de detección de humos y sistemas de comunicaciones GSM-R y de control remoto para instalaciones de protección y seguridad, así como obras civiles. ■

Trabajos de vía en uno de los tramos asturianos a cielo abierto.

CEDEX O.A., M.P.

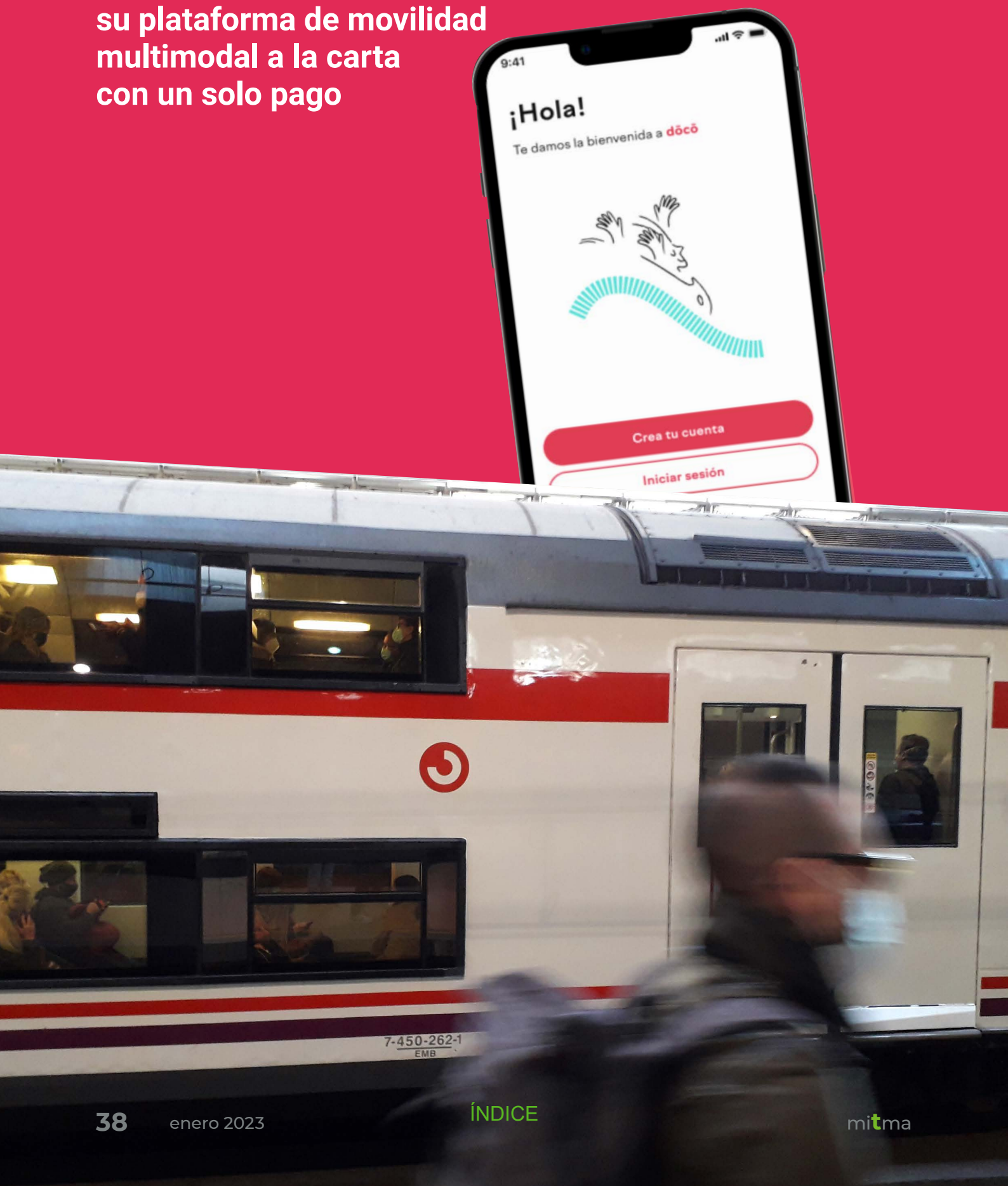
MOVILIDAD
INGENIERÍA
MEDIO AMBIENTE
INNOVACIÓN

ÍNDICE

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 Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

Renfe lanza la versión inicial de su plataforma de movilidad multimodal a la carta con un solo pago



dōcō

Para viajar donde y como quieras

La sociedad actual demanda nuevas formas de moverse por la ciudad y el territorio basadas en la flexibilidad, la eficiencia, la sostenibilidad y la digitalización. En respuesta a estas demandas, Renfe acaba de lanzar dōcō, plataforma integral de movilidad que ofrece viajes puerta a puerta por España, combinando el ferrocarril con otros modos de transporte, mediante un único pago desde el móvil. En su versión inicial, la plataforma incluye un primer paquete de servicios de movilidad a la carta, que irán creciendo paulatinamente hasta dar cobertura a todo el territorio nacional.

Texto: Javier R. Ventosa

dōcō

Renfe activó a

finales de noviembre la versión inicial de dōcō, aplicación integral de movilidad que ofrece al usuario una nueva experiencia de viaje puerta a puerta por toda España combinando distintos modos de transporte. Este tipo de plataforma se inscribe en el modelo de Movilidad como Servicio (MaaS), que aspira a reconfigurar la forma de viajar, hoy dominada por el coche particular, sobre todo en las ciudades, con la implantación de una movilidad multimodal a demanda basada en la integración tecnológica de servicios de transporte público y privado. Este modelo, aún incipiente, está llamado a transformar el ecosistema de movilidad urbana e interurbana con nuevos viajes a la carta.

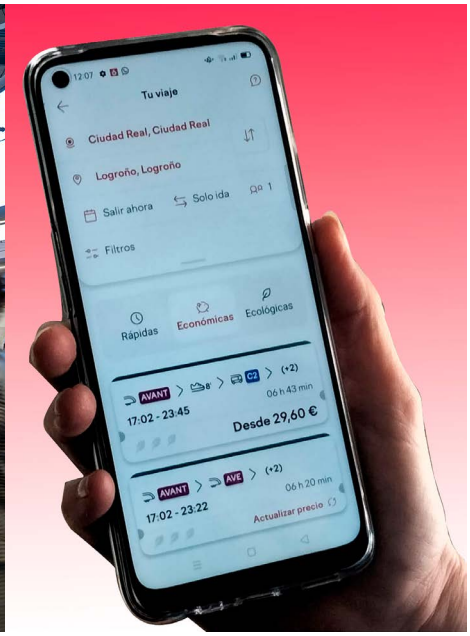
El objetivo de dōcō es simplificar esta movilidad multimodal, poniendo a disposición del cliente una nueva herramienta digital, accesible desde el teléfono móvil, que permite planificar, reservar, pagar y hacer el seguimiento del viaje. La aplicación ofertará un catálogo de modos de transporte (tren, metro, tranvía, autobús, VTC, taxi, moto, bicicleta y patinete) para que, una vez fijado el destino, el usuario opte por la combinación que mejor se adapte a sus necesidades. Como principal novedad, establece un pago único desde la *app* para todo el viaje, independientemente de que se utilicen varios modos, así como la monitorización y un soporte de atención al cliente en tiempo real y en el post-viaje, características que la diferencian de otras plataformas sectoriales de transportes.

La versión inicial está accesible desde el 30 de noviembre para quienes se descarguen la *app*, una vez concluido un periodo de dos semanas de pruebas que Renfe realizó para captar early adopters (más de 2000 personas, receptoras de un código personalizado en su móvil tras apuntarse previamente, se la descargaron para probar las funcionalidades de la aplicación). La versión abierta a todo el público ofrece un producto mínimo viable que permitirá contratar viajes combinados en tren, taxi y patinete, así como servicios de VTC y moto eléctrica. Al ser un proyecto escalable con un plan de acción a cinco años, está previsto que la plataforma crezca con el desarrollo de funcionalidades adicionales y la incorporación de nuevos modos de transporte.

Con el lanzamiento de dōcō, Renfe se convierte en la primera empresa pública gestora de servicios de movilidad puerta a puerta en España.

Un lustro de trabajos

Este lanzamiento culmina un proceso iniciado por Renfe hace casi un lustro, en plena emergencia de las *apps* de vehículos compartidos. El



Plan Estratégico 2019-2023, una vez identificados las nuevas tendencias de la movilidad, aprobó la creación de la plataforma RaaS (Renfe as a Service) dentro de los objetivos de digitalización de la compañía, que fue madurando el proyecto. Las tendencias pos-pandemia (digitalización, teletrabajo, auge de la micromovilidad, nuevas economías de plataforma) confirmaron la apuesta de Renfe por el proyecto, que aceleró su desarrollo tecnológico y los contactos para incorporar a otros operadores. El resultado de este proceso es la nueva plataforma, creada por dos partners tecnológicos (Siemens Mobility y NTT Data). La antigua plataforma Raas ha sido bautizada con el nombre comercial de dōcō, formado por las primeras sílabas de los adverbios de su lema principal (donde quieras y como quieras), que alude a la flexibilidad de los viajes que propone.

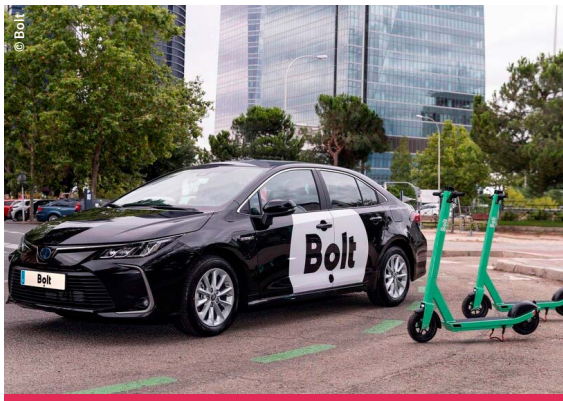
Con esta iniciativa, la operadora traspasa las fronteras de su ámbito de actuación tradicional, el transporte por ferrocarril, y se adentra en un mercado más amplio, el de la movilidad multimodal, con una nueva línea de negocio que, de hecho, convierte a Renfe en la primera empresa pública gestora de servicios de movilidad puerta a puerta en España. Uno de los objetivos principales de dōcō es poner al ferrocarril en el centro del ecosistema de movilidad y favorecer su uso, aunque la plataforma también permite contratar viajes sin participación del tren. Es, asimismo, una apuesta por la digitalización y por el transporte público sostenible.

Opciones de transporte

El producto mínimo viable nace con una oferta inicial de seis modos de transporte, que incluyen toda la red de Renfe y la integración con operadores de vehículos compartidos en 14 ciudades, para que el usuario, una vez baje del tren, continúe el viaje por otros medios hasta su destino. En esta fase existe el compromiso de conectar con todos los puntos de la Península donde operan los servicios de Renfe y complementarlos con un servicio de taxi en 40 km de radio de la estación de llegada. Esta cobertura inicial se irá ampliando progresivamente con nuevos operadores y más ciudades. De hecho, Renfe tiene actualmente en fase de información la incorporación a la aplicación de varios sistemas de transporte público de las principales ciudades españolas. Se estima que en dos años el número de integraciones en la plataforma permitirá a un usuario desplazarse por todo el territorio peninsular, que es el objetivo final de dōcō.

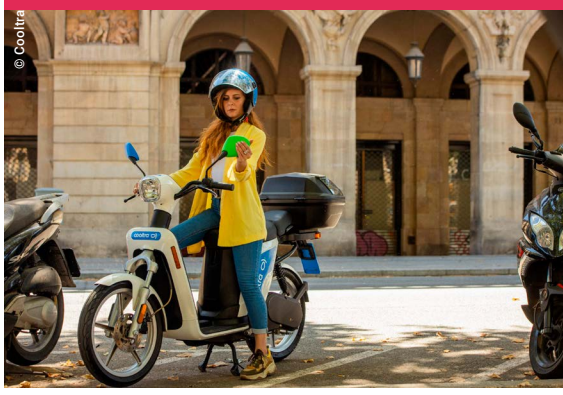
El principal activo del producto mínimo vial es la oferta comercial de viajeros de la operadora, formada por los trenes de Renfe Viajeros, tanto los servicios de Cercanías y Media Distancia, como los trenes de Larga Distancia y Alta Velocidad. En total, más de 2000 trenes disponibles cada día, que conectan con aproximadamente 200 destinos en toda la Península. Esta flota se configura como la espina dorsal de la oferta de dōcō.

A esta oferta se han sumado por ahora cinco proveedores de servicios de movilidad, que ofrecerán desde la *app* un servicio de planificación, reserva, compra, seguimiento del viaje y pago, sin renunciar a su marca e identidad. Entre ellos figuran Bolt, que proporciona servicios de VTC en Barcelona, Costa del Sol, Madrid y Sevilla, con más de 10 000 conductores; Karhoo by Mobilize, plataforma de servicios de taxi, con 22 000 vehículos distribuidos en un centenar de flotas que dan cobertura a más de 50 ciudades



© Bolt

© EFE/Mariscal


© Cooltra

dōcō

La Movilidad como Servicio (MaaS)

Definición. La nueva *app* de Renfe se enmarca en el concepto de Movi lidad como Servicio (MaaS), entendido como la integración de varias formas de transporte y otros relacionados con él en un único servicio puerta a puerta y accesible bajo de manda, según la definición de referencia de MaaS Alliance, principal comunidad internacional de MaaS. Supone, en cierta forma, la personalización de la movilidad.

Origen. La idea de una red de transporte multimodal conectada digitalmente la concibió en 2006 un emprendedor finés, que aplicó la creciente conectividad de los dispositivos inteli gentes a la búsqueda de alternativas de movilidad urbana al vehículo privado (omnipresente, pero aparcado la mayor parte del tiempo, y contaminante). El resultado fue la primera aplicación móvil de MaaS, creada en Helsinki (Finlandia) en 2017. Desde entonces, las *apps* de movilidad se han extendi do por Europa.

Nuevo modelo. MaaS está en una etapa incipiente, pero propone un reequili brio del actual sistema de movilidad, basado en gran medida en un modelo de propiedad privada (el coche particular), mediante la introducción de un nuevo modelo de alquiler de servicios en transporte público y privado. Las ventajas son múltiples: mayor sostenibilidad ambiental, facilidad de uso y flexibilidad, seguridad, ahorro económico e impulso a la ciudad inteligente.

Arquitectura. Una solución de movilidad multimodal como dōcō requiere de cuatro elementos para su funcionamiento: infraestructura (elevada conectividad, penetración generalizada del móvil y pagos seguros) proveedor de datos (plataforma web y *app* para interactuar con los usuarios), operadores (prestadores de servicios de movilidad) y, por último, los usuarios.

españolas; y Movitaxi, compañía que aporta una flota de más de 8700 vehículos asociados en toda España.

En el segmento de la micro-movilidad, los proveedores de servicios asociados a dōcō son, hasta ahora, Cooltra, empresa que dispone de cerca de 3500 motos en Barcelona, Valencia y Madrid; y Reby, compañía que aportará 2500 patinetes eléctricos en siete ciudades, incluyendo así una oferta de transporte activa, segura y sostenible para desplazarse por zonas urbanas.

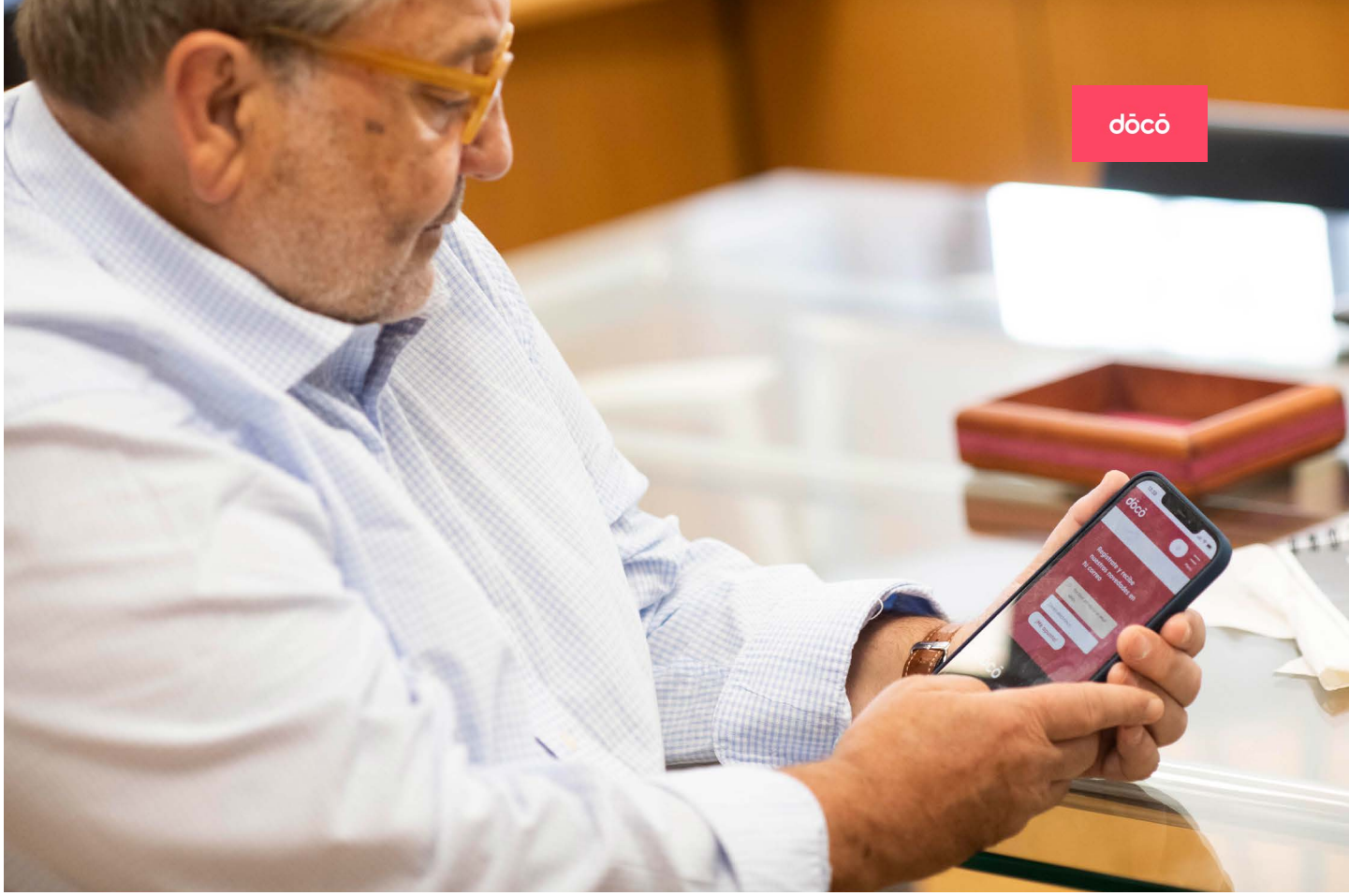
Funcionamiento de dōcō

La contratación de los servicios de dōcō, disponible para móviles en la Google Play y en la Apple Store así como en la web docomobility.com, es sencilla y rápida. Una vez descargada la *app*, el usuario debe registrarse, elegir el destino y detallar sus preferencias de viaje. Con estos datos, la *app* le ofrecerá las mejoras rutas y combinaciones de transporte y el mejor precio, garantizando que el importe total de los viajes nunca será superior a lo que costaría comprándolos por separado. La elección final de la ruta y el pago culminan los trámites para contratar el servicio deseado.

A la hora de seleccionar el modo de viajar, la aplicación ofrece tres criterios de búsqueda: tiempo de viaje, coste económico e impacto medioambiental. Será el usuario quien, a la vista de todas las combinaciones posibles, de decida por una de ellas en función de sus preferencias. El criterio ambiental, que notifica el impacto del viaje en el entorno mediante el cálculo de la huella de carbono que genera, permitirá elegir los modos de viajar más sostenibles, como el ferrocarril, contribuyendo de esta forma a la sostenibilidad del sistema.

Una de las características de la *app* que marca la diferencia es la pasarela para un pago único. El usuario podrá contratar con un solo pago todos los servicios que intervengan en su viaje, aunque para ello utilice varios modos de transporte en distintas etapas. El billete para acceder a los distintos modos de transporte será digital, mediante códigos QR en la pantalla del móvil, con objeto de reducir a la mínima expresión cualquier fricción cuando el usuario cambie de un modo de transporte a otro.

Como característica añadida, dōcō dispone de un centro de atención al cliente para solucionar los problemas y las dudas surgidas durante la contratación de los servicios. Este departamento está situado en el Centro de Competencias Digitales de Mérida (Badajoz), y es uno de los cinco creados por Renfe en 2021 en el marco de la estrategia de digitalización de la compañía y del Plan de Deslocalización de Recursos impulsado por Mitma. El personal de este centro está formado prioritariamente por jóvenes extremeños, mayoritariamente de Mérida y su área de influencia.



Director general de Desarrollo y Estrategia de Renfe

Manel Villalante

> “dōcō nace con la vocación de cohesionar el conjunto del territorio español”

Manel Villalante i Llauradó (Barcelona, 1954), ingeniero industrial de formación, ha dedicado prácticamente toda su vida profesional a los asuntos de movilidad e infraestructuras del transporte, tanto desde el ámbito de la Administración pública, como desde el académico. Ha sido director general de Transporte Terrestre del Ministerio de Fomento y de la Generalitat catalana y director de Movilidad e Infraestructuras del Transporte en Barcelona Regional Agencia de Desarrollo Urbano, ocupando cargos directivos en FGC, TMB y Consorcio Sagrera Alta Velocidad. Desde 2018 es director general de Desarrollo y Estrategia de Renfe, desde donde impulsa la transformación digital y la internacionalización de la operadora.

¿Cuál es la razón de ser de la nueva plataforma de movilidad de Renfe?

Estamos en el contexto de un nuevo paradigma de la movilidad que se produce en el momento en el que el desarrollo de las TICs tiene una evolución disruptiva y supone no solo una mejora de la eficiencia, sino que provoca cambios en las pautas de comportamiento en movilidad.

Vivimos en una economía de plataformas en la que los ciudadanos buscan disponer de servicios integrados, también en la movilidad. Es en este contexto donde nace la Movililidad como Servicio (MaaS). Ante este nuevo paradigma, Renfe impulsó la creación de la plataforma integral de movilidad dōcō, una iniciativa que nace desde la empresa pública para dar satisfacción al conjunto de la ciudadanía con el objetivo de ofrecer un servicio que integre al conjunto del ecosistema de movilidad.

Para Renfe, el ferrocarril del siglo XXI tiene que ir puerta a puerta, y eso no es posible solo sobre raíles. Por tanto, es una oportunidad para dar más capilaridad, mayor cobertura y mayor satisfacción de demanda, integrando los diferentes modos de transporte y alcanzando el conjunto del territorio.

dōcō, la nueva plataforma integral de movilidad que convierte a Renfe en la primera empresa pública gestora de servicios de movilidad puerta a puerta, pretende dar respuesta a estos retos y ayudar a dotar al conjunto del territorio del país de un sistema de movilidad eficiente que se adapte a las necesidades de cada persona en todo momento.

Renfe lleva cuatro años trabajando en esta plataforma. ¿Cómo ha sido su proceso de desarrollo, desde el primigenio Renfe as a Service (RaaS) hasta el actual dōcō? ¿Qué obstáculos han tenido que superar para llegar al momento actual?

Yo no hablaría de obstáculos, sino de retos. En el momento en el que nuestro Plan Estratégico 2019-2023 establece el objetivo de convertirnos en un operador integral de movilidad, sin dejar de ser un operador ferroviario, es cuando asumimos este reto como un proyecto ambicioso e ilusionante que va más allá del perímetro convencional de Renfe.

El camino ha sido complejo. Por una parte, hemos tenido que superar, en un primer nivel, el reto interno. En una empresa como Renfe, con más de 80 años de historia, hemos trabajado para que el conjunto de la organización entendiera y evolucionara hacia este objetivo. Por eso, tuvimos que poner sobre la mesa el innovador concepto de *Mobility as a Service* y adaptar nuestra oferta tradicional a una oferta integrada de viajes puerta a puerta, cubriendo los desplazamientos de primera y última milla. Es una idea disruptiva, porque el ferrocarril es un medio de transporte rígido que requiere de una gran infraestructura y que, además, no llega a todas partes, pero queríamos ofrecer al ciudadano todas las opciones de movilidad disponibles en cualquier territorio.

> **"Para Renfe, el ferrocarril del siglo XXI tiene que ir puerta a puerta, y eso no es posible solo sobre raíles."**

Y por otra parte, hemos trabajado en un reto derivado de la envergadura del proyecto que se desea desarrollar. dōcō es un proyecto muy innovador que no existía y su desarrollo ha seguido un proceso muy importante de análisis de las alternativas organizativas y tecnológicas para diseñar y recoger las necesidades de la plataforma y, a su vez, para lanzar la licitación. Esta licitación ha sido absolutamente novedosa en las contrataciones públicas, ya que está basada en un modelo que hace corresponsables de los resultados a los licitadores. Para ello tenemos dos *partners*, NTT Data y Siemens Mobility, que no son simplemente contratistas, sino que son corresponsables en el desarrollo y evolución de la plataforma.

¿Qué va a aportar dōcō al mercado de la movilidad en España, tanto en entornos urbanos como rurales?

dōcō nace como una plataforma que ayuda a impulsar diferentes compromisos del Gobierno de España, como la Agenda 2030 y la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada; también el Reto Demográfico, al dar equilibrio territorial y capilaridad a la red de transporte en las áreas de baja densidad.

dōcō quiere hacer llegar servicios de movilidad al conjunto del país apostando por la igualdad, la integración, la accesibilidad, la inclusividad y la sencillez. Adaptándose, lógicamente, a las diferentes especificidades territoriales.

Renfe ha estado tradicionalmente ligada al transporte ferroviario y ahora amplía el foco hacia otros modos

de transporte, e incluso a la competencia. ¿Está Renfe con dōcō ante un cambio en la filosofía de la empresa?

dōcō se define como una plataforma de movilidad de carácter inclusivo, abierto y en coordinación con todos los actores del ecosistema de la movilidad, desde los operadores de transporte colectivo hasta los servicios de micromovilidad. Evidentemente, Renfe no puede trabajar sola en este nuevo escenario. Es imprescindible la cooperación entre el sector privado y el sector público, hay que establecer alianzas incluso con otros operadores ferroviarios, porque, como siempre hemos mantenido en Renfe, la liberalización es un éxito si conseguimos atraer más usuarios al tren.

Por este motivo, desde Renfe también hemos invitado a los nuevos operadores ferroviarios a integrarse en dōcō para ofrecer sus servicios tanto a nivel informacional como transaccional, incluyendo el pago como un operador más, siguiendo un modelo de gobierno basado en la neutralidad. En este sentido, Renfe muestra su carácter equitativo e inclusivo, ofreciendo al cliente la opción que mejor se adapte a las necesidades según sus preferencias. Siempre con la voluntad de ofrecer a los ciudadanos llegar a cualquier lugar

> **“dōcō es una plataforma abierta, integradora de todos los modos de transporte, neutral, inclusiva, transparente y sostenible.”**

mostrando todos los servicios de movilidad disponibles, tanto los transportes convencionales como los nuevos servicios de micromovilidad. Y en este contexto nace dōcō: abierta, integradora de todos los modos de transporte, neutral, inclusiva, transparente y sostenible.

La clave del éxito de dōcō se basa en la colaboración con el mayor número de operadores y plataformas de

> “No habríamos podido lanzar dōcō al mercado sin la colaboración de los principales agentes de la movilidad, públicos y privados.”

transporte posibles, para multiplicar las opciones de movilidad. ¿Qué respuesta han obtenido hasta ahora de esos operadores?

Como comentaba anteriormente, no habríamos podido lanzar dōcō al mercado sin la colaboración de los principales agentes del sector de la movilidad, públicos y privados. dōcō es la primera plataforma de movilidad integrada que se lanza en España con la vocación de cohesionar el conjunto del territorio de nuestro país. Por tanto, la perspectiva de formar parte de este cambio en la movilidad de nuestros ciudadanos y el objetivo de mejorar el sistema en su conjunto han resultado desde un primer momento muy atractivos. La tarea no es fácil, porque comporta una inmensa complejidad en las negociaciones con otros operadores a nivel tecnológico. Nosotros hemos hecho un llamamiento de integración, pero, lógicamente, los p*artners* debían estar digital y tecnológicamente preparados.

El proyecto era viable y tenía sentido con el primer operador de servicios de movilidad que se sumara a esta iniciativa, pero el éxito es contar, en una primera fase del proyecto, con la oferta de servicios de Renfe Viajeros, Bolt, Cooltra, Karhoo, Movitaxi y Reby. El éxito es estar en conversaciones con muchos más y, además, con otros operadores ferroviarios en España. Porque todos están llamados a formar parte de dōcō, para ofrecer a los usuarios la mayor oferta de transportes posible, y aspira a incluir a todos los operadores de transporte convencional para hacer de la intermodalidad una realidad.

> “Desde Renfe hemos invitado a los nuevos operadores ferroviarios a integrarse en la plataforma.”

¿Cómo contribuirá dōcō a favorecer la sostenibilidad y reducir la huella de carbono en el transporte?

La emergencia climática pone de manifiesto la necesidad urgente de modificar nuestros hábitos y reducir las emisiones de CO_2. El marco normativo y las directrices europeas así lo exigen. Además, la población está cada vez más concienciada y concibe la sostenibilidad y el compromiso con el medio ambiente como parte inseparable e imprescindible de todo lo que consumen o usan.

En este contexto, y siendo el sector transporte una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero –el 29 %–, el tren, como modo de transporte más sostenible, debe vertebrar y liderar la nueva movilidad en España y Europa. No se trata de eliminar totalmente el coche o el avión, sino de resituar su papel en el conjunto de la movilidad. dōcō permitirá calcular cuál es el impacto de cada viaje en el medio ambiente mediante la huella de carbono, ofrecerá todas las combinaciones posibles, las más económicas también, por supuesto.

dōcō es una nueva manera de concebir la movilidad, un cambio completo de pautas y costumbres, un instrumento facilitador y cohesionador que, además, está comprometido con el desafío de garantizar la viabilidad y la estabilidad del conjunto del sistema de la movilidad.

En noviembre se lanzó el producto mínimo viable. ¿Cuáles son las próximas fases del proyecto?

En la primera fase salimos en todos aquellos lugares del territorio nacional en los que operan los servicios de Renfe, complementando con servicios de taxi hasta 40 kilómetros de cada estación. Y partiendo de la capilaridad que ofrece el tren a nivel nacional, sumamos la integración de otros servicios de movilidad, como taxis, VTC, motos y patinetes eléctricos.

En 2023 esperamos seguir integrando más servicios de transporte, tanto operadores públicos como privados, para ofrecer un servicio más completo a los ciudadanos. Y en una fase más avanzada, dōcō propone incorporar en paralelo acuerdos con operadores de movilidad y con proveedores de servicios adicionales de restauración, ocio, cultura y turismo. A partir de aquí, seguiremos trabajando durante los próximos cuatro años. Todo ello para que dōcō se convierta en una plataforma de valor para la ciudadanía. ■

RENFE, UNA DE LAS EMPRESAS MÁS SOSTENIBLES DEL PLANETA

Viaja como Piensas

transporte sostenible

renfe

ÍNDICE

Una Propuesta de Clasificación de Carreteras Inteligentes

Fuente: PIARC

La Dirección General de Carreteras de Mitma (DGC), consciente de los requerimientos que los vehículos más o menos automatizados y la sociedad ejercerán sobre las carreteras, se decidió a impulsar en el seno de la Asociación Mundial de la Carretera, PIARC, un proyecto especial internacional para poder clasificar las carreteras. Se añadió el calificativo de inteligentes para significar así la estrecha relación entre los vehículos" inteligentes" y una vía que debe serlo también para poder establecer una genuina comunicación entre ellos. María del Carmen Picón, encargada de relaciones internacionales de Mitma, con el apoyo de Javier Herrero, director general de la DGC y a la sazón primer delegado español ante PIARC, consiguieron involucrar a la propia Asociación y a otros países como Bélgica, Canadá-Quebec y Estados Unidos en ese proyecto para su financiación. Se sentaron las bases para el concurso, y se hizo una convocatoria internacional. Simultáneamente se constituyó un comité de supervisión liderado por un representante español de la DGC, del que formaban parte además representantes de PIARC, Francia, Canadá, Italia, Reino Unido y España. Hay que señalar el interés que suscitó en España, pues en ese comité también había cualificados miembros de la Dirección General de Tráfico, de la Secretaría General de Infraestructuras de Mitma y de la empresa ETRA. Al concurso se presentaron siete propuestas, de las que tres eran españolas, lo que denota el enorme interés que nuestro país tiene en estar posicionado en un lugar preferente cara al futuro. Aunque todas las propuestas presentaron una calidad excelente, fue la de la Universitat Politècnica de València (UPV) la que obtuvo mejor puntuación.

En el artículo se presenta el trabajo de una forma muy racional y con bases muy sólidas que se apoyan en las tecnologías ya disponibles y en otras que con mucha probabilidad podrán utilizarse en el futuro. De esa forma se contribuye a despejar, en gran medida, muchas de las incertidumbres actuales. Tanto es así, que sin duda servirá a muchas administraciones u operadores de carreteras a posicionarse ante esas dudas que ya hoy plantea el futuro. Además, se ha tenido muy en cuenta su posible utilización por todo tipo de administraciones de carreteras, teniendo siempre muy presentes a los países denominados de medios y bajos ingresos.

El proyecto fue realizado por un equipo de la UPV: Alfredo García, F. Javier Camacho-Torregrosa, David Llopis-Castelló, Jose F. Monserrat, con el seguimiento del equipo de supervisión mencionado. El soporte de Charo Cornejo, directora técnica de la DGC, ha sido crucial para la culminación del proyecto que puede encontrarse en https://www.piarc.org/en/order-library/36443-en-Smart%20Roads%20Classification

- **Texto: Óscar Gutiérrez-Bolívar,**
  DGC, Mitma
  Alfredo García,
  Catedrático de Ingeniería de Carreteras, UPV

Introducción

Nos encontramos en el inicio de un nuevo sistema de transporte por carretera en el que la infraestructura física seguirá siendo el soporte necesario, pero perdiendo relevancia, y son los nuevos vehículos automatizados y conectados (CAV) los que van a ofrecer progresivamente unas prestaciones muy avanzadas. Para lograrlo, no solo se precisa un despliegue de infraestructura digital y de instalaciones para facilitar la conectividad entre los vehículos y con la infraestructura, sino que van a hacer falta ciertas adaptaciones y mejoras de la parte física, incluyendo su completa digitalización, para que se puedan aprovechar al máximo las ventajas operativas de los nuevos vehículos, sobre todo de seguridad. Además, aparece la necesidad de desarrollar instalaciones que permitan la recarga eléctrica de los nuevos vehículos. Finalmente, los usuarios vulnerables pasarán a desempeñar un papel importante para facilitar su movilidad y, sobre todo, su seguridad.

Se gestionará mucha información relacionada con el estado de las carreteras, la operación, el mantenimiento, etc. Es necesario recoger, procesar y compartir esta información con el resto de los agentes del sistema. Los proveedores de gestión de la información tendrán un papel muy importante, como servicios públicos y privados, incluso competitivos.

Todo este nuevo sistema se debería denominar carreteras inteligentes, para que quede clara la función imprescindible de la carretera, como infraestructura física y digital, que permita unos servicios avanzados para un transporte y movilidad que sea cooperativa, conectada, automatizada y sostenible.

Ante este nuevo sistema de carreteras inteligentes, aparecen muchos retos de investigación y tecnológicos, pero también de organización para su planificación, desarrollo y gestión. La Dirección General de Carreteras de Mitma (DGC) consideró estratégico promover un estudio para evaluar la necesidad de un sistema de clasificación de estas carreteras inteligentes y, para ello, a través de su director general, como Primer delegado de PIARC en España, elevó una propuesta a la Asociación Mundial de Carreteras para que este fuera el objeto de un nuevo Proyecto Especial, donde se podría contar con el patrocinio desde España.

Una vez aprobada la propuesta, PIARC sacó a concurso internacional el desarrollo de la misma y resultó adjudicatario un equipo de trabajo de la Universitat Politècnica de València (UPV), conformado por el Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras (GIIC), con el apoyo de un catedrático de telecomunicaciones, experto internacional en conectividad, especialmente en 5G.

En el desarrollo del Proyecto Especial hubo un seguimiento continuo de un equipo de supervisión internacional, liderado por Óscar Gutiérrez-Bolívar, en el que participaron también otros técnicos españoles de Mitma, de la DGT y de la empresa ETRA.

Necesidad de una clasificación de Carreteras Inteligentes

En la última década, los sistemas de clasificación de carreteras han evolucionado desde la movilidad y la accesibilidad, como únicos referentes, a la consideración de los diferentes tipos de usuarios de la carretera, los diversos contextos y la funcionalidad. Con el inicio de la circulación de los vehículos automatizados y conectados (CAV) y sus necesidades y capacidades, el fenómeno cambia hacia un sistema de carreteras inteligentes que exige la definición de nuevos criterios para clasificar nuestras carreteras.

Las capacidades de estos nuevos vehículos han sido sistematizadas por la Sociedad de Ingenieros de Automoción (SAE, 2021) a través de un sistema de clasificación que agrupa estas capacidades en seis niveles. En la actualidad, el índice de penetración en el mercado de los vehículos de nivel 2 de la SAE va en aumento, y están apareciendo los primeros vehículos de nivel 3. Según el Informe sobre vehículo autónomo y conectado de ANFAC (2022), el 62 % de la oferta de turismos se corresponde con un nivel de autonomía SAE 2 y un 23 % de turismos están equipados y disponibles para un nivel SAE 3, aunque todavía no se les permite hacerlo en España.

En este contexto, surgen tres grandes retos para el despliegue de los CAVs:

- Los problemas de seguridad debidos a la desconexión repentina del sistema de conducción automatizada (Figura 1). Un conductor probablemente desactivaría el sistema de automatización de la conducción en carreteras sinuosas, con muchas desconexiones que impiden una automatización fluida. En cambio, las autopistas pueden presentar una experiencia automatizada muy buena, pero una desconexión repentina puede tener graves consecuencias en un conductor distraído, al abandonar el carril de circulación mientras se demora en tomar el control.
- Dada la variedad de sistemas de automatización de la conducción, una determinada carac-

Figura 1. Representación esquemática en un cuadro digital de coche de la conexión (izquierda) y la desconexión (derecha) de un sistema de conducción automatizada. (Fuente: propia).

Figura 2: Simulación gráfica de mensaje sobre uso de la automatización (Fuente: VSI Labs).

terística de la carretera puede provocar una desconexión en algunos vehículos y no en otros. Por lo tanto, las carreteras no pueden clasificarse directamente según un único parámetro que represente la capacidad de acogida para la automatización.

- Falta información para los conductores sobre la automatización, es decir, los conductores están a veces mal informados sobre las capacidades de sus propios vehículos en el momento de la adquisición y no disponen de información específica a lo largo de sus recorridos sobre las zonas o tramos que no admiten el uso de la automatización (Figura 2).

Estas barreras no impedirían la automatización, pero sí ralentizarían su implantación. Los clientes pueden ser reacios a adquirir y, sobre todo, utilizar estas tecnologías si no ven ventajas relevantes, y más aún si perciben que puede haber problemas de seguridad.

Además del desarrollo de los vehículos automatizados, también se está impulsando el uso de la conectividad y el intercambio de información para mejorar aún más el funcionamiento y la seguridad del tráfico. La conectividad podría mejorar la automatización –cuando esté disponible– y la operación del tráfico, especialmente en las carreteras de gran volumen. Por lo tanto, la conducción automatizada y conectada va de la mano de diferentes objetivos políticos que varios países llevan años persiguiendo, la mayoría de ellos relacionados con la seguridad y la reducción de los accidentes mortales.

Teniendo en cuenta la variedad de carreteras, según su configuración y el estado de la infraestructura física, y las capacidades de conectividad que se aproximan,

algunos proyectos de investigación recientes han señalado la necesidad de explorar una Clasificación de Carreteras Inteligentes (CCI) que ayude a los usuarios y a los CAV a saber qué esperar de los diferentes tramos de la red [AASHTO, 2020; INFRAMIX, 2019]. Esta información debería abarcar desde segmentos de carretera que no admiten la automatización, hasta segmentos de carretera que podrán incluso tomar el control de miles de vehículos a la vez para optimizar la seguridad y el funcionamiento de forma cooperativa.

Por tanto, una CCI debe cumplir una serie de **objetivos**. El más importante es la **seguridad**. Una CCI debería aumentar los niveles de seguridad de la carretera, ya sea presentando una geometría, una señalización y unas condiciones del pavimento que eviten la mayor parte de las desconexiones, o compartiendo información detallada con los usuarios y los vehículos conectados.

Otros objetivos importantes son: un **lenguaje común** para facilitar la comunicación entre todas las partes interesadas; **sencillo**, para garantizar la comprensión por parte de los usuarios, tanto de los conductores como de los vehículos automatizados, a fin de generar **confianza en el usuario;** y **dinámico**, para reducir el nivel de carretera inteligente asignado cuando se produzcan variaciones repentinas en los factores ambientales y operativos.

Oportunidades y Retos

En el desarrollo del Proyecto, se lanzó un cuestionario para recabar las opiniones e ideas de los diferentes agentes involucrados de todo el mundo, resultando de forma destacada las siguientes oportunidades y retos:

Los **beneficios y oportunidades más importantes de una CCI** son:

- **Planificación eficiente de las inversiones en infraestructuras físicas y digitales.** Los niveles de carreteras inteligentes (NCI) deben basarse en la información física y digital de las carreteras. De este modo, las administraciones (AC) y operadores (OC) de carreteras podrían comparar sus redes de carreteras con los criterios propuestos para cada nivel y así identificar las inversiones más rentables para el despliegue de los CAV. Varios investigadores han señalado que la infraestructura vial debería adaptarse a las capacidades reales de los CAV existentes, lo que daría lugar a un despliegue más rápido y seguro de los CAV. Una CCI podría evitar inversiones innecesarias planificando adecuadamente su asignación.
- **Identificación de las limitaciones de los CAVs**. Los fabricantes de vehículos (OEMs) están mejorando continuamente los sistemas de automatización de la conducción, pero sus esfuerzos van en muchas direcciones diferentes. Una CCI ayudaría a los OEMs a dirigir sus esfuerzos en función de los umbrales asociados a cada NCI.
- **Indicaciones claras y sencillas para los usuarios**. Una CCI presentaría mensajes claros a los usuarios, explicando lo que pueden esperar de cada tramo de carretera en relación con la automatización y la conectividad, y facilitando el uso seguro de los sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS).

Los **retos y barreras más destacables de una CCI** son los siguientes:

- **Falta de coordinación entre las partes interesadas**. Son muchas las partes interesadas que están implicadas en el proceso (AC, OC, OEM, usuarios, etc.) y deben llegar a diferentes acuerdos a medida que los CAVs –especialmente los niveles más altos de SAE– se introducen en el mercado.
- **Incertidumbre**. Todavía hay demasiadas incertidumbres en varios aspectos, como la evolución de las tecnologías de automatización o qué información debe proporcionarse a los usuarios y cómo.
- **Heterogeneidad entre países**. Las nuevas guías y normas relacionadas con la carretera deberían incluir los requisitos establecidos por la CCI, pero la adaptación a los nuevos requisitos debe realizarse gradualmente teniendo en cuenta las normativas nacionales/regionales anteriores. Compartir experiencias y mejores prácticas puede ayudar a minimizar el diferente nivel de adopción entre administraciones y países.
- **Costes**. Se espera que se despliegue una amplia infraestructura digital. Independientemente de cómo se lleve a cabo, implicará costes significativos que aún están por determinar y estudiar su repercusión en los agentes implicados, así como la distribución de estos.

Viabilidad

Tras determinar que una CCI sería necesaria y útil para una incorporación más rápida y segura de los CAVs y para orientar mejor las inversiones en las carreteras, a continuación, se presentan los niveles de carretera inteligente propuestos. Previamente, se describen las distintas partes interesadas en el nuevo sistema y los posibles escenarios futuros que se pueden dar.

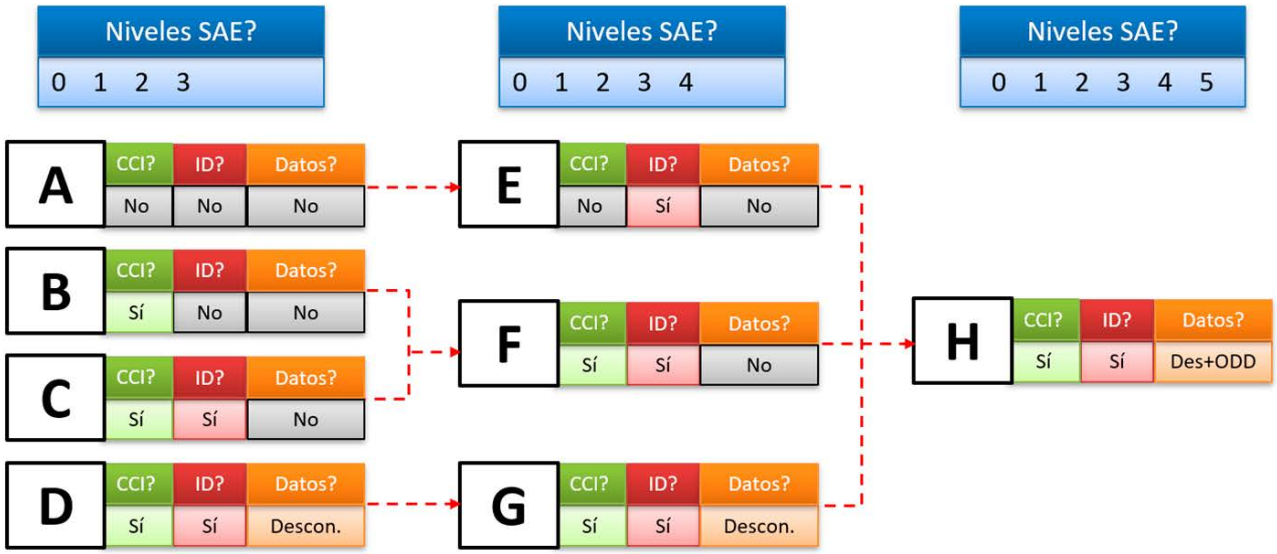


Figura 3: Interacción entre los distintos escenarios.

Partes Interesadas Involucradas

Los principales actores que intervienen en la gestión de las carreteras inteligentes con tráfico mixto, en el que coexisten vehículos convencionales y CAVs, son:

- Administraciones de Carreteras (AC). Son las propietarias de la infraestructura vial y suelen encargarse de la planificación e inversión de nuevos desarrollos viarios, aunque en la mayoría de sus carreteras llevan a cabo la gestión de las mismas.
- Operadores de Carreteras (OC). Supervisan la gestión del tráfico y la seguridad, asegurando unas condiciones adecuadas para los usuarios, encargándose de su mantenimiento.
- Industria de Automoción (OEM). Tanto los fabricantes de automóviles como sus proveedores (TIER1) se esfuerzan por extender las capacidades de los CAV.
- Operadores de Telefonía Móvil (MNO). Estos actores son los proveedores de la conectividad celular inalámbrica.
- Usuarios. Son los agentes más importantes, ya que van a interactuar a lo largo de las infraestructuras de carreteras con ellas y sus vehículos.
- Proveedores de Gestión de la Información (IMP). Recogerán, procesarán y compartirán la información relacionada con la carretera una vez que la infraestructura digital esté disponible y los vehículos conectados sean una realidad.

Escenarios

La elevada incertidumbre asociada al despliegue progresivo de este fenómeno puede agruparse en cuatro factores diferentes:

- Aplicación de la CCI (sí/no). Este factor indica si existe un sistema de Clasificación de Carreteras Inteligentes y, en su caso, si se aplica.
- Niveles SAE en el mercado (niveles 0 a 5). Este factor indica con qué niveles SAE operan los vehículos en la red de carreteras.
- Infraestructura digital (ID) (sí/no). Este factor se refiere a si existe una infraestructura digital y está disponible en toda o parte de la red de carreteras.
- Existencia de datos sobre desconexiones y Dominios de Diseño Operativo (ODD, *Operational Design Domain*) [BSI, 2020] (no/solo desconexiones/desconexiones y ODD). Esta información sería útil para que las ACs y los OCs sepan qué partes de las infraestructuras deben recibir atención en cuanto a la capacidad de acogida de la automatización.

A partir de la combinación de estos factores, se definieron un total de ocho escenarios (Figura 3).

- El escenario A representa un futuro muy cercano a la situación actual. Existen vehículos hasta nivel SAE 3, no existe una CCI, no se dispone de una infraestructura digital y los datos de desconexión no están disponibles públicamente. Los vehículos de nivel SAE 2 presentan desconexiones, mientras que los de nivel 3 presentan solicitudes de toma de control con un margen de tiempo incierto. Los conductores no tendrían información alguna sobre dónde activar o desactivar sus sistemas de automatización.

- El escenario B añade una CCI al escenario A que debería centrarse en recomendar a los conductores dónde activar o desactivar sus sistemas de automatización de la conducción. Dada la variedad de CAVs, estas indicaciones deberían establecerse de forma prudente, es decir, indicando claramente los segmentos de carretera que podrían ser recorridos de forma automatizada por muy pocos vehículos (nivel rojo), o por la mayoría de los vehículos (nivel naranja).
- El escenario C añade una infraestructura digital al escenario B. Esto no significa que todos los segmentos de carretera deban presentar soporte de conectividad, sino que algunos segmentos de carretera pueden tenerlo. Los segmentos viarios que sí la tengan habilitada podrían compartir información valiosa con los vehículos de nivel SAE 3, que podrían utilizarla para prever mejor las desconexiones e incluso evitar algunas de ellas. Por tanto, una CCI debe presentar un nivel específico para los segmentos de carretera con esta característica y que físicamente pueden soportar la automatización (nivel amarillo).
- El escenario D es muy similar al escenario C, pero con información pública sobre las desconexiones proporcionada por los OEMs. Las administraciones de carreteras se beneficiarían de estos datos de desconexión en tiempo real, detectando rápidamente las zonas con un aumento repentino de desconexiones.
- El escenario E es la evolución natural del escenario A. En este caso, los vehículos de nivel SAE 4 son ya una realidad y se dispone de una infraestructura digital, pero no existe una CCI. La información digital proporcionada a los vehículos les ayudaría a prever y evitar algunas desconexiones. Los vehículos de nivel SAE 2 y 3 no conectados seguirían presentando las mismas limitaciones que en el escenario A. Por su parte, los vehículos de nivel SAE 4 podrían no beneficiarse plenamente de sus capacidades, ya que podrían no saber cuándo están saliendo de zonas compatibles con su ODD.
- El escenario F es la evolución natural de los escenarios B y C. En comparación con el escenario E, añade la existencia de una CCI. La existencia de una CCI es especialmente importante en el caso de los vehículos de nivel SAE 4, ya que no pueden presentar desconexiones dentro de sus zonas compatibles con la ODD. Por lo tanto, los segmentos de carretera con muy buenas propiedades físicas y características de conectividad podrían ser etiquetados con un nuevo cuarto NCI (nivel verde). Este nivel indica que un conductor de un vehículo de nivel SAE 4 puede ceder totalmente el control al vehículo, mientras que los conductores de niveles SAE inferiores experimentarían muy pocas desconexiones. Los anteriores niveles de carretera inteligente coexistirían en otras zonas con peores propiedades físicas. Para mejorar el rendimiento del tráfico cuando los vehículos de nivel SAE 4 se generalicen, se sugiere un nuevo quinto nivel de carretera inteligente (nivel azul) que admita la conducción cooperativa, para indicar qué infraestructuras viales son exclusivas para los CAVs.
- El escenario G es similar al escenario F, añadiendo datos de desconexión en tiempo real. Al igual que el escenario D, esta información no requiere nuevos NCIs, pero añade la posibilidad de una gestión en tiempo real por parte de las ACs y los OCs.
- El escenario H es un escenario a largo plazo, en el que los vehículos de nivel SAE 5 también estarían disponibles. Los vehículos de nivel SAE 4 seguirían siendo una mayoría, y podrían existir niveles inferiores, pero no serían comunes. La información digital está disponible en casi toda la red de carreteras. Se considera necesario una CCI para determinar dónde la circulación está solo restringida a CAVs (es decir, nivel azul). Los NCIs más bajos pueden no ser necesarios en entornos rurales, dados los extensos ODD previstos.

Propuesta de Clasificación (CCI)

Teniendo en cuenta los escenarios anteriores, se propuso una CCI basada en cinco niveles:

- Segmentos de Carretera Humana (HU). Estos tramos de carretera no admiten la automatización.
- Segmentos de Carretera Asistida (AS). Estos tramos de carretera presentan un apoyo parcial a la automatización, con un número notablemente menor de desconexiones que en los tramos de carretera HU.
- Segmentos de Carretera Automatizada (AT). Estos segmentos de carretera presentan características físicas similares a los segmentos de carretera AS, pero también presentan capacidades de conectividad que podrían ayudar a los vehículos conectados a prevenir y evitar desconexiones, alertando al conductor con antelación suficiente.
- Segmentos de Carretera Totalmente Automatizada (FA). Estos

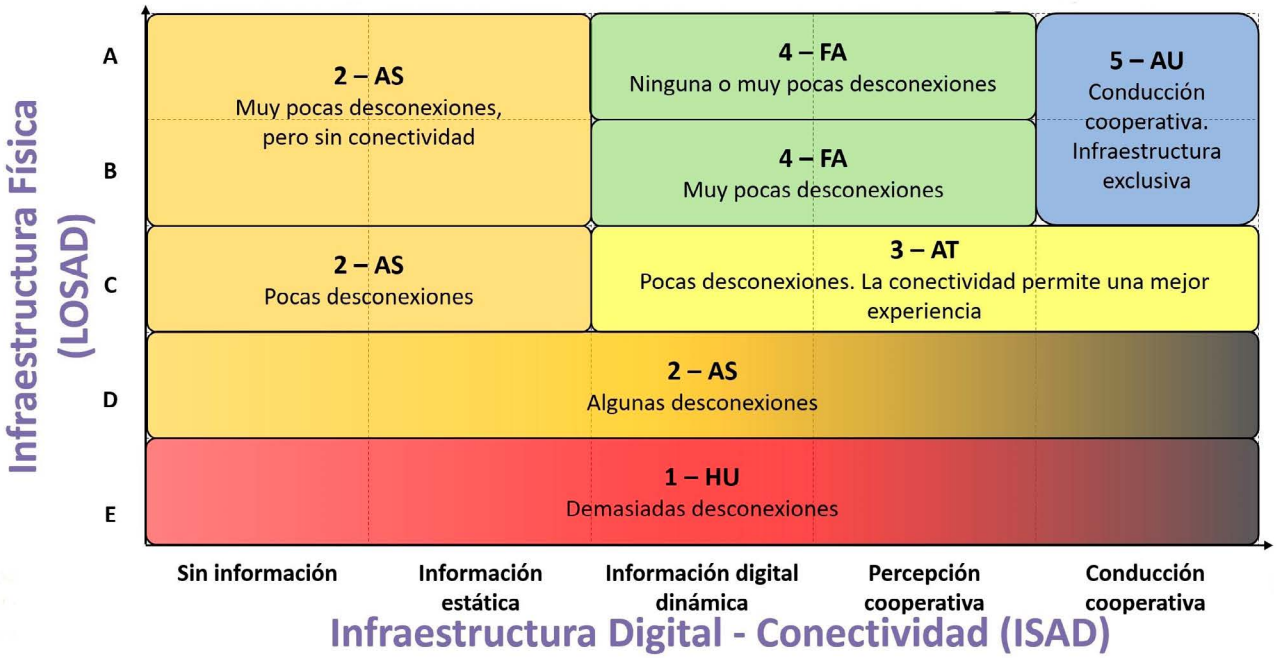


Figura 4: Determinación del NCI en función del LOSAD e ISAD.

segmentos de carretera presentan una compatibilidad total con los vehículos de nivel SAE 4 y una buena capacidad de conectividad.

- Segmentos de Carretera Autónoma (AU). Estos segmentos de carretera presentan una compatibilidad total con los vehículos de nivel SAE 4 y una capacidad de conectividad excepcional. Su uso está restringido a vehículos de nivel SAE 4 y 5, pudiendo ser carriles dedicados.

Las administraciones de carreteras deben establecer qué propiedades y umbrales deben considerarse para cada NCI. Para ello, se han propuesto dos indicadores: Nivel de Servicio para la Conducción Automatizada (*Level of Service for Automated Drivin*g, LOSAD) y Soporte de la Infraestructura para la Conducción Automatizada (*Infrastructure Support for Automated Driving*, ISAD). El primero representa cuán preparado está un segmento de carretera para soportar la automatización desde el punto de vista de la infraestructura física, mientras que el segundo se centra en el soporte de la conectividad teniendo en cuanta la infraestructura digital. Así, la CCI podría determinarse combinándolos como se muestra en la figura 4.

Como se observa en la figura, no tendría sentido un despliegue de infraestructura digital avanzada que permita una percepción o conducción cooperativa en tramos correspondientes a segmentos de carretera humana o asistida. Luego, antes de acometer el desarrollo de infraestructura digital extensiva, habría que acondicionar la infraestructura física para que su capacidad de acogida de la automatización sea alta, es decir, se presenten pocas o muy pocas desconexiones.

Recomendaciones para la Implementación de una CCI

La viabilidad de un sistema de Clasificación de Carreteras Inteligentes se debatió mediante un cuestionario online internacional y el desarrollo de dos *webinars*, uno de ellos solo en España. A continuación, se recogen las aportaciones más importantes sobre las propuestas de despliegue del sistema para las diferentes partes interesadas.

Administraciones y Operadores de Carreteras

Las ACs y los OCs deberían definir una señalización física (o de mensaje variable) clara para identificar los segmentos de carretera HU y AS (de manera informativa, no obligatoria). La señalización de los segmentos de carretera HU debería ser prioritaria, indicando a los conductores cuándo se desaconseja claramente la conducción automatizada. Un segundo paso podría ser identificar los segmentos de carretera AS, es decir, qué segmentos de carretera presentan características físicas que permiten la automatización en la mayoría de los vehículos de nivel SAE 2 existentes. Una vez que se disponga de la infraestructura di-

gital, podrían identificarse también los segmentos de carretera AT.

Estas medidas deberían ir acompañadas de campañas de información y educación a los conductores y otros usuarios. Además, el desarrollo de pruebas piloto se considera un factor clave, ya que pueden utilizarse para comprobar las capacidades de los CAV en condiciones reales.

Industria de Automoción

Una cuestión clave que hay que abordar es cómo implicar a la industria del automóvil en el desarrollo y la aplicación de la CCI, ya que su colaboración en el Proyecto Especial fue claramente escasa.

Operadores de Telefonía Móvil (MNOs)

Estas partes interesadas deberían participar en la aplicación de una CCI mediante pruebas piloto centradas en las carreteras principales.

Usuarios

Los usuarios deben estar informados sobre las capacidades de sus vehículos, recibir información clara y sencilla sobre los NCIs y poder conocer las propiedades inteligentes de los tramos de carretera que vayan recorriendo, para así ganar en credibilidad y seguridad.

Proveedores de Gestión de la Información

Estos agentes recopilarán, procesarán y compartirán la información con todas las demás partes interesadas. La comunicación con las ACs y los OCs debe ser muy directa, dado el intercambio masivo necesario de datos para una red de carreteras. ■

Referencias

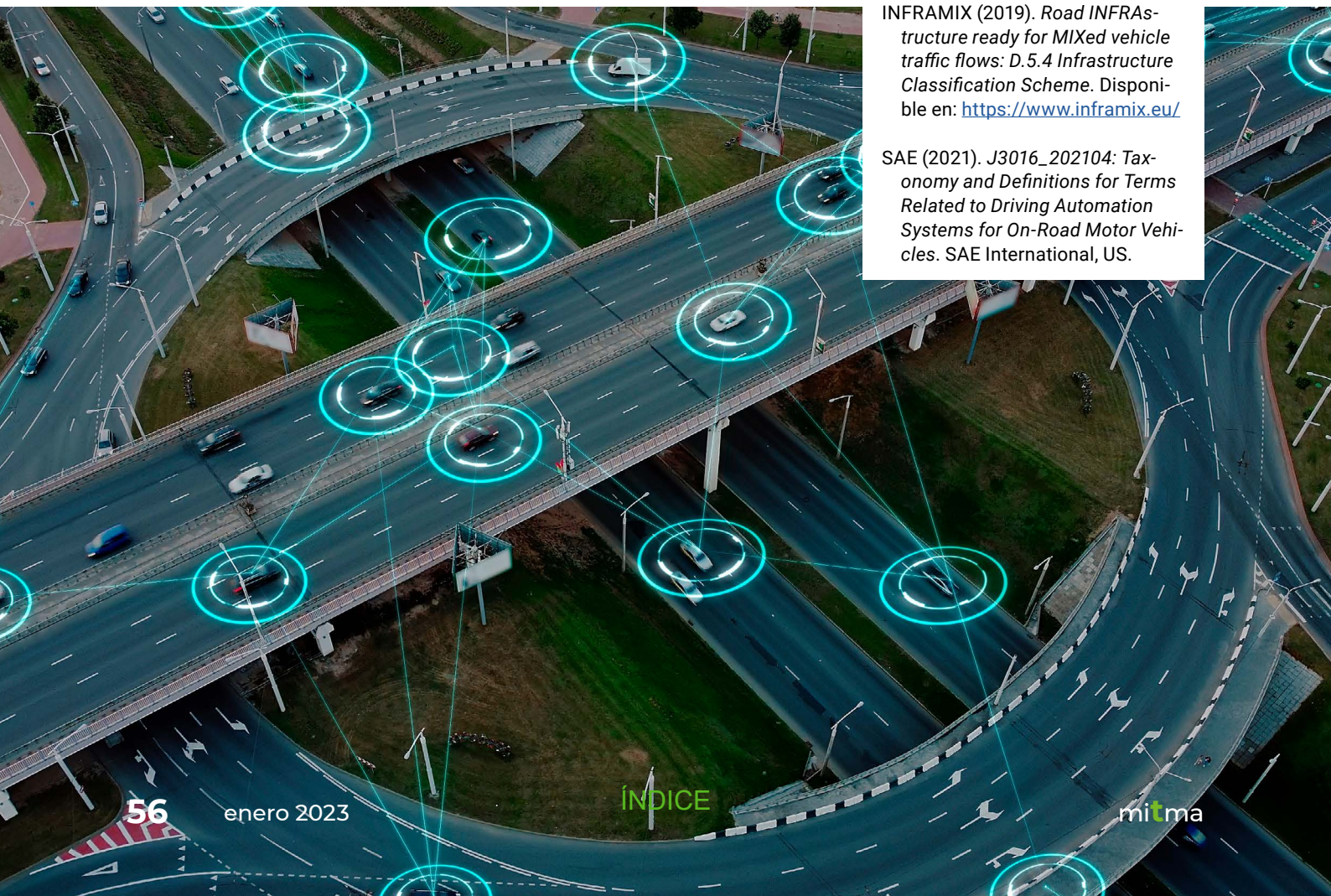
AASHTO (2020). *Connected Roadway Classification System*. NCHRP Project 20-24, Task 112, National Cooperative Highway Research Program, 2020. Disponible en: https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/nchrp/docs/20-24112CRCSDevelopmentPreliminaryFinalContractorsReport.pdf

ANFAC (2022). *Informe sobre vehículo autónomo y conectado*. 1ª Edición. Disponible en: https://anfac.com/wp-content/uploads/2022/06/Informe-sobre-Vehiculo-Autonomo-y-Conectado-2022.pdf

BSI (2020). *PAS 1883:2020, Operational Design Domain (ODD) taxonomy for an automated driving system (ADS) – Specification*. British Standards Institution. Disponible en: https://www.bsigroup.com/globalassets/localfiles/en-gb/cav/pas1883.pdf

INFRAMIX (2019). *Road INFRAstructure ready for MIXed vehicle traffic flows: D.5.4 Infrastructure Classification Scheme*. Disponible en: https://www.inframix.eu/

SAE (2021). *J3016_202104: Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles*. SAE International, US.



RUMBO COMPARTIDO

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

ÍNDICE

Puertos del Estado

La gestión del estrés: un elemento clave en seguridad aérea

- **Texto: Guadalupe Cortés Obrero,** Copresidenta del Subgrupo de EUROCONTROL de Factores Humanos en Seguridad y responsable del Programa CISM de ENAIRE

ENAIRE, gestor nacional de navegación aérea, continúa avanzando en seguridad aérea, y particularmente, en el ámbito de la gestión del estrés en el control de tránsito aéreo. Un importante paso más en esta línea es el congreso, celebrado el pasado mes de octubre en el Palacio de Zurbano en Madrid, organizado por EUROCONTROL como organización europea para la seguridad de navegación aérea, la Red Europea de CISM y ENAIRE. Este encuentro, de gran relevancia internacional, e inaugurado por Ángel Luis Arias en calidad de director general de ENAIRE, contó con representación de EUROCONTROL, de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), así como con expertos de Australia, Austria, Estados Unidos, Irlanda, Grecia, Polonia, Reino Unido, Suecia y España.

El congreso abordó la gestión del estrés por incidentes críticos (CISM, en sus siglas en inglés), y contó con expertos internacionales de reconocido prestigio, quienes, durante dos días, profundizaron en la salud mental y las prácticas organizacionales en materia de gestión del estrés por incidentes críticos. En general, los integrantes de colectivos profesionales específicos, como servicios de emergencias, pilotos o controladores aéreos están mejor preparados para gestionar situaciones inusuales, debido a su experiencia y formación. Sin embargo, hay sucesos que van más allá de la propia experiencia profesional, que pueden ser potencialmente traumáticos, y que se definen como incidentes críticos. Un incidente crítico es cualquier situación, tanto profesional como personal, que sucede de forma repentina o inesperadamente y que tiene el potencial de crear reacciones muy altas de estrés que pueden manifestarse de diversas formas, afectando a los profesionales en el desempeño de su trabajo. En definitiva, son reacciones normales, ante eventos inusuales.

Un Programa CISM o de gestión de estrés por incidentes críticos describe el conjunto de medidas y estrategias para gestionar las reacciones de estrés y prevenir el daño psicológico asociado a los eventos inusuales y estresantes, para garantizar el bienestar de los profesionales con un alto grado de estrés, como son os controladores de tránsito aéreo. Es un proceso de ayuda a corto plazo cuyo objetivo es fomentar la resiliencia natural a través de la estabilización y la reducción de síntomas para volver al funcionamiento normal, o bien la facilitación a una atención más especializada. En ENAIRE, esta ayuda consiste en un programa de atención al personal de control en el que otro controlador o controladora, denominado PEER en sus siglas en ingles (par o igual), tras haber recibido una formación específica y certificada, ofrece una asistencia estructurada, totalmente voluntaria y confidencial, para mitigar reacciones normales ante un incidente crítico. Este tipo de programas permite que el personal de control aéreo mantenga su capacidad para seguir desempeñando su función principal de separar las aeronaves y velar por su seguridad de manera eficaz y eficiente, sin detrimento de su propia salud psicológica.

Guadalupe Cortés, responsable del programa CISM de ENAIRE, controladora aérea y copresidenta del Subgrupo de EUROCONTROL de Factores Humanos en Segu-

ridad, abrió el evento con una presentación sobre los principales estresores de los controladores aéreos, destacando la importancia de la resiliencia humana en relación con la gestión del estrés. La resiliencia permite a los seres humanos adaptarse satisfactoriamente a situaciones adversas con un componente muy alto de estrés y es una cualidad que puede entrenarse a lo largo de la vida. Precisamente, las personas con mayor capacidad de resiliencia comparten características comunes, ya que tienen la habilidad de generar nuevas perspectivas de pensamiento para afrontar sus problemas, así como la capacidad de asumir la responsabilidad de sus acciones, una mayor tenacidad, fuertes vínculos sociales y familiares, honestidad e integridad, una mayor autodisciplina y autocontrol y un mayor optimismo, lo que les hace ser más perseverantes y resistentes.

Steven Shorrock, psicólogo experto en Factores Humanos de EUROCONTROL y editor de la revista *Hindsight*, puso de manifiesto que cada año, 7,7 millones de personas en la Unión Europea se ven afectadas por trastorno de estrés postraumático (PTSD), ocasionando un coste sanitario y de pérdida de productividad entorno a los 9385 millones de euros. Shorrock contó en primera persona qué ocurre cuando te diagnostican PTSD, cómo afecta a tu vida personal y profesional y subrayó la importancia de cuidar nuestra salud mental: conociendo nuestros puntos fuertes y débiles, identificando las necesidades para poder priorizarlas, así como la importancia de un plan integral incluyendo ejercicio físico, relaciones sociales y familiares, psicoterapia y apoyo de los programas CISM o meditación, entre otras estrategias.

Desde su experiencia y como pioneros en CISM en sus diversos ámbitos, Per Hassling, del Servicio de Bomberos y Rescate de Goteburgo en Suecia, Jóhann Wium Magnússon, de la sección de medicina en aviación de la OACI, John Durkin, presidente de la Red Europea CISM, Oliver Barbour, director de SafeHaven CISM de Irlanda,y la doctora Shiri Spector de Reino Unido, compartieron buenas prácticas con el fin de ayudar a la comunidad internacional. En el sector de la aviación, Katarzyna Olszewska, psicóloga y Konrad Walicki, controlador aéreo, ambos expertos CISM de PANSA (proveedor de navegación aérea polaco), narraron en primera persona el impacto de la guerra de Ucrania en su país, al compartir frontera, y cómo esas difíciles situaciones también tuvieron un impacto en los propios controladores aéreos y en su equipo CISM, quienes desde el principio ayudaron a los controladores aéreos del país vecino. Michaela Schwarz, en calidad de psicóloga aeronáutica, recordó como el trágico y deliberado accidente de Germanwings supuso un

antes y un después en la asistencia a pilotos con programas de ayuda, control de sustancias y seguimiento de situaciones postraumáticas. Ilias Tstsios, instructor de vuelo, piloto de pruebas y especialista en Factores Humanos, explicó los mecanismos del estrés y su impacto en los profesionales de aviación, así como Martin Maurino de OACI, destacó la necesidad de abordar el bienestar y la salud mental de todo el personal de cabina, además de los pilotos.

El doctor George S. Everly puso el broche de oro al Congreso como cofundador de la Fundación Internacional de Gestión de Estrés por Incidentes Críticos y profesor de psiquiatría de la Escuela de Medicina Johns Hopkins, así como de la Universidad de Loyola, en Estados Unidos. Everly, como pieza clave en la investigación científica en los programas CISM y su posterior implantación y divulgación a nivel mundial ha liderado multitud de proyectos científicos en salud mental y, en particular, en el ámbito CISM, estudiando el estrés y la resiliencia humana durante más de cuatro décadas. Desde su profundo conocimiento en la materia, subrayó la importancia de generar "inmunidad" en las personas ante el estrés excesivo o distrés, además de la intervención tras un incidente crítico, con el fin de asegurar que los programas CISM se afiancen en el "antes, durante y después de un incidente crítico".

Programas CISM en control aéreo: antecedentes históricos

En 1987 el proveedor de control de tránsito aéreo canadiense ya había establecido un programa específico CISM con modelo PEER, como medida de intervención de crisis, resultando providencial en su apoyo a sus colegas estadounidenses tras el accidente de la ciudad de Sioux en 1989, donde un DC10 explotó en la pista tras un aterrizaje de emergencia, en presencia de todo el personal del aeropuerto, entre los que se encontraban también los controladores aéreos. A pesar de la buena gestión de equipo de la tripulación, consiguiendo salvar más de 180 vidas, las consecuencias para la salud de todos los profesionales que participaron o fueron testigos de la tragedia, fueron demoledoras, poniendo el foco en la necesidad de cuidar la salud mental tras un evento de estas características. De hecho, este accidente impulsó también la gestión de estrés por incidente crítico fuera del ámbito de control aéreo, y seguidamente, se creó la Fundación para la Gestión de Incidentes Críticos (ICISF, en sus siglas en inglés), con el fin de promover una red de intercambio de buenas prácticas y estandarizar la formación en el ámbito CISM.

La Gestión del Estrés por Incidente Crítico o CISM fue desarrollada por el Dr. Jeffrey Mitchell y el Dr. George S. Everly, en colaboración con la Universidad de

Maryland, desde una perspectiva científica, para abordar las reacciones por estrés asociadas a incidentes críticos de la forma más efectiva. En 1997 se comenzaron a implantar programas CISM entre los proveedores de servicios de navegación aérea europeos, cuya necesidad se vio impulsada por la colisión en vuelo sobre el Lago Constanza en 2002. En esa línea, EUROCONTROL publicó material guía para la implantación de un Programa CISM, e incorporó este tema de forma permanente en la agenda del Subgrupo de EUROCONTROL de Factores Humanos en Seguridad.

En la actualidad, el Programa CISM desarrollado por ICISF es el estándar adoptado por la mayoría de los proveedores de servicios de navegación aérea europeos, y es la base sobre la que se ha elaborado el material guía de EUROCONTROL para la implantación de un Programa CISM, así como el Programa CISM de ENAIRE. Además, desde 2007, CISM es un estándar reconocido a nivel mundial para gestión de crisis por la ONU.

Programa CISM de ENAIRE: liderando en Europa

El marco organizativo trazado por los diferentes planes estratégicos de ENAIRE (Plan de Vuelo 2020 y 2025), así como el normativo definido por el Reglamento de Ejecución (UE) 2017/373 han permitido desarrollar una hoja de ruta en materia de factores humanos, siendo la gestión de los riesgos de seguridad operacional asociados a estrés, y el Programa CISM en particular, líneas de actuación clave durante los próximos años. Esta visión estratégica es particularmente relevante en un contexto mundial tras la pandemia, marcado por la campaña liderada por la propia Organización Mundial de la Salud, que tiene como objetivo convertir la salud mental y el bienestar, en una prioridad global. En la actualidad, abordar la gestión del estrés subraya la importancia de la salud mental en la aviación, así como la necesidad de aumentar el grado de concienciación en las organizaciones para fomentar el bienestar de sus profesionales.

ENAIRE sigue trabajando intensamente y de forma continua en consolidar su programa CISM

y convertirlo en una referencia internacional. En esa línea hemos establecido unos estándares muy rigurosos, de acuerdo con la metodología avalada por la ICISF y EUROCONTROL, que incluyen procesos, protocolos, manuales actualizados, así como una formación especializada para todo el equipo CISM. Contamos con el compromiso de un equipo de más de 50 profesionales, disponible para prestar ayuda de forma voluntaria y desinteresada, 24 horas al día, todos los días del año.

El trabajo del equipo al completo es el que nos ha llevado a ser el centro de atención en la arena internacional y a liderar el Congreso CISM europeo de 2022, y a colaborar como expertos no solo con dos de los proveedores de navegación aérea líderes a nivel mundial, como son la FAA estadounidense o NATS en el Reino Unido, sino también con la Organización Internacional de Aviación Civil, para la de identificación de un conjunto de mejores prácticas en el sector que se publicará en 2023.

El sistema de navegación aérea es un sistema socio-técnico muy complejo, que opera en un entorno dinámico. De acuerdo con una visión contemporánea de la seguridad aérea, es precisamente la habilidad de las personas, para ajustar su rendimiento a las condiciones del entorno, lo que explica por qué los sistemas funcionan bien realmente. Sin embargo, es importante recordar que, para mantener el sistema seguro, eficiente y efectivo, la adaptación y la flexibilidad son indispensables. Las personas son el componente más adaptable y flexible del sistema y son necesarias porque son las que controlan las aeronaves, las que diseñan y mantienen los equipos, las que, en definitiva, crean seguridad.

Cuidando de nuestros profesionales, invertimos en seguridad aérea.

Mitma, a través del Instituto Geográfico Nacional, participa en una de las mayores infraestructuras del mundo en radioastronomía

El radiotelescopio europeo NOEMA alcanza su plena potencia

En una espectacular meseta del corazón del macizo alpino, a 2550 m de altitud, se encuentran emplazadas 12 de las antenas parabólicas más precisas de todo el planeta. Se trata de NOEMA, el conjunto de radiotelescopios más potente del hemisferio norte trabajando en ondas milimétricas. Esta gran instalación científica es el fruto de 40 años de cooperación entre el CNRS (Francia), Max-Planck-Gesellschaft (MPG, Alemania) y el IGN (Mitma, España). Construido y operado por el Instituto de Radioastronomía Milímetrica (IRAM), este conjunto de radiotelescopios, que trabaja de manera coordinada con el gran radiotelescopio de 30-m emplazado en la estación IRAM-IGN de Pico Veleta (cerca de Granada), ya ha sido fuente de importantes descubrimientos, y ahora está a punto de realizar observaciones que continuarán revolucionando el estudio del universo, en particular los estudios de formación de planetas como la Tierra.

- **Rafel Bachiller García,** Astrónomo y director del Observatorio Astronómico Nacional (IGN)

El 30 de septiembre de 2022 fue un día muy especial en la meseta del Plateau de Bure, en pleno corazón de los Alpes franceses, cerca de la localidad de Gap. Tras ocho años de trabajos, el gran interferómetro que contaba con seis antenas parabólicas en 2014, incorporaba su antena número 12 completando así el gran proyecto NOEMA. Son 12 antenas de altísima precisión y 15 m de diámetro, sus superficies parabólicas son tan perfectas que sus desviaciones de los paraboloides matemáticos son menores que el espesor de un cabello humano. Equipadas con sus receptores ultrasensibles, son capaces de escudriñar las regiones más remotas del universo conocido. NOEMA es el radiotelescopio más potente del hemisferio norte en ondas milimétricas.

Viendo lo invisible

Pero ¿qué es la astronomía de ondas milimétricas? Como su nombre indica nos referimos a la rama de la astronomía dedicada a la exploración del cielo en radiofrecuencias, concretamente al estudio de la luz que emiten los objetos celestes en longitudes de onda del orden del milímetro. Se trata pues de longitudes de onda mucho más largas (unas 2000 veces) que las de la luz visible.

Cada objeto celeste emite diferentes tipos de luz dependiendo de su edad, composición y temperatura. Algunos astros, como el Sol, son brillantes en la luz visible (el dominio óptico del espectro). Pero para obtener una imagen completa de un objeto, la astronomía moderna combina observaciones en diferentes longitudes de onda que son complementarias entre sí. Así, el Sol también es un potente emisor de ondas de radio, pudiendo causar interferencias en las telecomunicaciones. Para tener una idea completa de todos los fenómenos que suceden en el Sol (y en otros astros, como la Nebulosa del Cangrejo representada en una figura adjunta) es pues necesario estudiar sus emisiones en todo el espectro electromagnético, desde las radiofrecuencias hasta los rayos X y gamma, pasando por el infrarrojo, el visible y el ultravioleta.

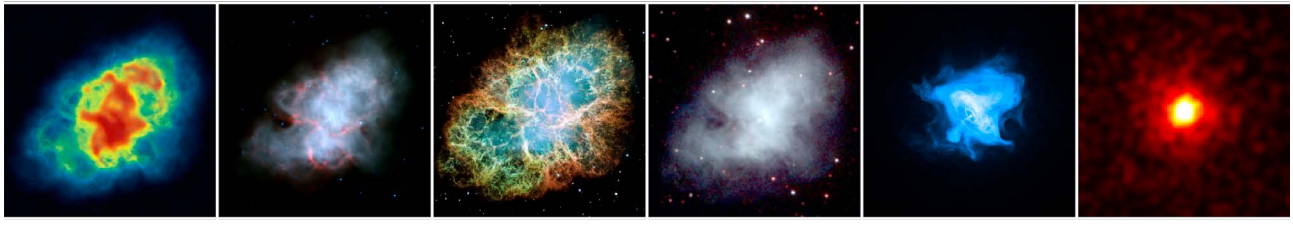
Los objetos más fríos del universo, no emiten luz visible, pero sí emiten radiación infrarroja o de radiofrecuencias. Es el caso de las grandes nubes interestelares que pueblan los brazos espirales de las galaxias similares a la Vía Láctea, lugares de sumo interés científico, pues es ahí donde se forman estrellas y planetas. También los púlsares (estrellas moribundas de giro muy rápido) y las galaxias muy jóvenes y remotas emiten preferentemente radiación en ondas de radio. La radioastronomía nos permite "ver" estos objetos que son invisibles, es decir, que no son detectables mediante astronomía óptica, es pues la técnica clave para el estudio de algunos de los procesos físicos más extremos del universo: por un lado, el medio interestelar más frío y, por otro, algunos fenómenos muy energéticos, como los púlsares, los cuásares y los agujeros negros.

Buscando la nitidez

Una de las características más importantes de un telescopio es su capacidad para obtener imágenes nítidas. Esto se expresa mediante un parámetro que se denomina resolución angular: la separación mínima que tiene que haber entre dos puntos para que puedan diferenciarse, el uno del otro, en una imagen. La resolución angular del ojo humano está entre uno y dos minutos de arco, aproximadamente, lo que equivale a decir que nos permite distinguir los dos focos de un automóvil a una distancia de unos 5 km. Cuanto menor sea el valor de la resolución angular de un telescopio, más nítidas serán las imágenes que proporcione, lo que resulta fundamental pues eso permite el estudio de objetos muy pequeños o muy lejanos.

La calidad de las imágenes astronómicas depende de la calidad del propio telescopio y de su emplazamiento, pero además existe una limitación insoslayable debida a la naturaleza ondulatoria de la luz: las imágenes serán más detalladas cuanto mayor sea el diámetro del telescopio y más pequeña sea la longitud de onda a la que trabaje: es lo que se denomina límite de difracción. En radioastronomía milimétrica, los telescopios (radiotelescopios de antena única)

La Nebulosa del Cangrejo observada a distintas longitudes de onda. De izquierda a derecha: radio, infrarrojo, luz visible, ultravioleta, rayos X y rayos gamma | NASA.



El Plateau de Bure en verano, en los Alpes franceses | IRAM.

suelen trabajar en condiciones de este límite de difracción, pero aun así tan solo consiguen lograr imágenes con una resolución de unos 10 segundos de arco. Se trata pues de imágenes mucho menos nítidas (más borrosas) que las que se consiguen con un pequeño telescopio óptico.

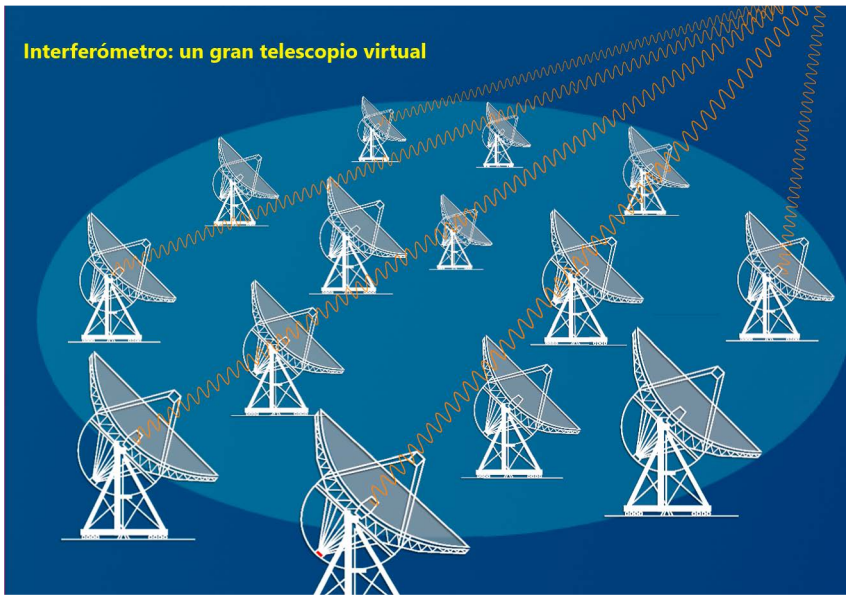
Parábolas coordinadas

Para superar las restricciones de resolución angular impuestas por el límite de difracción y obtener imágenes más detalladas, se emplea la técnica denominada interferometría, consistente en combinar las señales detectadas por dos o más telescopios que observan simultáneamente, apuntando exactamente a la misma posición en el cielo y exactamente en el mismo instante.

En este caso, la resolución espacial ya no depende del tamaño de los telescopios sino de su separación. Este tipo de instrumentos se denominan interferómetros. Mediante el uso de esta técnica, en ondas radio pueden llegar a alcanzarse resoluciones de unos pocos microsegundos de arco (millonésimas de segundo de arco), obteniéndose así las imágenes de mayor detalle posible de las que pueden conseguirse en cualquier rama de la astronomía.

La radiointerferometría puede realizarse de dos maneras: con los radiotelescopios conectados entre sí mediante fibra óptica en tiempo real (interferometría conectada) o con los radiotelescopios repartidos por lugares muy distantes del planeta (interferometría de muy larga línea de base o VLBI, por sus siglas en inglés). NOEMA es un interferómetro conectado: sus doce antenas están conectadas mediante fibra óptica a un supercomputador que combina las señales en tiempo real para conseguir una imagen similar a la que obtendría una única antena de ¡1,7 km de diámetro! (la máxima separación de las antenas entre sí).

Varias antenas pueden combinarse para simular un telescopio tan grande como la máxima separación entre ellas | ESO/NRAO/NAOJ.

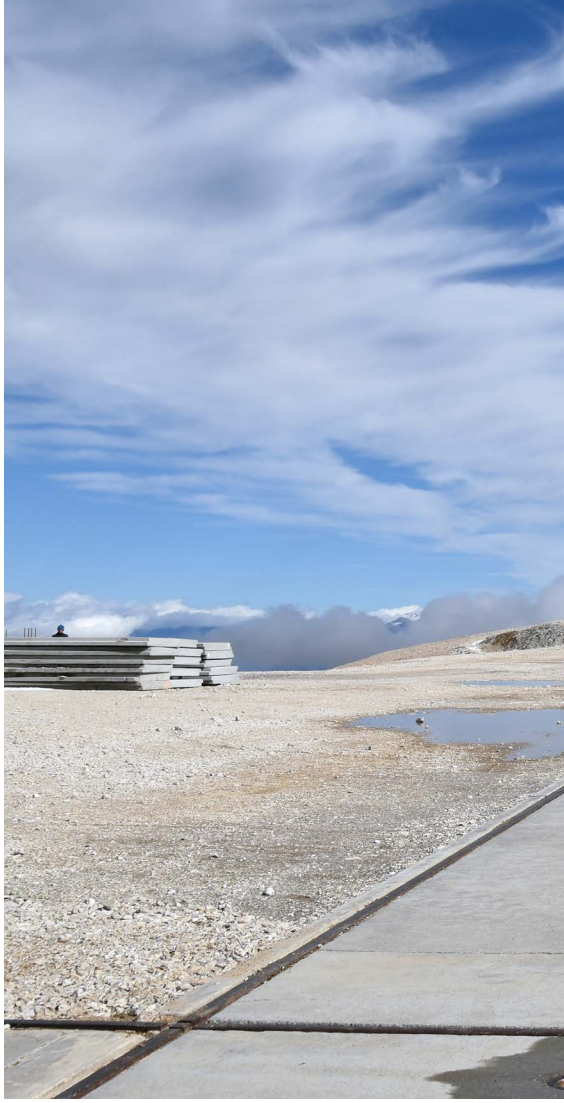


Antenas móviles

Los orígenes de NOEMA se remontan a los últimos años de la década de 1970, cuando comenzó la colaboración entre el Centro Nacional para la Investigación Científica (CNRS) de Francia, la Sociedad Max-Planck-Gesellschaft (MPG) de Alemania y nuestro Instituto Geográfico Nacional, para la creación del Instituto de Radioastronomía Milimétrica (IRAM).

El objetivo de este instituto era el diseño, la construcción y el funcionamiento de dos grandes observatorios: la estación IRAM-IGN en Pico Veleta, cerca de Granada, con un ambicioso radiotelescopio de 30 m de diámetro, y el interferómetro de tres antenas de 15 m instalado en el Plateau de Bure.

La parábola de cada antena está protegida (forrada) con una estructura que ayuda a mantener su temperatura constante. Al fondo el Pico de Bure | IRAM.



La resolución especial de NOEMA es tan alta que sería capaz de detectar un teléfono móvil a una distancia de más de 500 kilómetros.

Ambos observatorios fueron ideados para ser totalmente complementarios: el radiotelescopio de Pico Veleta permite realizar mapas del cielo de gran campo (incluso panorámicos), mientras que desde el Plateau de Bure se puede enfocar sobre los detalles de cada mapa para estudiar los astros concretos más interesantes.

A la vista de los buenos resultados obtenidos por estos observatorios iniciales, IGN se sumó como miembro de pleno derecho a la colaboración en 1990, y se decidió duplicar el número de antenas de Bure, para pasar de tres a seis. Ya en el año 2014, los tres socios del IRAM decidieron volver a duplicar el número de antenas para llegar a un total de 12. Este es el proyecto que recibió el nombre de NOEMA, abreviatura de NOrthern Extended Millimeter Array "Interferómetro extendido de ondas milimétricas del hemisferio norte" y que culmina ahora, consagrando al IRAM y con él a sus socios CNRS, MPG e IGN, en líderes mundiales de la astronomía de ondas milimétricas.

Cada antena de NOEMA pesa 120 toneladas y todas son autopropulsables, de forma que pueden moverse a lo largo de unos railes practicados en las pistas construidas para ese efecto en la superficie allanada de la meseta de Bure. Separando progresivamente las antenas se consigue un efecto de zoom cuando se observa un objeto celeste: según están más separadas entre sí, mayor es la resolución angular del instrumento. Inicialmente las pistas por las que se mueven las antenas tenían una longitud máxima de unos 700 m. Ahora han sido ampliadas para que las puedan alejar entre sí hasta 1,7 km. Las diferentes configuraciones del interferómetro pueden así extenderse desde unos pocos cientos de metros hasta los citados 1,7 km, lo que permite "acercarse" progresivamente al objeto celeste que estamos estudiando para observar hasta sus más finos detalles. Por poner un ejemplo ilustrativo, la resolución espacial máxima de NOEMA es tan alta que haría posible la detección de un teléfono móvil a una distancia de más de 500 km.

Números récord

Esta versatilidad en las configuraciones y líneas de base se suma a la alta sensibilidad de los receptores que han sido construidos con las tecnologías más pioneras para

Los raíles sobre los que se mueven las antenas se extienden hasta 1,7 km | IRAM.

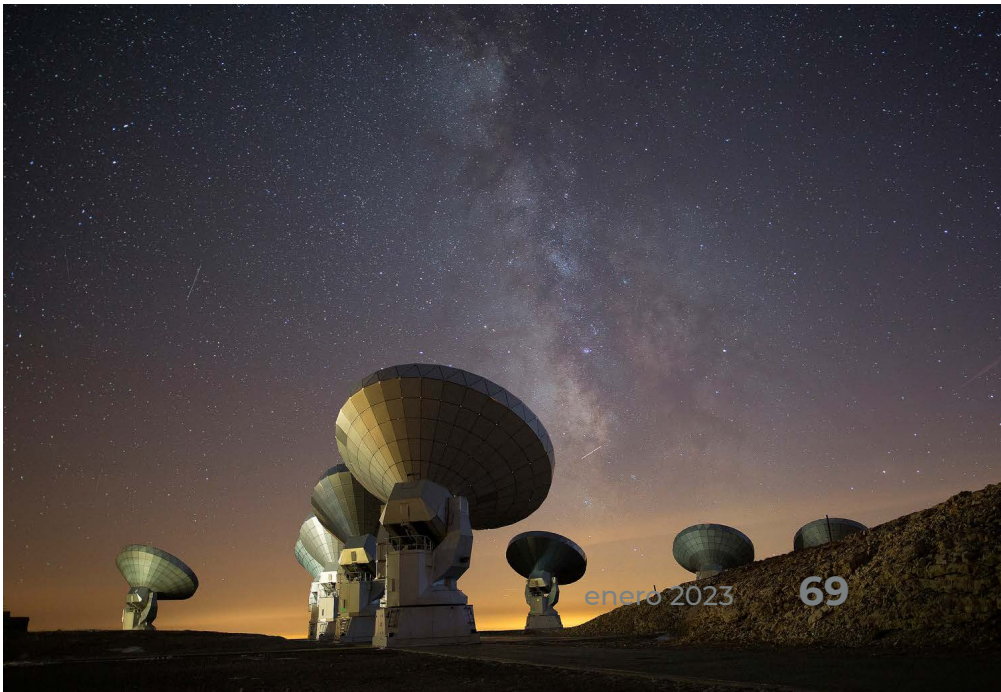
poder trabajar a temperaturas de unos 270 grados Celsius bajo cero. Las condiciones criogénicas son necesarias para disminuir, hasta un nivel cuántico (el mínimo físicamente posible), el ruido electrónico producido por los propios receptores, ruido que se superpone a las señales recibidas del cielo y que podría enmascararlas si no se minimizase. Cada receptor cuenta con cuatro sensores basados en tecnologías SIS (superconductor - aislante - superconductor) y centrados en longitudes de ondas de 0,8, 1, 2 y 3 mm. Cada uno permite observar una banda de frecuencias muy ancha: de hasta 32 gigahercios.

Las parábolas de las antenas están constituidas por 176 paneles de una aleación de aluminio que van apoyados sobre una estructura de vigas de fibra de carbono. Las irregularidades de las parábolas se encuentran entre 25 y 40 micrómetros (milésimas de milímetros), de forma que, como ya se ha dicho, son perfectas al nivel del grosor de un cabello humano. Para evitar que las superficies se deformen, cada parábola va protegida por una estructura cerrada que contiene unos calentadores para que los paneles se mantengan a temperatura constante, esto también evita que se acumule nieve o se forme hielo sobre las parábolas. Además, la posición y orientación de cada panel se puede optimizar gracias a cuatro motores paso a paso.

Las monturas altazimutales de las parábolas permiten apuntar a un astro, y seguirlo en el cielo compensando el movimiento de rotación de la Tierra, con una altísima precisión de 1,5 segundos de arco. La señal recogida en cada superficie parabólica se refleja hacia un espejo secundario colocado en el foco geométrico de la parábola y, desde allí, se envía de vuelta al lugar donde se encuentran los receptores. Esta configuración óptica recibe el nombre de Cassegrain, un homenaje al astrónomo francés Laurent Cassegrain que la ideó en el siglo XVII.

Equipado con estas tecnologías de vanguardia, NOEMA es, además, uno de los pocos observatorios de radio en el mundo que puede llevar a cabo lo que los científicos llaman “observaciones multilínea”, es decir, la capacidad de detectar un gran número de firmas molecu-

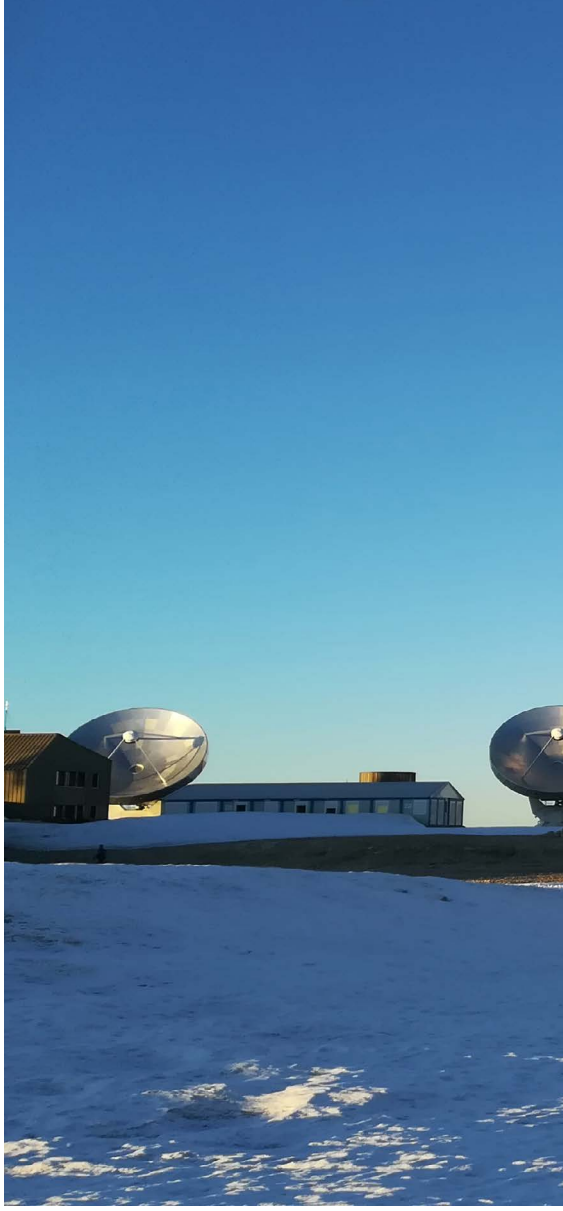
La Vía Láctea sobre NOEMA | IRAM.



Un observatorio de difícil acceso

El Pico de Bure es una masa de roca caliza que culmina a 2709 metros en el macizo de Dévoluy, en los Alpes franceses. Se caracteriza por su pilar vertical de 600 metros de altura que domina sobre la estación de esquí de SuperDévoluy. Esta pared oriental es considerada por los montañeros como la escalada más difícil de los macizos calizos de los Alpes franceses. La meseta denominada Plateau de Bure se extiende hacia el oeste del Pico, es una superficie muy llana de poco menos de 2 kilómetros de longitud y unos pocos cientos de metros de ancho. En invierno, las temperaturas pueden descender por debajo de los 30 grados bajo cero. En noches despejadas, la atmósfera sobre el observatorio, con menos de 2 milímetros de vapor de agua, es extremadamente transparente.

El acceso a la meseta de Bure entraña grandes dificultades y ha sido el escenario de dos grandes tragedias. Inicialmente se construyó un teleférico exclusivamente para llegar al Observatorio. El 1 de julio de 1999 un accidente del teleférico ocasionó la muerte de 20 personas, incluyendo varios astrónomos y técnicos del IRAM, y el 15 de diciembre del mismo año un accidente de helicóptero causó otras cinco víctimas. Tras una larga parada, el Observatorio recomenzó sus actividades con el personal accediendo a pie, en esquí o en helicóptero. Más recientemente se ha construido un teleférico moderno con las máximas garantías de seguridad.



lares y atómicas simultáneamente. Estas prestaciones, combinadas las mencionadas sensibilidad y resolución angular, tan altas, hacen de NOEMA un instrumento único para investigar la complejidad de la materia interestelar y los elementos constitutivos del Universo.

NOEMA ofrece a los científicos de instituciones en Francia, Alemania y España el acceso privilegiado a las observaciones en ondas milimétricas, lo que supone una oportunidad para llevar a cabo investigaciones sin precedentes. En total, IRAM presta su apoyo a más de 5000 científicos de todo el mundo para la realización de estudios sobre la materia fría del Universo: esa que se encuentra distribuida

NOEMA puede observar las 24 horas del día. Al fondo y a la izquierda los edificios de control | IRAM.

por la Vía Láctea, y por muchísimas otras galaxias, a tan solo unos pocos grados por encima del cero absoluto.

El poder de resolución y la sensibilidad que consigue NOEMA permiten a los científicos colectar luz que ha viajado desde los confines del Universo, durante 13 000 millones de años, antes de llegar a la Tierra. El Observatorio es un lugar excepcional tanto por la transparencia de sus cielos como por toda la alta tecnología que alberga. Con sus tintes futuristas, no es de extrañar que haya servido de telón de fondo a series de ciencia ficción, como la franco-británica "La guerra de los mundos" que fue rodada en 2019.

Galaxias, estrellas, planetas

Las antenas de NOEMA también pueden utilizarse para analizar la formación, composición y dinámica de galaxias completas. Un buen ejemplo de este tipo de observaciones son las de la galaxia espiral de gran diseño conocida como IC342, galaxia que se encuentra a una distancia de unos 10 millones de años luz en la constelación de la Jirafa (Camelopardalis). Como ilustra la primera imagen de la página siguiente NOEMA demuestra que el gas molecular (en azul en la imagen) se encuentra distribuido a lo largo de los brazos espirales y de otros filamentos que, en ocasiones, conectan unos brazos con otros. Estos filamentos están asociados a brotes de formación estelar, lugares donde la densidad gaseosa se ha hecho suficientemente alta como para formar nuevas estrellas.

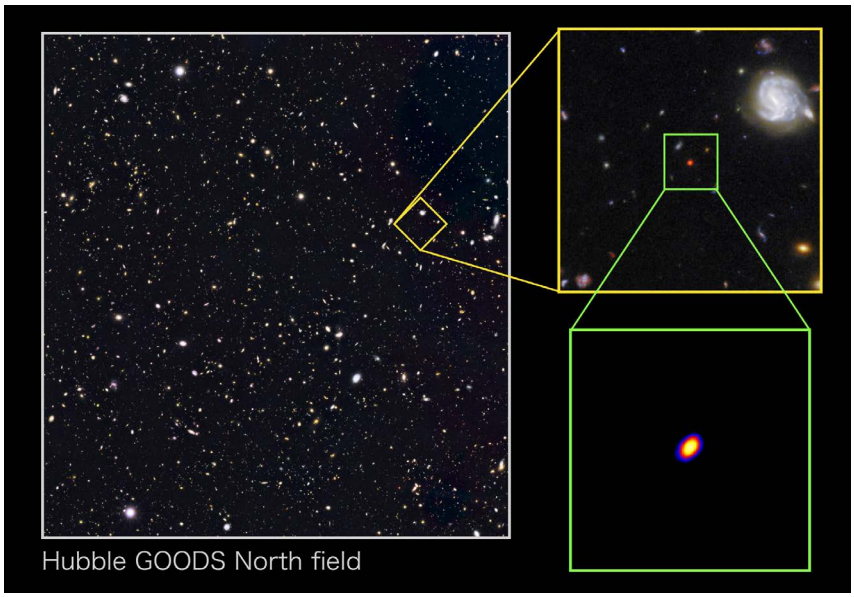
Utilizando observaciones de NOEMA y datos de archivo de varios observatorios espaciales y terrestres, también se ha descubierto recientemente un objeto único en el Universo primitivo que proporciona un vínculo crucial entre las galaxias en formación estelar y la aparición de los primeros agujeros negros supermasivos. Se trata del objeto CNz7q, el primer agujero negro de rápido crecimiento que se encuentra en el Universo primitivo. Su luz ha viajado durante 13 100 millones de años antes de llegar a nuestras

La gran galaxia espiral IC342 observada por NOEMA | IRAM/VLA/DSS2/ Mayall/ A. Schruba.

antenas, proporcionándonos una mirada insólita sobre cómo era el Universo cuando tan solo habían transcurrido 700 000 años después del Big Bang (recordemos que la edad del universo es de 13 800 millones de años). En la imagen adjunta, se muestra una imagen de gran campo tomada por el telescopio espacial Hubble junto con la imagen tomada por NOEMA gracias a la emisión del monóxido de carbono, imagen esta última que permite determinar la distancia precisa al objeto.

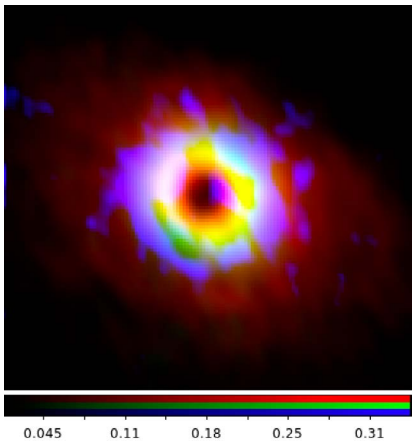
NOEMA también permite estudiar los pequeños discos de gas y polvo que rodean a las estrellas jóvenes y en los que se forman los planetas. El gas de estos discos es la materia prima a partir de la cual se formarán las atmósferas planetarias y, en su caso, la vida. El conocimiento detallado de su composición química es una condición indispensable para entender la formación de nuestro sistema solar y la emergencia de la complejidad química.

El objeto CNz7q observado por el Hubble y por NOEMA (abajo a la derecha). Ver texto para detalles | NASA/ESA/HST/IRAM.



Un buen ejemplo de este tipo de observaciones lo constituye el disco proto-planetario de la estrella AB Aurigae. En la siguiente figura se muestra la imagen obtenida mediante observaciones en diferentes longitudes de onda. Cada color traza la emisión de una molécula distinta: en rojo y amarillo se representan las emisiones de dos variedades isotópicas del monóxido de carbono: 13CO y C18O, mientras que el color azul representa la del monóxido de azufre, SO. La estructura de este disco (muy estudiada por los astrónomos del Observatorio Astronómico Nacional, IGN) muestra claros indicios de la formación de un sistema planetario. NOEMA nos puede dar las claves de la formación de planetas similares a nuestra Tierra.

Como observatorio de propósito general, el del Plateau de Bure se utiliza para una gran variedad de investigaciones que, además de las ya mencionadas, van dirigidas al estudio de los cometas, las estrellas evolucionadas cuando llegan al final de sus vidas, o el entorno de los agujeros negros, entre muchos otros. La observación de todos estos astros tiene por objetivo último el resolver muchos de los interrogantes más fundamentales planteados por la astronomía de nuestros días. Muy recientemente, con NOEMA se ha medido la temperatura de la radiación cósmica de fondo en una etapa muy temprana



El disco proto-planetario de la estrella AB Aurigae | IRAM/OAN.

del Universo, una primicia mundial que debería ayudar a identificar y restringir mejor los efectos de la energía oscura.

Un telescopio grande como el planeta

Además de actuar como un interferómetro conectado, las antenas de NOEMA también pueden observar coordinadamente con otros radiotelescopios repartidos por todo el mundo para conseguir así, mediante VLBI, imágenes similares a las que obtendría una antena parabólica única tan grande como el planeta Tierra. De esta manera, las antenas de NOEMA vienen participando en el denominado Telescopio del horizonte de sucesos (EHT, por sus siglas en inglés), una colaboración internacional en la que participan radiotelescopios en Hawái, Groenlandia, la Antártida, Chile, México y EE. UU., y a los que también está sumado el magnífico radiotelescopio de 30-m instalado en la estación de observación IRAM-IGN en Pico Veleta, cerca de Granada (conviene notar que, a pesar de sus grandes prestaciones, el radiotelescopio del observatorio de Yebes no trabaja en el rango de longitudes de onda cubiertas por el EHT).

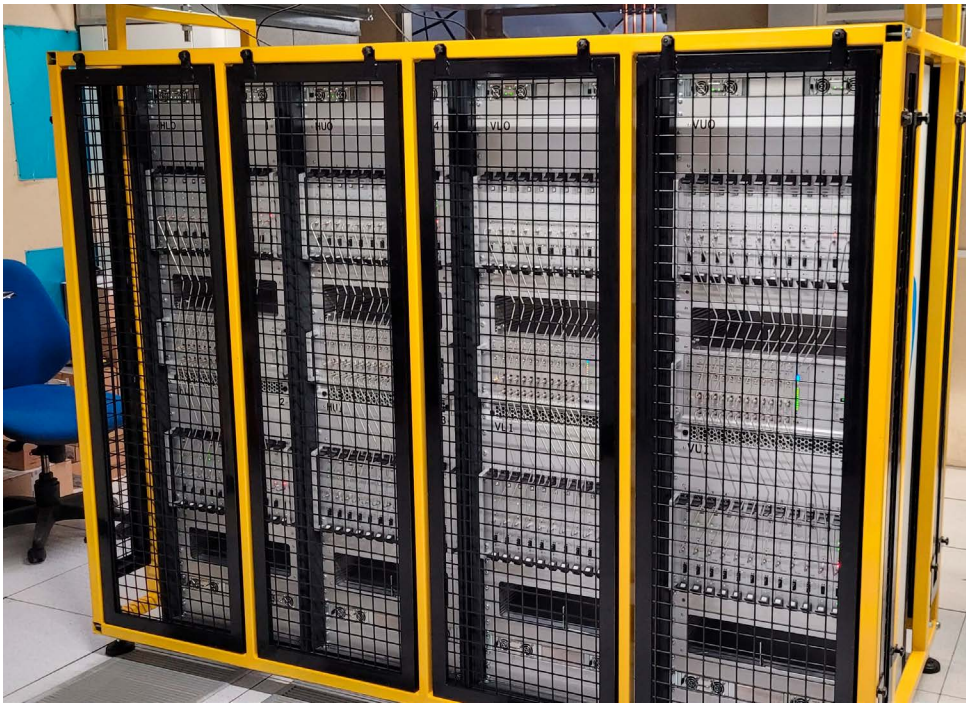
En el año 2019, el consorcio EHT hizo pública la primera imagen de un agujero negro: el situado en el corazón de la galaxia gigante

El correlador, cerebro de NOEMA

El "cerebro" del interferómetro NOEMA es el correlador: un supercomputador capaz de combinar en tiempo real las señales que, por un tendido de fibra óptica, le llegan desde cada una de las 12 antenas repartidas por la superfice del Plateau de Bure. El correlador es capaz de alinear perfectamente las señales recibidas en cada instante, con una precisión altísima, para combinarlas matemáticamente y así simular la señal que habría recibido un único radiotelescopio virtual tan grande como la máxima separación entre antenas, que puede llegar a 1,7 km.

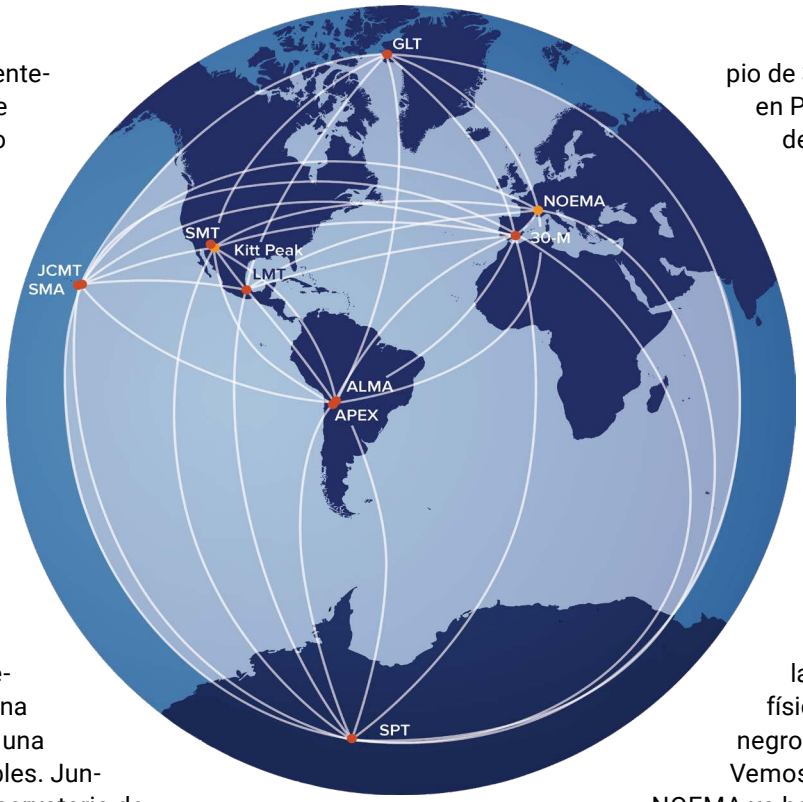
Este correlador permite una gran flexibilidad en las observaciones de espectroscopía, pues es capaz de tratar varias bandas de frecuencia con una resolución espectral ajustable. Puede proporcionar hasta 128 000 canales espectrales. Esto hace posible la observación de las emisiones de varias especies moleculares de manera simultánea, lo que multiplica la eficiencia del observatorio.

NOEMA puede funcionar las 24 horas del día y los 365 días del año. Las observaciones, propuestas por astrónomos de todo el mundo, las realiza un equipo técnico de IRAM que, a continuación distribuye los datos a los astrónomos que los solicitaron para su análisis astrofísico.



El correlador de NOEMA | IRAM.

Los radiotelescopios que componen el EHT.

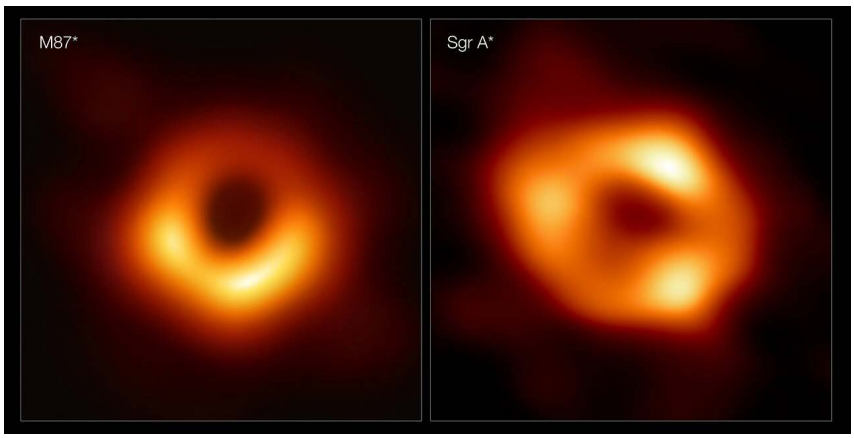


Messier 87. Más recientemente, a principios de 2022, se ha publicado la imagen de Sagitario A*, el agujero negro situado en el centro de la Vía Láctea. NOEMA realizó sus primeras observaciones para el consorcio en 2021 y ha seguido realizando otras en 2022. Con sus 12 antenas extremadamente sensibles, proporciona al interferómetro global EHT una resolución espacial y una sensibilidad inigualables. Junto con el segundo observatorio de IRAM, el mencionado radiotelescopio de 30 metros ubicado en Pico Veleta, cerca de Granada, NOEMA permitirá al EHT producir auténticas "películas" que permitan ver la evolución de estos agujeros negros con altísimo detalle. Ambas instalaciones del IRAM son de importancia crítica para la colaboración EHT, y para el estudio y la comprensión de la física de los agujeros negros.

Vemos pues cómo NOEMA ya ha hecho grandes descubrimientos y ha realizado algunos de los hallazgos más sensacionales de la astrofísica contemporánea. La incorporación de la duodécima antena a finales de septiembre 2022 constituye un hito de primera importancia para el futuro de la radioastronomía de ondas milimétricas. Con el gran interferómetro de ondas milimétricas y submilimétricas de Atacama (ALMA), que está instalado en los Andes chilenos, cubriendo el hemisferio sur y NOEMA cubriendo el hemisferio norte, es de esperar que la radioastronomía de ondas milimétricas nos siga proporcionando muchos hallazgos de primera línea durante las próximas décadas. Para los astrónomos españoles, y concretamente para los que trabajamos en IGN, es un privilegio poder contar con el acceso a estas dos grandes instalaciones científicas que, sin lugar a dudas, van a continuar revolucionando el estudio del universo durante los años próximos. ■

NOEMA es miembro de la colaboración internacional Event Horizon Telescope (EHT) que produjo las primeras imágenes de agujeros negros.

La sombra de los agujeros negros en la galaxia M87 (izquierda) y en la Vía Láctea, observaciones del EHT | EHT.



Instituto Geográfico Nacional

Nuestra red sísmica siempre vigilante

Visualizador red sísmica
App terremotos

www.ign.es

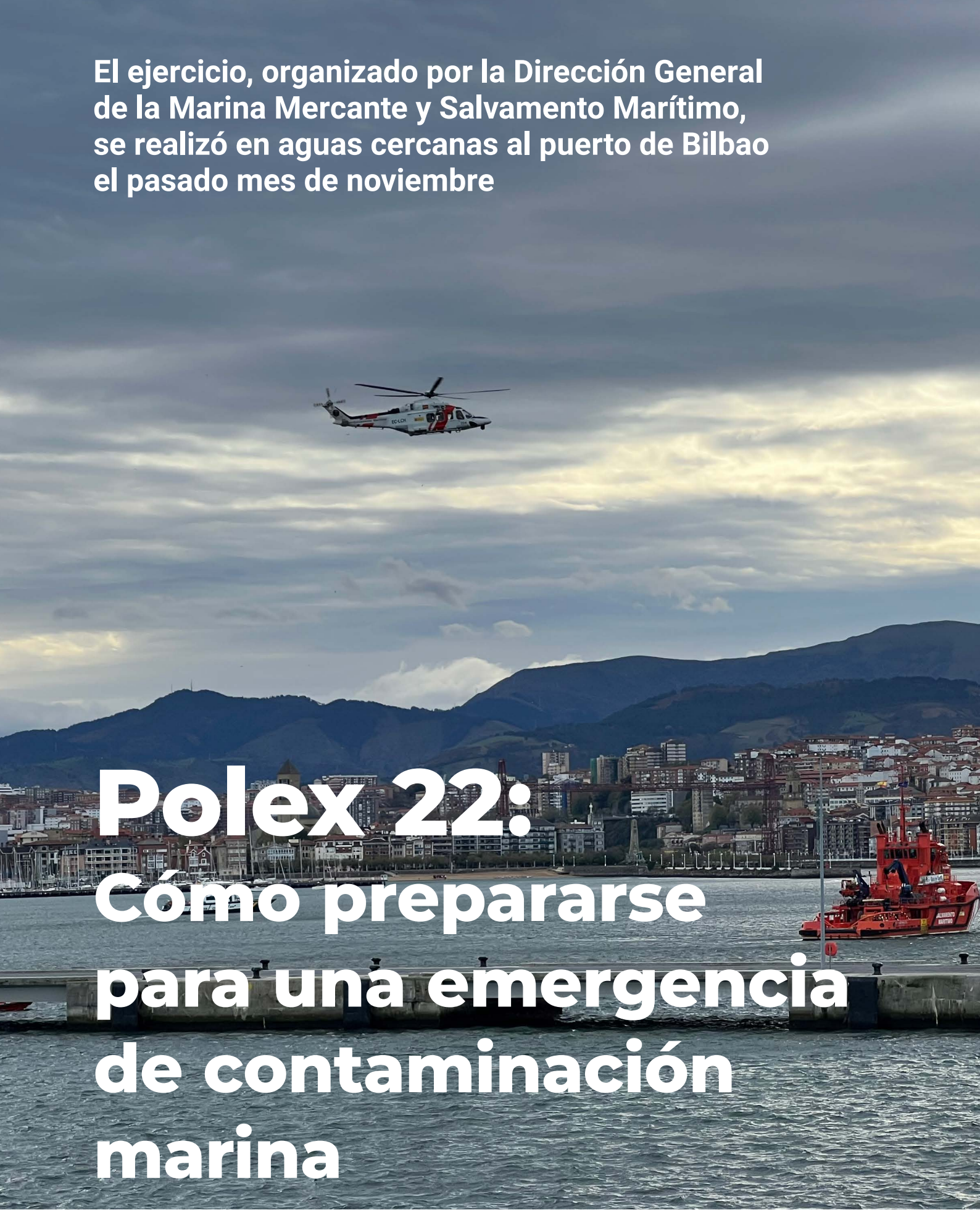
@IGNSpain @IGNSpain IGNSpain IGNSpain IGNSpain

Instituto Geográfico Nacional
O. A. 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

ÍNDICE

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

El ejercicio, organizado por la Dirección General de la Marina Mercante y Salvamento Marítimo, se realizó en aguas cercanas al puerto de Bilbao el pasado mes de noviembre



Polex 22: Cómo prepararse para una emergencia de contaminación marina

Algunos de los medios marítimos y aéreos desplegados durante el ejercicio.

Tras el abordaje entre un buque de carga general y un pesquero, en las proximidades del puerto de Bilbao, se ha producido un vertido de 70 toneladas de fueloil. Además, un tripulante del pesquero está herido y ha tenido que ser evacuado en helicóptero.

El panorama dibujado podría haber sido perfectamente real y ocupar los titulares de la prensa, pero no lo fue. Se trataba del Polex 22, el ejercicio nacional de salvamento y lucha contra la contaminación marina, que tuvo lugar el pasado 16 de noviembre cerca del puerto de Bilbao.

El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma) realizó este ejercicio organizado por la Dirección General de la Marina Mercante y Salvamento Marítimo con el objetivo de poner a prueba la capacidad de coordinación de medios y la gestión de la crisis ante una posible emergencia real, tal y como establece el Sistema Nacional de Respuesta ante la Contaminación Marina.

En el simulacro participaron más de un centenar de personas y un amplio operativo de medios marítimos y aéreos de Salvamento Marítimo, así como medios de Guardia Civil, Ertzaintza, Cruz Roja, Vigilancia Aduanera y la Autoridad Portuaria de Bilbao. Como parte del escenario simulado, se activó el Plan Marítimo Nacional en situación 2 de emergencia.

- **Texto: Carmen Lorente Sánchez.** Salvamento Marítimo

Desarrollo del ejercicio

El ejercicio se desarrolló en tres escenarios: una reunión de los órganos de dirección, un ejercicio SAR (evacuación del tripulante herido) y el despliegue de medios de lucha contra la contaminación (LCC).

La acción empezó a las 9 de la mañana, tras recibirse el aviso ficticio del abordaje entre los dos buques. De inmediato se reunió un gabinete de crisis en el que se evaluó la situación con los datos facilitados por los propios barcos implicados en la colisión, así como por los medios marítimos y aéreos desplazados a la zona. Una vez recibida y analizada la información, se elaboró un plan de respuesta identificando las unidades que debían ser desplegadas, así como los medios de lucha contra contaminación y la posibilidad de contar con la colaboración, en caso de que hubiera sido necesario, de la UE y de otros países.

El gabinete de crisis informó a las distintas administraciones nacionales, por medio del POLREP (Pollution Report), y a la Unión Europea.

También se hizo un estudio de las posibles derivas de la mancha para predecir su trayectoria y contrastar los resultados con la deriva de las boyas lanzadas.

Operaciones SAR y de lucha contra la contaminación

Una vez analizada la situación, había llegado el momento de comenzar las operaciones (coordinadas por el Centro de Coordinación de Salvamento Marítimo en Bilbao y el Centro Nacional de Coordinación de Salvamento). En primer lugar, se desarrolló el ejercicio SAR: el helicóptero Helimer 204 evacuó a tierra a un tripulante a bordo del pesquero (simulado por la lancha de Cruz Roja Dubhe), que estaba herido. El propio evacuado también era un voluntario de Cruz Roja. Esto es tan solo un ejemplo de la estre-

cha colaboración que existe entre Salvamento Marítimo y la Cruz Roja del Mar.

A continuación, comenzó la fase de lucha contra la contaminación, para lo que se extendió una barrera desde el remolcador de Salvamento Marítimo María de Maetzu, con la asistencia de la Salvamar Alcyone. En este caso se empleó una barrera de tipo costera de 100 metros de longitud, procedente de la Base Estratégica de Salvamento Marítimo (BEC) en Santander.

Era un trabajo realizado en equipo: a bordo del María de Maeztu, parte del personal inflaba la barrera y otra parte iba extendiéndola en cubierta.

Una vez en el agua, con la participación de la Alcyone, la barrera fue extendida en una configuración en U, para contener la mancha (imaginaria). En caso de una situación real, posteriormente se usaría un *skimmer* –elemento que separa el hidrocarburo del agua– y se recogería el vertido y almacenaría a bordo.

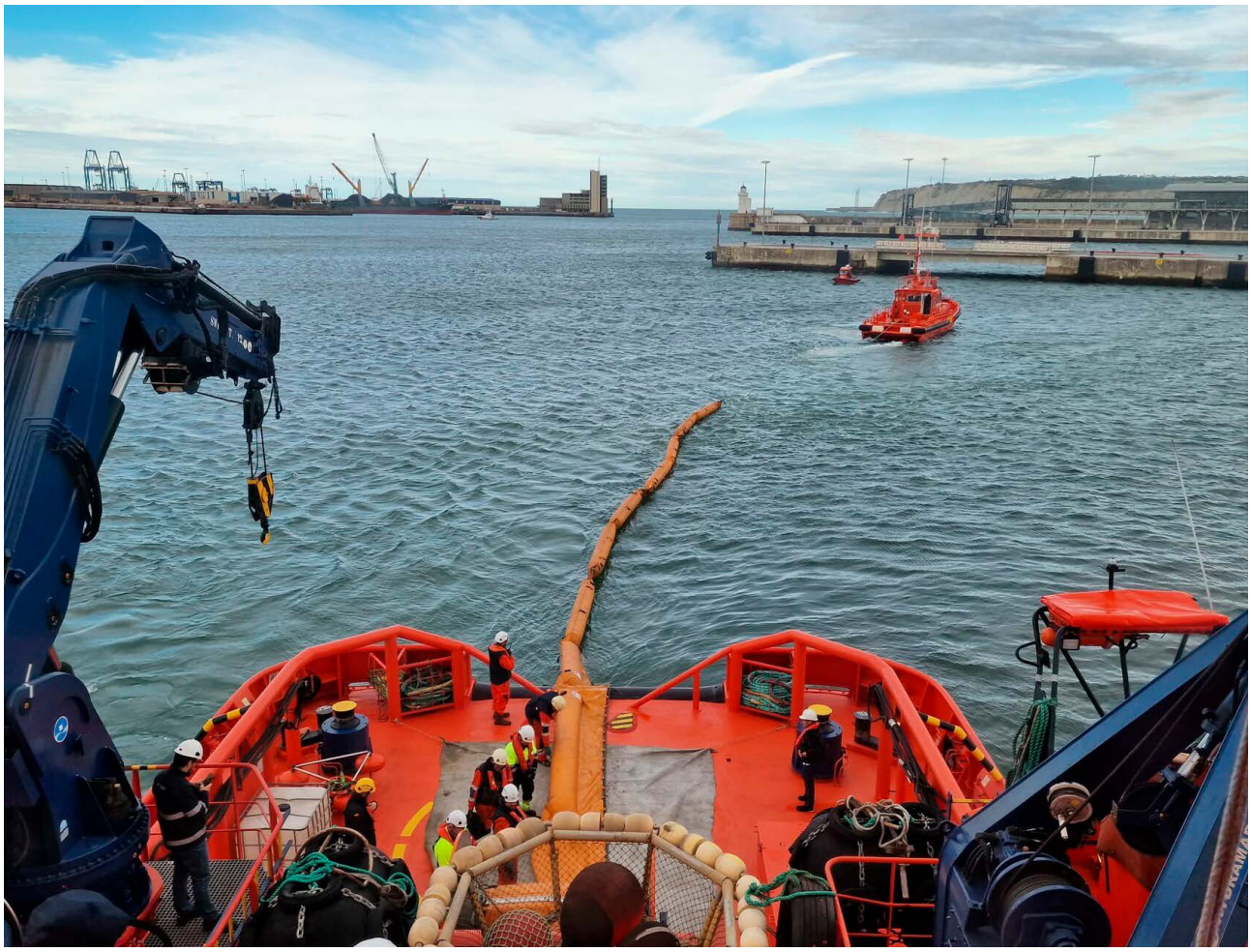
Estos ejercicios se suelen organizar con carácter anual y la pretensión es ir incorporando novedades y adaptándose a la evolución y los cambios producidos en el mundo marítimo. En este sentido, una de las novedades de Polex 22 fue que el producto hipotéticamente derramado era un fuel con bajo contenido en azufre, que cuando se vierte en el mar tiene un comportamiento diferente a los combustibles tradicionales; al ser más fluido es más difícil de contener con medios habituales de contención y absorción.

Tras el vertido se decidió que el mercante accidentado fuera remolcado al puerto de Bilbao, una vez contenida la fuga de producto. Así, la Autoridad Portuaria de Bilbao asignó un atraque al buque en el muelle de cruceros y, para prevenir la contaminación, realizó el tendido de barreras desde la cabecera del muelle.

El simulacro se pudo ver en directo desde la terminal de cruceros de la Autoridad Portuaria de Bilbao (Getxo), ante la presencia de autoridades, medios de comunicación y representantes de los organismos nacionales, autonómicos y locales que, de forma regular, participan en las emergencias marítimas que se producen en el País Vasco.

Antes del inicio de las operaciones en la mar, tuvo lugar un acto de presentación presidido por la secretaria general de Transportes y Movilidad, María José Rallo, que también contó con la intervención del presidente de la Autoridad Portuaria de Bilbao, Ricardo Barkala; el director de Salvamento Marítimo, José Luis García Lena y el director general de la Marina Mercante y presidente de Salvamento Marítimo, Benito Núñez. El presidente de la Autoridad Portuaria de Bilbao, Ricardo Barkala, fue el encargado de dar la bienvenida, y en su intervención destacó la importancia que

Despliegue de barrera desde el buque María de Maeztu. EFE.



El buque María de Maeztu y la Salvamar Alcyone durante las operaciones de despliegue de la barrera.

tiene la prevención para el puerto, como se demuestra en la práctica con la realización de sus propios ejercicios internos.

La secretaria general de Transportes y Movilidad Urbana, María José Rallo del Olmo, afirmó que "la protección del medio marino es una prioridad en el ámbito europeo, y también lo es para el Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana". Rallo destacó la importancia de la colaboración entre instituciones y de un trabajo "enmarcado en la búsqueda de la excelencia en la prestación de servicios públicos".

Después daría comienzo la fase práctica del ejercicio, durante la cual, el jefe del Centro de Coordinación de Salvamento Marítimo en Santander, Germán Erostarbe, sería el encargado de narrar en directo todos los detalles del desarrollo de las operaciones en la mar. Además, la presencia de un dron (General drones) que enviaba imágenes desde el aire, permitió obtener una perspectiva privilegiada de todos los movimientos que se llevaron a cabo desde las unidades.

Asimismo, el ejercicio se transmitió en *streaming* a través del canal de Youtube de Mitma.

Objetivos cumplidos

El objetivo de este tipo de simulacros es, sobre todo, mejorar la coordinación y la gestión de la crisis entre todos los organismos que participan en las emergencias marinas y comprobar que se mantienen los estándares de seguridad, así como verificar el grado de adiestramiento del personal implicado.

Tal y como afirmó el director de Salvamento Marítimo, José Luis García Lena, "El fin es testar la capacidad de actuación de las Administraciones Públicas en caso de emergencia". En ese sentido, García Lena insistió en la necesidad de reforzar y promover la cooperación entre Salvamento Marítimo y otros organismos supranacionales, nacionales, autonómicos y locales.

La realización de ejercicios como Polex22 se considera

Medios que participaron en el ejercicio

Medios marítimos

UNIDAD		Día 16- Ex SAR	Día 16- Ex LCC
	Sasemar- BS "María de Maeztu"	On Scene Coordinator (OSC)	Despliegue de medios de LCC asistido por ES "S. Alcyone"
	Sasemar- ES "Salvamar Alcyone"	Evaluación de la situación	Evaluación de la situación y apoyo al BS "María de Maeztu"
	CRUZ ROJA - LS "Dhube"	Figurativo pesquero accidentado	
	DAVA - Patrullera "Alcaravan III"	Apoyo a los buques intervinientes operaciones SAR	
	ERTZAINTZA – Patrullera "Itxas Zain"	Control del perímetro de seguridad	Control del perímetro de seguridad
	GUARDIA CIVIL – Patrullera "Río Lea"	Control del perímetro de seguridad	Control del perímetro de seguridad
	GUARDIA CIVIL- Patrullera "Río Nervión"	Apoyo a los buques intervinientes Control del perímetro de seguridad	Apoyo a los buques intervinientes Control del perímetro de seguridad
	CRUZ ROJA – "Galerna"	Apoyo a los buques intervinientes operaciones SAR	Apoyo a los buques intervinientes operaciones LCC
	AUTORIDAD PORTUARIA DE BILBAO – "Evaristo de Churruca"		Tendido barrera en muelle de cruceros
	AUTORIDAD PORTUARIA DE BILBAO – "Hirurak bat"		Tendido barrera en muelle de cruceros

(Continúa)

Medios aéreos

UNIDAD	Día 16- Ex SAR	Día 16- Ex LCC
SASEMAR- Sasemar 102		Vigilancia aérea. Monitorización y seguimiento de la contaminación (simulado)
SASEMAR- Helimer 204	Evacuación herido	Vigilancia aérea. Monitorización y seguimiento de la contaminación
DRON General Drones		Apoyo en la monitorización y en el tendido de barreras

La secretaria general de Transportes y Movilidad, María José Rallo, durante su intervención.

De izquierda a derecha: director de Salvamento Marítimo, José Luis García Lena; delegado del Gobierno en el País Vasco, Denis Itxaso; secretaria general de Transportes y Movilidad, María José Rallo; director general de la Marina Mercante, Benito Núñez y presidente de la Autoridad Portuaria de Bilbao, Ricardo Barkala.

esencial por parte de las autoridades marítimas españolas para mejorar la capacitación de las tripulaciones, evaluar la capacidad de respuesta y coordinación ante distintas emergencias y para que los operativos se familiaricen con las técnicas utilizadas para afrontar de la mejor manera posible episodios reales.

También suponen un campo de pruebas idóneo a la hora de detectar posibles errores en la coordinación, en los operativos utilizados o en las decisiones que se adoptan durante la emergencia.

La Administración Marítima y la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima planifican anualmente los ejercicios de activación del Plan Marítimo Nacional. Para el su-

Plan Marítimo Nacional

En la emergencia simulada durante el Polex 22 se activó el Plan Marítimo Nacional en nivel 2. ¿Qué significa esto?

Los planes de contingencias son instrumentos que garantizan a los estados su preparación para responder de forma efectiva y coordinada a contaminaciones en el medio marino. En este sentido, España cuenta con el **Plan Marítimo Nacional** (PMN) ante la contaminación del medio marino por hidrocarburos y sustancias nocivas y potencialmente peligrosas SNP, aprobado el 22 de septiembre por Orden FOM/1793/2014. Dicho Plan se enmarca, a nivel internacional, en el Convenio internacional sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación por hidrocarburos OPRC y su Protocolo OPRC-SNP; y, a nivel nacional, en el Real Decreto 1695/2012 de 21 de diciembre que establece el **Sistema Nacional de Respuesta**.

El Sistema Nacional de Respuesta ante la Contaminación Marítima (SNR) fue aprobado por el Real Decreto 1695/2012, de 21 de diciembre, como marco general de actuación interadministrativa para hacer frente a un supuesto de contaminación marina accidental o deliberada, con independencia de su origen o naturaleza, estableciendo dos subsistemas: el marítimo y el costero. En el escenario simulado en el Polex 22 no se activó el subsistema costero, pero en caso de un episodio de contaminación más grave, se activarían los dos.

El subsistema marítimo de respuesta cubre la contaminación acontecida en el ámbito marítimo englobando el **Plan Marítimo Nacional** y los planes interiores de contingencia ante sucesos de contaminación que se produzcan en puertos, terminales de manipulación de mercancías, plataformas marinas de explotación o explotación de recursos naturales, así como cualquier otra instalación marítima situada en aguas españolas.

El Plan Marítimo Nacional es un procedimiento de actuación para la Administración Marítima y Salvamento Marítimo que detalla la estructura de los órganos de dirección y respuesta para hacer frente a las distintas situaciones de emergencia definidas, detallando su composición y funciones. Se establecen dos fases: alerta y emergencia. A su vez, dentro de la fase de emergencia existen 3 niveles (situaciones): desde la menos grave (situación 0) a la más grave (situación 3).

En el caso del Polex 22 se declaró la emergencia en nivel o situación 2, basándose en que "cuando la contaminación por hidrocarburos tenga por fuente el combustible de un buque esto dará lugar a la declaración de dicha situación".

El PMN establece los criterios de coordinación con el resto de planes del Sistema Nacional de Respuesta y los protocolos de comunicación y notificación entre los distintos agentes implicados. Constituye una norma viva práctica y operativa, que ha de estar sometida a una continua revisión, en función de las lecciones aprendidas en incidentes reales y en ejercicios.

puesto de contaminación definido, se activa el nivel correspondiente y se dimensiona la respuesta. En relación con el nivel activado, el ámbito de actuación será local, autonómico, nacional o internacional.

Además de los ejercicios de activación del Plan Marítimo Nacional, periódicamente se realizan ejercicios de lucha contra la contaminación por parte de las unidades marítimas y aéreas –coordinados por los centros de coordinación de Salvamento Marítimo–, para mejorar la capacitación de las tripulaciones. En este grupo, se engloban los ejercicios de despliegue de barreras o de toma de muestras.

El director general de la Marina Mercante, Benito Núñez Quintanilla, fue un paso más allá y quiso poner el foco en la importancia de la labor diaria que desarrolla la Administración Marítima española, para que un accidente de contaminación no se produzca. Abarcando no solo la respuesta, sino también la prevención. "Han pasado 20 años desde el accidente del Prestige y en este tiempo se ha observado un descenso continuado de este tipo de incidentes. Hemos pasado de una media de 8 grandes vertidos al año, a comienzos de la década del 2000, a uno o ninguno", resumió el director general.

Núñez también se refirió a la relevancia de los esfuerzos realizados a nivel europeo, tras los accidentes del Erika y del Prestige, para cuidar de la salud de los mares estableciendo medidas como: acelerar la retirada de petroleros de casco sencillo, y establecer un régimen de inspección riguroso, de manera que los buques extranjeros que recalen en puertos de la UE tengan que ser controlados por los propios estados europeos. "La mejor emergencia es la que no llega a producirse", concluyó. ■

El Gabinete de Formación y Documentación del CEDEX es la unidad básica para el cumplimiento de una de las misiones estatutarias clave del CEDEX, la transferencia del conocimiento, como servicio fundamental a la sociedad española

El CEDEX, herramienta de transferencia de conocimiento de la Ingeniería Civil y el Medio Ambiente

- **Texto: Javier Cachón de Mesa,** Director del Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX
- **Fotos: Javier Plasencia,** CEDEX

El Gabinete de Formación y Documentación del CEDEX es la unidad encargada de facilitar la difusión y transferencia del conocimiento y la tecnología española a la sociedad en su conjunto en el ámbito de la Ingeniería Civil, el transporte y la movilidad, la Edificación y el Medio Ambiente. Su esencia se manifiesta a través de sus capacidades de Formación (Másteres, Cursos, Jornadas, Conferencias, etc.), su amplio catálogo editorial (Monografías; Series Temáticas Revista de Ingeniería Civil) y el importante fondo documental que atesora puesto a disposición del público especializado a través de su servicio de documentación y su red de bibliotecas.

El Gabinete de Formación y Documentación del CEDEX es la herramienta fundamental del organismo para transferir a la sociedad española el conocimiento científico-técnico del organismo.

Introducción

El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) es un organismo público de vanguardia en el ámbito de las obras públicas, la movilidad, el medio ambiente y el cambio climático. Fundado en 1957, tras sucesivas modificaciones ha evolucionado hasta convertirse en la actualidad en un centro de referencia en múltiples campos relacionados con la Ingeniería Civil, la edificación y el Medio Ambiente.

Su adscripción orgánica al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma) y funcional a este último y al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Miteco) y su calificación como Medio Propio de la Administración General, lo configuran como un centro de asistencia técnica de alto nivel de la administración en las distintas actividades que constituyen su esencia. Estas actividades tienen por objeto el desarrollo de las funciones que su estatuto establece:

- Asistencia técnica especializada basada en el ensayo y experimentación en equipos e instalaciones singulares.
- Impulso decidido a la I+D+i aplicada a sus campos de actividad específica.
- Transferencia de conocimiento mediante programas de Formación interna y externa y la publicación de documentación técnica de vanguardia a través de su programa editorial y de la revista Ingeniería Civil.

Para desarrollar su actividad, el CEDEX se organiza en unidades técnicas denominadas Centros o Laboratorios: El Centro de Estudios Hidrográficos, que desarrolla su actividad en torno a las aguas continentales y sus infraestructuras naturales o artificiales; el Centro de Estudios de Puertos y Costas, que realiza actividades relacionadas con las aguas de transición, costeras y marinas, la costa y las infraestructuras asociadas a ese medio; el Centro de Estudios del Transporte que dedica sus esfuer-

zos en materia de carreteras y transporte y movilidad en general. El Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas que orienta su trabajo al estudio del estado del medio ambiente, los impactos que recibe y la propuesta de medidas correctoras al mismo; el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales especializado en estructuras de ingeniería civil o edificación, así como materiales y productos utilizados en construcción; el Laboratorio de Geotecnia que focaliza sus trabajos en aspectos relacionados con la mecánica de suelos y de rocas y en general, con la ingeniería geológica y geotécnica aplicada; el Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo cuyo objeto es la puesta en valor del patrimonio histórico de las obras públicas así como su recuperación, conservación y enriquecimiento y el Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria, el más joven de los que integran el CEDEX, cuya desempeño fundamental es el ensayo de componentes y líneas equipadas con el sistema de señalización ferroviaria ERTMS (European Rail Traffic Management System).La descripción prolija de todas las actividades que desarrolla el CEDEX puede consultarse en su página web www.cedex.es

El Gabinete de Formación y Documentación del CEDEX

El Gabinete de Formación y Documentación del CEDEX realiza una función que es la esencia fundamental del CEDEX, como es la transferencia del conocimiento desarrollado por el organismo poniendo a disposición de la sociedad española y de la comunidad internacional a las que sirve, formación e información técnica y científica de alto nivel en las materias competencia de los ministerios de los que depende, Mitma y Miteco.

El Gabinete, que desarrolla sus funciones desde casi la misma creación del CEDEX, ha evolucionado en su funcionamiento desde entonces y en la actualidad está desplegando el desarrollo de medios propios de los tiempos actuales, a través de nuevas tecnologías de información y comunicación, utilizando cada vez con mayor intensidad los medios de difusión remotos en su quehacer

Las actividades del Gabinete se orientan a proveer cursos de formación, jornadas, eventos y seminarios para trasladar a la comunidad científico-técnica española e internacional los desarrollos tecnológicos logrados por el CEDEX.

Jornada la Contribución de los estudios experimentales a la seguridad de las presas.

XXXIX Curso Sobre Tratamiento de Aguas Residuales y Explotación de Estaciones Depuradoras.

diario, como la celebración de sus actividades de formación remota, la adquisición de publicaciones a través de internet o la difusión de documentación también mediante medios electrónicos. Todo ello abre nuevos horizontes para situar al CEDEX en la vanguardia tecnológica mediante una difusión más efectiva del conocimiento.

El Gabinete tiene dos grandes áreas de actuación; por un lado, las actividades relacionadas conla formación y por otro todas aquellas relacionadas con la documentación generada por el CEDEX que se describen brevemente a continuación.

Formación

Formación Interna

La formación continua tanto del personal propio del CEDEX como del resto de ministerios, es no sólo una necesidad incontestable para mantener el nivel de especialización y conocimiento imprescindible en cualquier organización, si no también una obligación de carácter legal recogida en la legislación básica de la función pública y el propio estatuto vigente del CEDEX. Para ello, el CEDEX desarrolla un programa de formación interna de carácter anual, abierto tanto al personal del CEDEX como de los ministerios de los que depende, dicho programa cumple con los requisitos de potenciar las capacidades del personal desde un punto de vista técnico, dando respuesta así a las necesidades detectadas por los propios centros del organismo y atendiendo de esa forma al derecho del personal al perfeccionamiento personal y profesional.

Sólo por citar un año, a lo largo de 2021 y a pesar de las dificultades persistentes en el mismo como consecuencia de la pandemia, se realizaron 51 cursos con la participación de cerca de 400 alumnos. Para ello, en buena medida muchos de los cursos se llevaron a cabo de forma remota, a través del desarrollo del uso de la plataforma de aprendizaje de Moodle y la apertura de un Campus Virtual de formación del CEDEX en el que se pone a disposición de los usuarios todo el catálogo de actividades de formación desarrolladas. Entre otras actividades, se han llevado a cabo cursos de “Procesamiento y análisis de datos con Phyton”; cursos de “Tecnologías de Información Geográfica”, “Excell avanzado”, etc., que se encuadran en programas generales relacionados con la Tecnología de la Información, Idiomas y Salud laboral.

Resulta necesario destacar, entre las actividades de formación, la creación de la iniciativa denominada “Sabemos lo que Hacemos”. Con ella, se trata de difundir y compartir entre todos los miembros del CEDEX, pero también de forma

abierta a quien quiera incorporarse desde fuera del CEDEX, de una manera asequible, trabajos específicos desarrolladas por las unidades de cada centro que, de otra forma, hubieran sido difícilmente conocidos para el conjunto del personal del CEDEX. Esta actividad celebrada semanalmente, ha tenido una gran acogida.

Formación Externa

El CEDEX ha venido desarrollando a la largo de su historia una intensa actividad de formación externa, transfiriendo a la comunidad su conocimiento a través de la celebración de cursos, seminarios y jornadas dirigidas a un público especializado tanto español como internacional, especialmente del mundo Iberoamericano.

Entre los cursos ofrecidos por el CEDEX, destaca especialmente el Máster en Mecánica del Suelo e Ingeniería Geotécnica que este año ha celebrado su 40 aniversario. Se trata de un título propio, de carácter habilitante, otorgado por la Universidad Nacional de Educación a Distancia y codirigido desde el Laboratorio de Geotecnia del CEDEX. Conviene destacar el esfuerzo realizado por su profesorado para adaptarse a las condiciones que marcó la pandemia, cuando se decidió llevarlo a cabo parcialmente de forma remota, lo que ha supuesto un gran éxito y facilitado una mayor participación de manera que en su última edición han participado 25 alumnos que es el número considerado apropiado para un mejor desempeño.

Aplicando las nuevas tecnologías de Información, también se ha preparado y llevado a cabo la realización de un curso remoto sobre el sistema de señalización ferroviaria ERTMS, desarrollado por personal del LIF en inglés, del que se celebrarán sucesivas ediciones ante la demanda existente.

EL CEDEX dispone de un amplísimo fondo documental científico-técnico en los campos de su actividad.

También se realiza anualmente el Curso Sobre Tratamiento de Aguas Residuales y Explotación de Estaciones Depuradoras, en este año en su 39ª edición, un curso con gran prestigio nacional e internacional, del que también se ha llevado a cabo una edición en remoto para Instituciones Argentinas.

Para finalizar debe mencionarse especialmente la celebración de jornadas, eventos, reuniones monográficas, etc. que se llevan a cabo tanto por unidades del CEDEX (como las jornadas de Ruido Ambiental, sobre Planes de Acción contra el ruido en la IV fase de la Directiva ruido o de Presas, sobre la Contribución de los Estudios Experimentales a la seguridad de las Presas celebradas en noviembre de este año).

Por último, en el apartado de Formación debe subrayarse los programas de cooperación educativa llevados a cabo por el CEDEX y que facilita el Gabinete de Formación y Documentación. Dichos programas se dirigen al mundo universitario y de la Formación Profesional reglada. Esta labor se enmarca a través de Convenios específicos de cooperación educativa; actualmente el CEDEX tiene firmados convenios con 11 Universidades españolas al objeto de acercar la práctica de trabajo del CEDEX a estudiantes de grado o máster permitiendo completar su formación a través de las obligadas prácticas universitarias y la realización de Trabajos Fin de Grado o de Máster. De igual forma, en estos momentos se dispone de cinco convenios con Institutos de educación Secundaria de Madrid que facilitan la realización de prácticas a sus alumnos en los centros del CEDEX.

Documentación y Publicaciones CEDEX

Documentación y Red de Bibliotecas

El CEDEX presta un importante servicio documental en las materias propias de su ámbito de trabajo dirigido a su personal, pero también al público especializado que así lo reclame. Para ello, cuenta con una red de bibliotecas, ubicadas en algunos de sus centros, que atesora un importante fondo documental con cerca de 135 000 referencias bibliográficas y más 167 000 volúmenes de documentación técnica nacional e internacional.

Además, este fondo editorial se mantiene de forma permanente, mediante la adquisición de monografías especialidades, libros, revistas y normas técnicas nacionales e internacionales, como las UNE, ISO; CEN-TS, entre otras. En el afán de incorporarse a las nuevas tecnologías, una parte muy importante de las adquisiciones realizadas lo han sido en formato electrónico y de hecho, el acceso a toda la información documental es público y accesible a través de la página web http://vopac.cedex.es/opac .

Por otro lado, a través de los servicios de la Biblioteca del CEDEX se tiene acceso a la base de datos WOS (Web of Sciences), con referencias bibliográficas multidisciplinares de carácter internacional, gracias a la subscripción proporcionada por la FECYT.

Mención especial merece las publicaciones realizadas en los últimos años a partir de la documentación de los archivos de Eduardo Torroja y Carlos Fernández Casado, depositados en el CEDEX y gestionados por el CEHOPU.

Publicaciones

Como ya se ha indicado, el papel de transferencia del conocimiento del saber del CEDEX es una misión fundacional y clave para compartir el progreso científico técnico que realiza el organismo, lo que sin duda alguna genera un beneficio a la sociedad española y especialmente a la parte de su sociedad civil dedicada a la Ingeniería Civil, el Medio Ambiente y la Edificación. Una de las vías más eficaces para el cumplimiento de ese fin es la constante edición de publicaciones técnicas y de la revista Ingeniería Civil. Las publicaciones del CEDEX se organizan a través de la edición y publicación de series que agrupan desde Cuadernos de Investigación hasta monografías específicas, pasando por Manuales y Recomendaciones o Normas técnicas, por citar algunas de ellas. En aras de facilitar su accesibilidad al público interesado, se dispone de un catálogo de publicaciones permanentemente actualizado en el sitio web catalogo.cedex.es/

Este trabajo se lleva a cabo a través del propio programa editorial del CEDEX que funciona como unidad editorial de Mitma, dentro del Plan General de Publicaciones de la AGE.

El CEDEX a través de su programa editorial provee a la sociedad de información científico-técnica a través de su amplio catálogo de publicaciones.

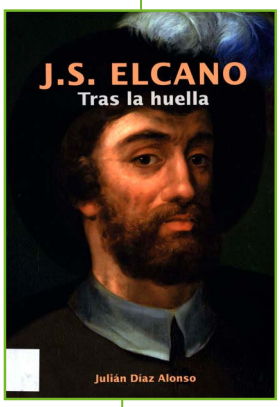
Biblioteca Central del CEDEX.

Por último, pero no por ello menos importante, hay que resaltar que el CEDEX edita una publicación con periodicidad cuatrimestral, la revista Ingeniería Civil, que es una publicación de carácter técnico-científico en los campos de trabajo del propio CEDEX. Esta revista se constituye así como vía principal para difundir la innovación tecnológica promovida por el CEDEX, tanto con artículos de sus propios técnicos, como de colaboradores externos al CEDEX, lo que ha facilitado la participación de empresas españolas que lideran grandes obras de infraestructura a nivel global.

La revista del CEDEX suele incluir entre 7 y 10 artículos técnicos inéditos, de alto nivel científico-técnico, disponiendo además de otras secciones no técnicas. Se incluyen, además, otras secciones no fijas en las que se recogen colaboraciones vinculadas al mundo de la ingeniería civil, eventos científico técnicos celebrados, reseñas de publicaciones y biográficas. Todos sus números se editan en formato papel, pero también en formato electrónico, pudiendo tener acceso a los mismos a través del sitio web: http://ingenieriacivil.cedex.es/

Terminamos ya esta pequeña descripción de las actividades realizadas por el Gabinete de Formación y Documentación del CEDEX como canal fundamental de la transferencia de su conocimiento a la sociedad española a la que sirve, esperando haber despertado el interés del lector para profundizar en sus contenidos y poniéndonos todos los que formamos el equipo del Gabinete a su disposición. ■

Todos los libros reseñados están catalogados y disponibles para consulta en la biblioteca general del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana: https://www.fomento.gob.es/Webopacinternet/abnetcl.exe/



Autor: Julián Díaz Alonso
Editores: Irsasmuseum Bilbao, Elkano Fundazioa y Aquarium Donostia

J. S. Elcano. Tras la huella

La vida de Juan Sebastián Elcano ha sido tratada en numerosas ocasiones desde el punto de vista del explorador que da la vuelta al mundo por primera vez en la Historia. Como informa el autor en su introducción, esta vez se narra un periodo de la vida del navegante desde el punto de vista humano, como observador de su entorno, lo que aporta un novedoso punto de vista comparado con estudios anteriores. Díaz Alonso toma como base ese primer viaje de circunvalación de la Tierra y los escritos propios o ajenos, basados en las crónicas y experiencias del navegante, apoyándose en la numerosa documentación existente sobre el tema, como lo demuestra la enorme profusión de notas que dan fiabilidad al estudio. El origen de esta biografía es la investigación realizada por el autor para el comisariado de la exposición Tras las huellas de Elkano, que tuvo lugar en el Irsasmuseum de Bilbao, y de la se da cuenta al final del libro con un breve reportaje fotográfico.

Medidas para el impulso de la competitividad del sistema portuario español

Esta breve publicación describe, a través de la Comisión de Puertos de la Cámara de Comercio de España, las 41 medidas vinculadas a los distintos ámbitos con las que contribuir a la renovación del sistema portuario español. Apunta el libro en su resumen ejecutivo que el modelo portuario cuyas bases se establecieron a finales del siglo XX, con los cambios producidos hasta ahora, necesita una actualización del sistema en su conjunto. Apunta también que el momento actual es una oportunidad única, por la presencia de los fondos europeos, de llevar a cabo las reformas necesarias para la renovación del sistema. La publicación desarrolla cada uno de los puntos de forma sencilla y esquemática, y se completa con un anexo con una relación de las distintas materias para programas específicos para, por ejemplo, transportistas o agentes de aduana.

Autor: VVAA
Editor: Cámara de Comercio de España

Autor: VVAA
Editor: Mobility City, Fundación IberCaja y Grant Thornton

La movilidad sostenible del futuro y el impacto sobre los ODS

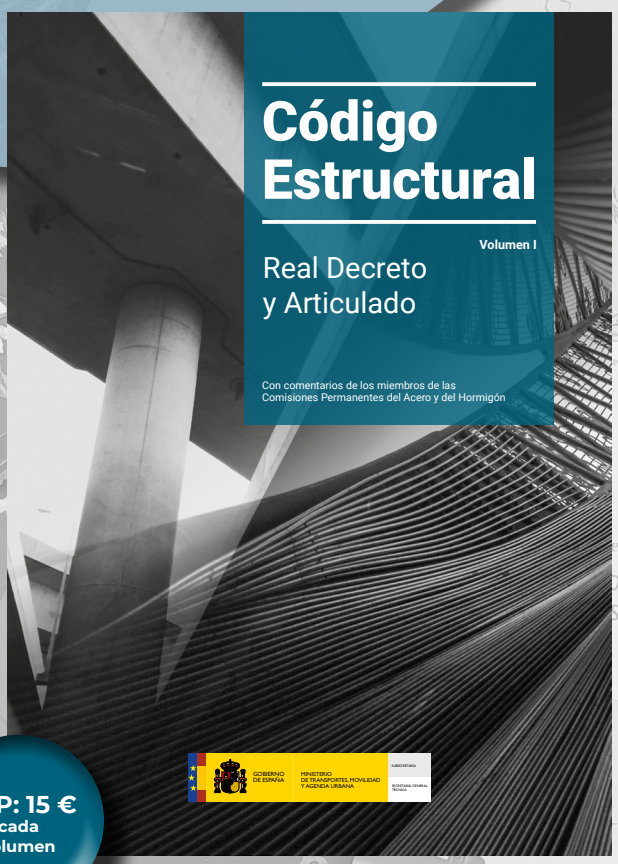
Se trata de la publicación del informe del III Observatorio de la Movilidad Sostenible de la consultoría Grand Thomson, un documento de reflexión y referencia para analizar hacia dónde vamos en el camino de la transformación de la movilidad del futuro. El contenido de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se plantea como el único camino para conseguir una sociedad equilibrada capaz de vivir en sintonía con el planeta. En el informe se analiza la Agenda 2030 y los ODS, la importancia de apostar por la movilidad sostenible, se describen las bondades del vehículo eléctrico y del vehículo conectado y se plantea la necesidad de la colaboración entre el sector público y el privado para conseguir todos los objetivos. Se completa con una doble página de conclusiones, expuestas de forma concisa y muy clara para el lector interesado.

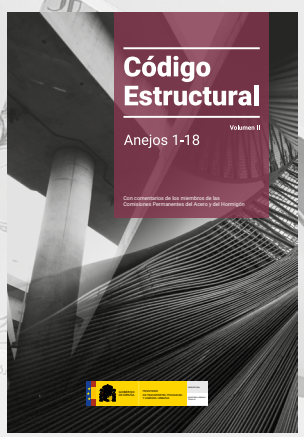
Librería del Mitma

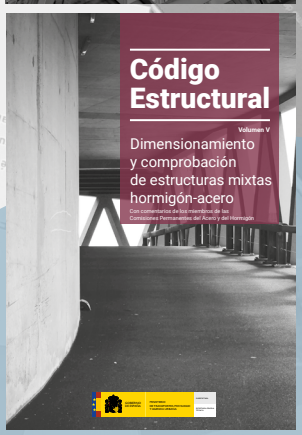
Virtual: https://cvp.mitma.gob.es

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

Novedades







PVP: 15 € cada volumen

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
CENTRO DE PUBLICACIONES

CentrodPublicaciones
Profesionales de la edición en Mitma

ÍNDICE

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

ÍNDICE