

nº 739 / septiembre 2023

mitma

Revista del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana



Puertos con corriente eléctrica **¡Corrientes limpias!**



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA



Trabajamos para ti en tierra, mar y aire

Contenido

nº 739 / septiembre 2023

- 2 Tomas eléctricas para buques atracados
- 16 Mitmactual
- 28 Un ferrocarril de altura
- 40 El Laboratorio Central del CEDEX cumple 125 años
- 52 Mapas de Accesibilidad del IGN
- 64 El OTLE cumple 10 años
- 74 La nueva revolución del ferrocarril
- 84 ENAIRE mejora la gestión de afluencia de vuelos
- 92 Lecturas



125 ANIVERSARIO LCEyM CEDEX

En 2023, el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEyM) cumple 125 años desde su creación.



Créditos

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

Colaboran en este número: Manuel Díaz Gómez; Francisco Jesús Iglesias Andrades; José Ángel Álvarez; Igor Martín; Julio de la Cueva; Javier Rodríguez Ventosa; J. Rueda; I. Carpintero; A. Morales; V. Lanza; B. Mateo; E. López; P. Alaejos; Cristina Calvo Guinea; Alicia González Jiménez; Rocío Báguena Rodríguez; Jorge Patiño Portillo; Alfonso Sánchez Cañas; Adrián Fernández Carrasco; Alejandro Muñoz Delgado; Miguel J. Núñez Sánchez.

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

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://cyp.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.

El suministro de electricidad a buques
en los puertos de Algeciras, Tarifa y Bilbao

Tomas eléctricas



para buques atracados

- **Texto:** Julio de la Cueva, Puertos del Estado; Manuel Díaz Gómez y Francisco Jesús Iglesias Andrades, Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras; Jose Ángel Álvarez e Igor Martín, Autoridad Portuaria de Bilbao
- **Fotos:** Dirección General de Movilidad y Transporte, Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras, Autoridad Portuaria de Bilbao

El transporte marítimo se ha incorporado recientemente al esfuerzo por descarbonizar la economía. La flota mercante se enfrenta al nuevo reto de utilizar combustibles bajos en contenido de carbono o que generen cero emisiones. Por su parte, los gestores de las infraestructuras portuarias están comprometidos a suministrar energía eléctrica cuando los buques permanezcan en atraque con sus motores apagados, de igual forma que los vehículos apagan el motor cuando están detenidos con el fin de no generar polución ni ruidos en su entorno.

Este artículo expone los elementos clave de la normativa que conducirá a buques y puertos hacia dicho objetivo, y analiza los planes adoptados por dos Autoridades Portuarias para dotarse de tomas eléctricas a las que se conectarán los buques cuando atraquen en los respectivos puertos de Algeciras, Tarifa y Bilbao.

El suministro de electricidad a buques en puerto en el contexto de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero

En julio de 2021, la Comisión Europea publicó el paquete de propuestas legislativas conocido como “Fit-for-55” cuyo objetivo último es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GHG) para cumplir con los acuerdos de París.

Dicho paquete contiene —entre otras— tres iniciativas trascendentes para el sector marítimo-portuario pues no solo incluye el objetivo de reducir las emisiones de efecto invernadero mediante su inclusión en el sistema del comercio de emisiones europeo (ETS), sino también el objetivo de la mejora continua de la tecnología en la propulsión marina (FuelEU); finalmente, se propone un nuevo Reglamento (AFIR) que exige a los puertos que faciliten el

suministro (distribución) de combustibles alternativos y también la conexión eléctrica a tierra de los buques atracados para que éstos puedan apagar sus motores auxiliares mientras están en puerto.

El transporte marítimo se incorpora al régimen del comercio de emisiones GHG (ETS)

De estas tres iniciativas, la que tiene un impacto más inmediato en la flota es la inclusión a partir de 2024 de las emisiones de CO₂ en el citado régimen ETS. Efectivamente, el Parlamento y el Consejo aprobaron la incorporación del sector marítimo al sistema de comercio de emisiones el 18 de abril y el 25 de abril de este año 2023 respectivamente, mediante sendas modificaciones: de la Directiva ETS y del Reglamento (EU) 2015/757 sobre monitorización, reporte y verificación de las emisiones de CO₂ procedentes del transporte marítimo

(MRV); su publicación en el diario oficial de la Unión Europea (UE) de 16 de mayo establece su entrada en vigor 20 días después, es decir, el 5 de junio de 2023.

Este acuerdo traslada inmediatamente a la Comisión Europea el encargo de aprobar con carácter urgente en otoño y antes de fin de año una serie de actos de ejecución y delegados necesarios para su adecuada aplicación; dichos actos están relacionados con el Reglamento ETS que ya regula la aplicación del ETS a las industrias y a la navegación aérea, y con el Reglamento MRV.

Están previstos, entre otros, los siguientes actos:

- Para la aplicación de la Directiva ETS:
 - Reglas para las administraciones de las compañías marítimas
 - Lista de compañías marítimas que ejercen actividad marítima sujeta al ETS con su asignación a las autoridades administrativas responsables
 - Lista de puertos *hub de contenedores vecinos no de la UE*
 - Lista de islas y rutas marítimas transnacionales sujetas a contratos u obligaciones de servicio público sujetos a exención del ETS
- Para la aplicación del Reglamento MRV:
 - Reglas y métodos para la monitorización de las emisiones GHG
 - Reglas de verificación y acreditación de las emisiones del transporte marítimo
 - Reglas sobre el reporte de emisiones agregadas a nivel de compañía naviera
 - Modelos para los planes de monitorización, reporte de emisiones y agregados a nivel de compañía naviera

Dicha urgencia está determinada por la aplicación del régimen ETS a partir de 2024, lo que implica que el 31 de marzo de 2025 las compañías navieras tienen que remitir los informes sobre emisiones liberadas en 2024 y, antes del 30 de septiembre de 2025 proceder a la compra y rendición de los derechos ETS ante el Registro de la UE.

Por otra parte, hasta 2 billones de euros se dedicarán a proyectos de descarbonización del sector marítimo gestionados por el Fondo de Innovación, lo que representa una cuarta parte de los ingresos adicionales que el régimen ETS va a proporcionar. Estos ingresos serán inferiores durante los años 2024 y 2025 porque está previsto un régimen transitorio en el que el ETS se aplique al 40 y 70 % de las emisiones respectivamente.

Un nuevo Reglamento exige la mejora tecnológica continua en la utilización de combustibles progresivamente descarbonizados en el transporte marítimo (FuelEU)

Por otro lado, la aprobación de la propuesta de Reglamento conocido como FuelEU establece un calendario exigente de reducción de la dependencia del transporte marítimo respecto de los combustibles fósiles. Ello mediante una reducción progresiva de la intensidad de

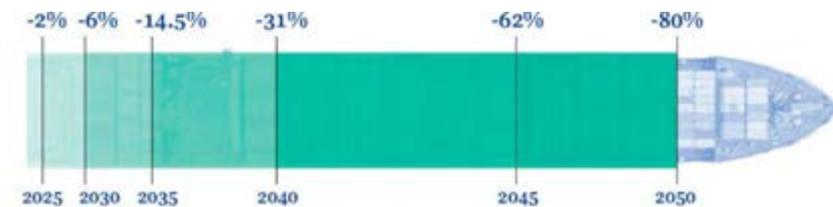
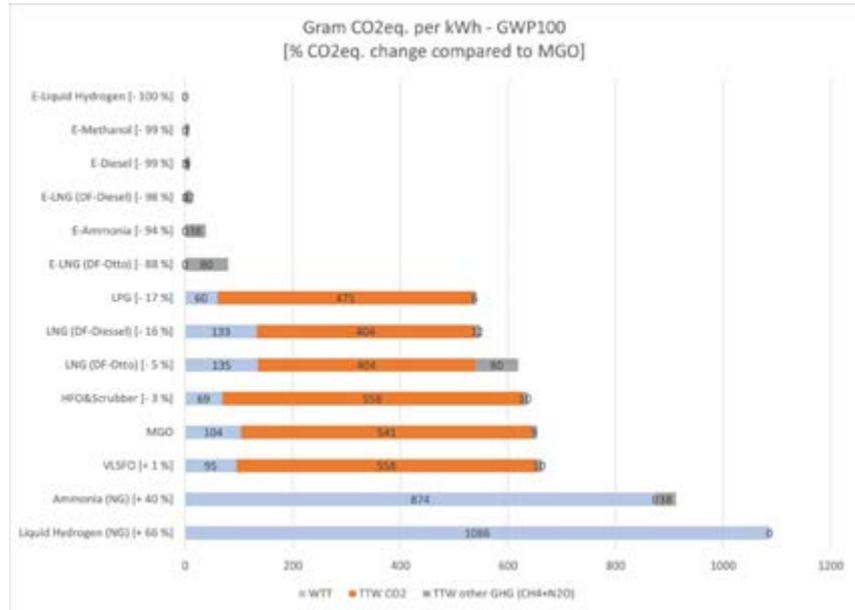


Gráfico de la reducción progresiva de la intensidad de carbono de la energía consumida a bordo.
Fuente: DG Mobility and Transport.



Valores de referencia de los factores de emisión de los combustibles utilizados en el transporte marítimo referidos al factor del gasoil marino (MGO) en gramos de CO₂/kWh.
Fuente: DG Mobility and Transport.

carbono de la energía consumida a bordo —cociente de las emisiones producidas entre la energía consumida— con el ritmo de reducción que figura en el esquema siguiente, y referido al valor de referencia 91,16 g CO₂ eq/MJ.

Los aspectos más importantes a resaltar de FuelEU son los siguientes:

- Las emisiones a las que se aplica FuelEU —así como ETS— incluyen las emitidas durante la estancia en puerto, el cabotaje UE y el 50 % respecto de los trayectos entre un puerto UE y otro no UE.
- Las emisiones, cuantificadas en términos de toneladas de CO₂, incluyen no solo el CO₂ sino

también las emisiones de CH₄ y de NO_x, las cuales se convierten en toneladas de CO₂ equivalentes para incluir su efecto GHG.

- Los factores de emisión para estimar las emisiones a partir del combustible consumido tienen en cuenta todas las producidas a lo largo del ciclo vida de dicho combustible, desde su producción hasta su combustión, en lo que viene a denominarse “well to wake” o “desde el pozo hasta el motor”; obviamente cada tipo de combustible tiene su respectivo factor de emisión asociado (ver diagrama de barras mostrado más arriba).
- Las fugas asociadas a la combustión del gas natural se tienen en cuenta por el gran efecto invernadero que provoca el CH₄.
- La posibilidad de que un buque o naviero utilice varios combustibles, tanto simultáneamente (*dual fuel*) como en momentos distintos de su operativa (*hybrid*).
- Los cálculos se realizan en base a valores por defecto de los

factores de emisión y se permite a las navieras aportar evidencias de mediciones reales que sustenten otros valores distintos en relación con el tramo “tank to wake” o del tanque al motor.

- Las empresas navieras pueden cumplir el calendario consolidando las emisiones de varios buques o pueden asociarse con otras navieras para consolidar varias flotas, incluso pueden acumular excedentes de emisiones respecto a lo exigido en el calendario para aplicarlos en años sucesivos.

Además de la progresiva descarbonización de la energía consumida a bordo, y con el mismo objetivo, la iniciativa FuelEU exige a los barcos que cuando estén atracados se conecten a la red eléctrica o utilicen otros combustibles alternativos de cero emisiones.

En concreto, esta obligación es exigible a partir de 2030 para los buques de pasaje (ferris y cruceros) y portacontenedores de más de 5000 GT que hagan escala en los puertos de la Red Principal de la Red Transeuropea de Transportes (TEN-T), así como de la Red Básica TEN-T a partir de 2035 siempre que existan instalaciones apropiadas en los mismos. Esta obligación nos da pie a comentar la tercera iniciativa que afecta más directamente a los puertos como proveedores de infraestructura para la prestación de servicios a los buques.

Nuevo Reglamento sobre infraestructura para el suministro de combustibles alternativos (AFIR)

Por último, la tercera iniciativa mencionada se refiere al nuevo Reglamento sobre infraestructuras para combustibles alternativos, conocida como AFIR, cuyo ámbito

se extiende a todos los modos de transporte, y que para el sector marítimo implica —entre otras— la obligación de dotar a los puertos de la red TEN-T de instalaciones de suministro eléctrico para atender al 90 % de las escalas de los buques de pasaje y portacontenedores: tecnología que se conoce con la abreviatura de OPS del inglés “onshore power supply”, suministro eléctrico desde tierra.

Esta tecnología permite a los buques que estén preparados para ello, y durante su estancia atracados en puerto, conectarse a la red eléctrica apagando sus motores auxiliares diésel. De esta manera, se evitan emisiones de gases de efecto invernadero (CO₂, nitrógeno y dióxido de azufre, etc.), vibraciones y ruidos, con el consiguiente beneficio para el medioambiente y la salud pública.

Sin esperar a que estas dos iniciativas: FuelEU y AFIR fueran formalmente aplicables —pues ya han sido aprobadas por el Pleno del Parlamento— las Autoridades Portuarias llevan varios años preparándose para estar en disposición de proporcionar el suministro de electricidad a los buques en atraque en 2030.

Un buen ejemplo de esta acción anticipatoria es la llevada a cabo por la Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras y por la Autoridad Portuaria de Bilbao, cuyos proyectos son objeto de análisis a continuación y que aportarán los siguientes beneficios:

- A la sociedad: reducción de emisiones GHG
- A la población residente cerca de los atraques:
 - Eliminación de ruidos y vibraciones en las proximidades del atraque
 - Eliminación local de las emisiones contaminantes

afectando a la salud de la población

- A las navieras:
 - Mejora de la imagen medioambiental ante sus clientes y la ciudad portuaria
 - Mejora de la calidad de la estancia a bordo de la tribulación y pasaje (ausencia de vibraciones)
 - Reducción de las horas de utilización de los motores auxiliares

Descripción del Proyecto OPS de la Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras

El Proyecto de la Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras (APBA) para suministrar energía eléctrica en sus atraques constituye una **inversión estratégica** que tiene por objeto electrificar los muelles de ferries y portacontenedores desplegando la infraestructura de la tecnología **OPS (onshore power supply)** también conocida como **cold ironing**.

La Autoridad Portuaria gestiona los puertos Bahía de Algeciras y Tarifa, en los cuales desarrolla un modelo de gestión sostenible en el marco de su Sistema de Gestión Ambiental, que se mantiene y refuerza cada año y está basado en los modelos más exigentes a escala internacional: norma UNE-EN ISO 14001, PERS de ECOPORTS y el reglamento EMAS.

La APBA ha elaborado su **Estrategia Verde 2021-2026** con el propósito de definir sus líneas estratégicas en materia de sostenibilidad. El objetivo principal del plan es promover la mejora de los tres pilares de sostenibilidad: ambiental, social y económica en los puertos que gestiona y su entorno. Cada uno de estos pilares tienen una serie de Compromisos de Sostenibilidad (CS), en concreto



Puerto de Algeciras.

Fuente: Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras.

el CS 3: *Transición Energética e Infraestructuras sostenibles*, recoge entre otras líneas de actuación la **A.3.5 Electrificación de muelles**.

De acuerdo con lo anterior, y con objeto de contribuir a la descarbonización del sector portuario, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero y el resto de los impactos ambientales y sociales asociados al uso de combustibles fósiles, la APBA tiene planes para dotar de tomas de electricidad para los buques atracados en sus muelles en el Puerto de Algeciras y en el de Tarifa.

Los tres hitos o antecedentes más relevantes de dichos planes se remontan al año 2007 cuando la Autoridad Portuaria solicitó a la

compañía distribuidora de la zona (Edistribución Redes Digitales SLU) punto de conexión para atender su demanda eléctrica futura, y tras el cual la APBA promovió la construcción de las infraestructuras eléctricas necesarias para proporcionar al Puerto de Algeciras una potencia de 78,4 MVA ampliable en el futuro. Entre dichas infraestructuras se encuentra la subestación eléctrica de distribución Isla Verde, situada en el centro de gravedad de la zona portuaria.

El siguiente hito lo constituyó el encargo en 2014 a Isdefe —empresa útil del Estado especializada en este campo de la ingeniería— de una primera planificación de necesidades de infraestructura eléctrica

para satisfacer la demanda futura de OPS en el de Puerto de Algeciras y en el Puerto de Tarifa.

El último hito se sitúa en 2019, cuando la Autoridad Portuaria se adhirió a la Agenda 2030 de la Red Mundial de Ciudades Portuarias (AiVP), con 17 objetivos de desarrollo sostenible compartidos con las Naciones Unidas: uno de los cuales es la reducción de la huella de carbono a la que contribuye de forma relevante el OPS.

Instalaciones OPS en el Puerto de Algeciras

El primer proyecto de suministro eléctrico a buques atracados en puerto, en este caso para embarcaciones de pequeña potencia: em-



Muelle de Embarcaciones Auxiliares (embarcaciones pequeña potencia).
Fuente: Google Earth.

barcaciones auxiliares, patrulleras de Guardia Civil y del Servicio de Vigilancia Aduanera, etc., se puso en servicio en el año 2014 en el muelle de Embarcaciones Auxiliares del Puerto de Algeciras. Se instalaron un total de 28 bloques/tomas de suministro de agua y electricidad. En el caso del suministro eléctrico, a una tensión 230/400 V y potencias máximas de 22 kW y 43,5 kW. La potencia total prevista ronda los 290 kW y se alimentan desde dos centros de transformación de titularidad de la Autoridad Portuaria situados próximos a estos atraques, que a su vez están conec-

tados a las redes de distribución en MT existentes en esta zona del Puerto. Estos bloques funcionan de manera automática mediante un *ibutton* que tiene el usuario.

En el caso de buques de mayor potencia, la Autoridad Portuaria se ha planteado actuar inicialmente sobre los muelles de la Dársena de la Galera, que se corresponden con atraques de buques Ro-Pax, Ro-Ro y embarcaciones de servicios, para posteriormente avanzar hacia los restantes muelles.

Para la Dársena de la Galera, dado que la potencia prevista inicialmente para OPS se estimó



Conexión a la red de distribución para OPS de la Dársena de la Galera: Zonas 1 a 3.
Fuente: Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras.



Bloque suministro agua y electricidad.
Fuente: Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras.

en 8,3 MW (Isdefe, 2014), y se tiene conocimiento de la disponibilidad de potencia en las redes de MT que la distribuidora tiene próxima a los muelles objetivo, la conexión a la red eléctrica general en este caso se plantea con tres acometidas, desde los puntos de conexión concedidos:

- Zona 1 “Embarques Tánger” en 20 kV y una potencia de 4 MW, que atenderá las tomas de los atraques 0 hasta 5 de los *ferries* de Tánger.
- Zona 2 “Isla Verde Interior” en 20 kV y una potencia 2 MW, desde donde se suministrará energía eléctrica a las tomas de los atraques del 6 al 8 de Ceuta y muelle de Isla Verde Interior.
- Zona 3 “Príncipe Felipe” en 20 kV y una potencia 2,3 MW, para alimentar los muelles Príncipe Felipe y tramo inicial del Dique Norte (Ro-Ro).

Para acometer al resto de muelles del Puerto de Algeciras: muelles Juan Carlos I Sur, Este y Norte



Conexión a la red eléctrica de distribución para OPS Puerto de Algeciras: Zona 4. Fuente: Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras.



Subestación Eléctrica Isla Verde en Algeciras. Fuente: Google Earth.



Previsión distribución de tomas (ISDEFE-2014). Fuente: Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras.

(terminal de contenedores), resto de atraques del Dique Norte, Ro-Ro Isla Verde Exterior, muelles de Isla Verde Exterior Norte y Este (terminal de contenedores), así como el Dique Exento, se plantea:

- Zona 4 “OPS Puerto de Algeciras” para una demanda inicial estimada de unos 34 MW, considera la conexión en barras de 66 kV en la subestación de distribución Isla Verde, así como la construcción de una subestación eléctrica tipo cliente.

A medio plazo la Autoridad Portuaria prevé que las tres acometidas primero mencionadas en 20 kV puedan materializarse también en 66 kV y desde la subestación tipo cliente.

Finalmente, en el caso del Puerto de Algeciras, la propuesta final de puntos de suministro a buques podría ser el mostrado en la siguiente imagen.

Instalaciones OPS en el Puerto de Tarifa

Los planes para la dotación de energía a los muelles del Puerto de Tarifa pasan por dos acometidas a la red general eléctrica:

- Zona 1 “Marina” que suministra energía a los seis pantalanes de embarcaciones deportivas. Esta instalación está en operación desde el año 2017, en este caso se trata de pequeña potencia que se alimenta desde una centralización de contadores próxima a dichos pantalanes.
- Zona 2 “Resto Puerto” en la que la Autoridad Portuaria estima una potencia de 1MVA para dotar de tomas de suministro eléctrico en los atraques de la zona pesquera (barcos atuneros y embarcaciones auxiliares), atraques 2 y 3 donde atracan los ferries que prestan el servicio regular con la Ciudad de Tánger, y el atraque 1, donde atracan



Conexión a la red eléctrica de distribución para OPS del Puerto de Tarifa.
Fuente: Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras.



embarcaciones varias como patrulleras del servicio de Aduanas, de la Guardia Civil, buques de investigación oceanográfica del IEO, Universidad de Cádiz, etc. En el caso de esta acometida, el punto de conexión inicial concedido en 2020 se encuentra justo

en la fachada de la zona comercial del Puerto de Tarifa, conectándose a la red de distribución existente de 20 kV.

Para el Puerto de Tarifa, la propuesta final de puntos de suministro a buques sería el reflejado a continuación.

Previsión distribución de tomas (ISDEFE-2014).
Fuente: Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras.

Resumen de tomas eléctricas

En resumen, una primera aproximación a la dotación de tomas proporciona la siguiente estimación:

Tomas de conexión eléctrica ALGECIRAS

		Zona 0	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
		Emb. Auxiliares	Galera 0 - 5	Galera 6-8 + IV Interior	Ppe. Felipe + ro-ro DN	Resto Algeciras
Cajas Conexión	BT (230/400 V)	28			5	
SGC*	BT (400 V)			5	2	
	AT (6,6 kV o 1 kV)		6	1	2	14
Cajas conexión	AT (6,6 kV)			1	2	35

Tomas de conexión eléctrica TARIFA

		Zona 1	Zona 2		
		Marina	Pesca+ro-ro'+Dique		
Bloques	BT (230 V)	25			
SGC*	BT (400 V)		2		
Cajas conexión	BT (400 V)		15		

*SGC: Sistema de Gestión de Cables

Financiación

La Autoridad Portuaria cuenta con financiación de la UE a través de los Fondos de Reconstrucción y ha solicitado también la ayuda del instrumento financiero CEF para distintos elementos de este Plan OPS.

El presupuesto estimado de este Plan asciende a 34,96 millones de euros para Algeciras y a 1,69 millones de euros para Tarifa, incluyendo tanto los estudios como la ejecución y puesta en operación de las instalaciones.

Calendario

Promotor	Puerto	Terminal	Flota a suministrar				Disponibilidad									
			Ferris ro-ro ...	Container	Cruceros	Otros	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	
AP	Algeciras	Zona 4: APM + TTI + Diques N y Ex + Roro Ex	✓	✓												
AP	Algeciras	Zona 3: Príncipe Felipe + tramo 1º dique N	✓			✓						✓				
AP	Algeciras	Zona 2: La Galera 6, 7 & 8 + Isla Verde Int.	✓									✓				
AP	Algeciras	Zona 1: La Galera 0-6	✓										✓			
AP	Tarifa	Zona 2: Atraque 1 (Dique)				✓								✓		
AP	Tarifa	Zona 2: Atraques 2 & 3 con Tanger	✓											✓		
AP	Tarifa	Zona 2: Muelles pesqueros				✓								✓		
AP	Tarifa	Zona 1: Marina				✓	✓									



BilbOPS para el suministro de energía eléctrica en los atraques de los buques del Puerto de Bilbao.

Descripción del Proyecto BilbOPS

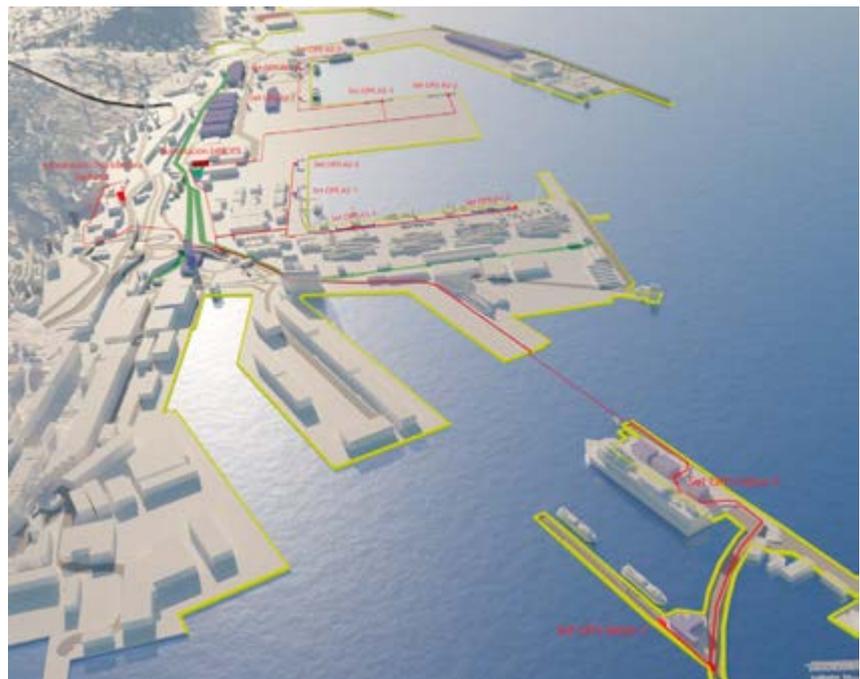
El Proyecto de la Autoridad Portuaria de Bilbao para suministrar energía eléctrica en sus atraques se denomina BilbOPS y constituye una **inversión estratégica** que tiene por objeto electrificar los muelles para *ferries*, portacontenedores y cruceros desplegando la tecnología OPS, con **11 subestaciones OPS**.

El proyecto BilbOPS en cifras

El Puerto de Bilbao necesitará 30 MW de potencia instalada para la puesta en servicio de BilbOPS que está prevista en 2025, y para ello se reacondicionará la subestación eléctrica de Iberdrola en Santurtzi hasta los 60 MW.

La instalación contará con cuatro acometidas a las que se conectarán las subestaciones SET OPS desde donde se suministrará a los tres grupos de usuarios, tanto en 50 como 60 Hz de frecuencia.

La primera acometida en 6,6/11 kV permitirá la instalación de dos subestaciones OPS de 2,5 MW cada una, en el espigón central aprovechando que la obra civil de



Subestación de la red de distribución, Subestación de abonado (BilbOPS) y sus cuatro acometidas para OPS.
Fuente: AP Bilbao.

este espigón está en curso, lo que representa un ahorro en el coste de las canalizaciones: los buques objetivo de esta acometida son los buques portacontenedores.

La segunda acometida, también en 6,6/11 kV, permitirá la insta-

lación de cuatro subestaciones OPS de 2,5 MW cada una, en la terminal de contenedores. A pesar del fuerte crecimiento del tráfico de contenedores, los requerimientos de potencia adicional en la terminal serán limitados dado el

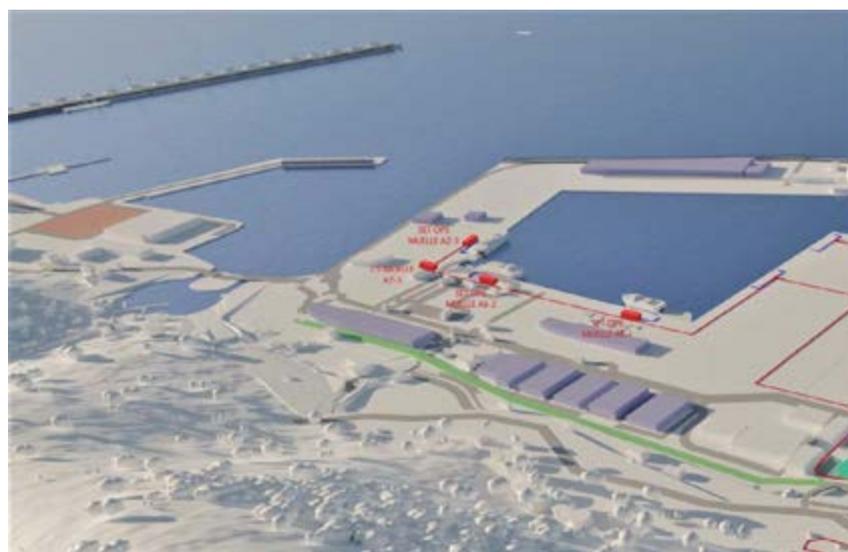
Portada



1ª acometida y 2 SET OPS, canalización y tomas para buques portacontenedores (Espigón central).
Fuente: Autoridad Portuaria de Bilbao.



2ª acometida y 4 SET OPS, canalización y tomas para buques portacontenedores.
Fuente: Autoridad Portuaria de Bilbao.



3ª acometida y 3 SET OPS, canalización y tomas para buques ferris y ro-ro.
Fuente: Autoridad Portuaria de Bilbao.



4ª acometida con cable subacuático y 2 SET OPS, canalización y tomas para cruceros.
Fuente: Autoridad Portuaria de Bilbao.

porte de los buques atendidos en la misma.

La tercera acometida, también en 6,6/11 kV, permitirá la instalación de dos subestaciones OPS de 8 MW cada una, para la terminal de ferries, y una tercera de 2,5 MW en la terminal Ro-Ro para los buques que importan papel desde Escandinavia. Interesa destacar que la manipulación del papel en los puertos está sometida a

exigentes medidas de calidad que evitan que esta mercancía sea contaminada con los gases de exhaustación de los buques que la transportan.

La cuarta acometida suministrará energía eléctrica a los buques cruceros a la tensión de 11 kV en dos subestaciones OPS de 16 MW cada una, por medio de un cable subacuático de aproximadamente 1,34 kilómetros.

Resumen de acometidas y subestaciones transformadoras SET OPS

		Tomas de conexión eléctrica				
		Acometida 1	Acometida 2	Acometida 3		Acometida 4
		Portacontenedores	Portacontenedores	Ferries	RoRo	Cruceros
Set OPS	AT (6,6/11kV)	2	4	2	1	
SEt OPS	AT (11 kV)					2

Financiación de BilbOPS

El Proyecto BilbOPS ha activado una inversión total de 279 millones de euros repartidos del siguiente modo:

- 91 millones de euros de los cuales 51,8 millones se destinan en las instalaciones OPS y el resto en plantas de energía solar y energía eólica (aerogeneradores).
- 188 millones de euros para plantas de generación e instalaciones de distribución y suministro de hidrógeno, metanol y gas natural.

El Proyecto BilbOPS cuenta con ayudas de dos programas europeos diferentes, como puede verse en el esquema financiero de la figura:

- El Programa CEF Transport 2021-2027 financiará el 30% de los trabajos realizados en la Infraestructura eléctrica común, la planta fotovoltaica y

la instalación OPS en los muelles A1, A2, A6, AZ3 y los muelles de cruceros de Getxo; dicha ayuda se elevará hasta los 14,2 millones de euros, de los cuales ya se han anticipado 5 millones de euros.

- El Mecanismo de Recuperación y Resiliencia ha aprobado la financiación para realizar una primera instalación piloto para suministro eléctrico a buques en el muelle A5 por importe de 4,5 millones de euros dentro del proyecto global BilbOPS.

La Autoridad Portuaria ya ha lanzado la primera licitación y prevé que toda esta infraestructura pueda entrar en operación en 2025.

Los costes del Plan OPS para el Puerto de Bilbao se distribuyen de la forma que muestra la tabla, en millones de euros:

Impacto del proyecto BilbOPS

- Para el planeta:
 - Rebaja de emisiones de CO₂ del Puerto en un 38,8 %
 - Reducción emisiones totales CO₂: 9062 toneladas anuales
- Para las personas:
 - Reducción de emisiones (óxidos de nitrógeno dióxido de azufre), ruidos y vibraciones

Strategic Project: Financing structure

CEF Transport 2021-2027: Submitted Quays A1,A2,A6,AZ3,Getxo1,2 y Getxo 3



Estructura financiera del proyecto.

- Mejora directa en condiciones de vida de 125 000 ciudadanos de los municipios próximos de: Getxo, Santurtzi y Zierbena, 116 000 pasajeros y 10 000 trabajadores del puerto
- Para las navieras:
 - Servicio de OPS a más de 900 escalas anuales en los muelles de contenedor, ferris y cruceros

Electricidad generada de manera sostenible

La potencia eléctrica estimada necesaria para ejecutar BilbOPS será generada mediante el *hub* de renovables y toda esta generación verde estará disponible en 2027:

- Planta de eólicos existente de 12 MW desde 2006 (Energías Renovables del Abra)
- Futura planta fotovoltaica en 2 contradiques y marquesinas en áreas de preembarque de las terminales de *ferris* y cruceros con un total de 6 MW de potencia
- Prototipo innovador de energía de las olas que pueda derivar en una planta undimotriz aprovechando la propia infraestructura del Puerto de hasta 12 MW

BilbOPS se enmarca junto a otros proyectos de Petronor/Repsol (Gasineira LNG) y Planta de Hidrógeno e E-fuels, complementándose entre sí y

Costes del plan OPS para el Puerto de Bilbao (M€)

	Ferris	Portacontenedores	Cruceros	Planta fotovoltaica	Suma
Estudios y otros	0,42	0,70	0,64		1,76
Extensión de red	1,83	2,91	0,34		5,08
Canalizaciones y cableado	0,45	0,75	2,49		3,69
Centro OPS	5,62	9,99	11,01		26,62
Tomas	0,92	2,25	2,32		5,52
Planta fotovoltaica				9,13	9,13
Suma	9,24	16,60	16,83	9,13	51,80



Electricidad generada de manera sostenible en el Puerto de Bilbao.

ofreciendo a las navieras diversas opciones y servicios en materia de combustibles alternativos. Esto sitúa al Puerto de Bilbao a la vanguardia en el cumplimiento de los objetivos establecidos por la UE.

Foro colaborativo BilbOPS Forum

Al igual que los principales puertos europeos del Corredor Atlántico, el Puerto de Bilbao está desarrollando también acciones para conseguir una reducción de los costos externos del transporte marítimo. Además de la apuesta por fuentes de energía más limpias, el suministro de electricidad a buques desde muelle, "Onshore Power Supply", tiene un impacto muy importante en la reducción de los gases de efecto invernadero y de ruidos.

Por otra parte, el desarrollo "verde" de este Corredor Atlántico del que forma parte el Puerto de Bilbao contribuirá a que las navieras impulsen también con mayor rapidez la adaptación de sus buques.

En este contexto, y para la definición de la infraestructura necesaria para la electrificación de los muelles del Puerto de Bilbao, se ha trabajado con otros puertos europeos, con las navieras clientes del Puerto de Bilbao, con las asociaciones relevantes del sector y con otros grupos de interés. Tras la definición del proyecto, la propuesta presentada a Europa ha recibido un importante respaldo con 34 cartas de apoyo.

De esta red de contactos nace BilbOPS Forum, un foro de carácter anual para intercambiar mejores prácticas, soluciones innovadoras, modelos de servicio, etc., y asegurar este proyecto cooperativo.

Calendario de BilbOPS

El diseño de estos dos grandes proyectos tiene como antecedente la ejecución previa del proyecto financiado por la UE denominado OPS Master Plan for Spanish ports, en el que se han ejecutado tres instalaciones piloto en los puertos de Tenerife, Las Palmas y Palma de



Entidades y empresas que colaboran en el Proyecto BilbOPS.

Mallorca. Gracias a este proyecto, las Autoridades Portuarias de la Bahía de Algeciras y de Bilbao se han beneficiado de la experiencia adquirida durante la ejecución de dichos pilotos, y han elaborado sendos proyectos con mejor conocimiento de las dificultades a las que se enfrenta la tecnología OPS, tomando las siguientes medidas:

- Disponer de la potencia necesaria de la red eléctrica general en las inmediaciones de los atraques, y acortar los plazos de la tramitación de estas instalaciones.
- Ajustar el coste del suministro eléctrico frente a los combustibles alternativos como el gasóleo marino y el gas natural o la utilización de baterías a bordo, a pesar del relativo menor grado de utilización al inicio de la puesta en operación de estas instalaciones eléctricas.
- Garantizar a las navieras condiciones y procedimientos aceptables para el suministro eléctrico de forma que adapten sus buques cuanto antes para convertirlos en "OPS ready". ■

Promotor	Puerto	Terminal	Flota a suministrar				Disponibilidad								
			Ferries ro-ro ...	Container	Cruceros	Otros	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
AP	Bilbao	Espigón Central		✓							✓				
AP	Bilbao	Muelles A-1 y A-2		✓							✓				
AP	Bilbao	Muelles AZ-3, A6-1 y A6-2	✓								✓				
AP	Bilbao	Terminal cruceros Getxo			✓						✓				



Renfe estrena el AVE Madrid-Marsella

El pasado 28 de julio Renfe cumplió otro hito en la internacionalización del transporte ferroviario al inaugurar en la estación Puerta de Atocha el primer tren de AVE con destino a Marsella, segunda ciudad más poblada de Francia.

El servicio de AVE Madrid-Marsella conecta las estaciones de Guadalajara, Zaragoza, Camp de Tarragona, Barcelona Sants, Girona, Figueras Vilafant, Perpiñán, Narbona, Béziers, Montpellier Saint-Roch, Nîmes, Aviñón-TGV, Aix-en-Provence TGV y Marsella Saint Charles.

Los tiempos de viaje son de 8 horas desde Madrid, media hora menos desde Guadalajara, 6 horas y 40 minutos desde Zaragoza, y 5 horas y 44 minutos desde Tarragona. La ruta Madrid-Marsella suma a los servicios de AVE dos nuevos destinos en Francia: las ciudades de Aviñón y Aix-en-Provence.

Además, esta conexión internacional permite tiempos de viaje en AVE como Barcelona-Nîmes en 3 horas, Figueras-Montpellier en 2 horas, Barcelona-Aviñón en 4 horas, Girona-Marsella en 4 horas, Madrid-Perpiñán en 4 horas y 30 minutos, Tarragona-Montpellier en 3 horas y 51 minutos, o Zaragoza-Nîmes en 5 horas y 25 minutos.

Por otra parte, el inicio del servicio de alta velocidad a Marsella permite duplicar la oferta en el tramo compartido entre las rutas Barcelona-Nîmes, donde Renfe ya puede ofrecer cuatro trenes (dos por sentido) y una combinación de horarios y tiempos de viaje que atraiga al público a ambos lados de la frontera.



Renfe puso a la venta el pasado 21 de junio los billetes para su AVE internacional con una campaña de lanzamiento que ha permitido viajar por 19 euros desde Montpellier o Narbona hasta Barcelona, Zaragoza o Madrid y por 29 euros para la ruta completa.

Este nuevo corredor internacional se suma al que se inauguró el 13 julio para conectar Barcelona, Girona y Figueras con Lyon, y añade a Zaragoza, Guadalajara, Tarragona y Madrid a la lista de ciudades españolas con AVE directo a Francia.

Renfe comenzará a operar a diario en la ruta de Lyon el 1 de septiembre y en la ruta de Marsella el 1 de octubre, ofreciendo 28 circulaciones semanales.

Con la puesta en servicio de estas dos nuevas líneas ferroviarias internacionales (Madrid-Marsella y Barcelona-Lyon), Renfe completa su primer despliegue operativo de AVE en Francia, conectando emblemáticas ciudades como Marsella y Lyon, pero también Montpellier, Narbona, Aix-en-Provence o Aviñón. El siguiente objetivo de Renfe es llegar hasta París y competir como operador de referencia en las tres principales ciudades francesas.



Mitma pone en servicio el nuevo puente de la carretera N-523 entre Cáceres y Badajoz

El Ministerio de Transportes pone en servicio el nuevo puente de la N-523 sobre el arroyo Rivera de la Troya, restableciendo así el tráfico en la carretera que une Cáceres y Badajoz tras los daños causados por la borrasca Efraín en diciembre, que arruinó la obra de drenaje transversal de la vía extremeña a la altura del kilómetro 45, entre Puebla de Obando y Roca de la Sierra, obligando al corte total de la carretera N-523.

El nuevo puente, construido para restituir la obra de drenaje colapsada, está formado por un tablero de vigas y losa de hormigón con una luz de 40 metros y 12,5 metros de ancho. El tablero apoya sobre estribos tipo "cargadero" formados cada uno por una viga transversal apoyada en 4 pilotes de 1,2 m de diámetro y 10 m de longitud, empotrados en terreno rocoso pizarroso. Además, la rasante de la carretera se ha elevado entre 1 y 2 metros de forma localizada para no reducir la sección hidráulica disponible. También ha sido necesaria la reconstrucción de los terraplenes colapsados, cimentaciones, bermas, drenajes firmes y sistemas de contención.

La apertura del puente implica el cierre del desvío provisional para vehículos ligeros, incluidos los de transporte escolar, y los vehículos pesados podrán dejar de utilizar el desvío a través de la A-5 habilitado tras la borrasca.

Además de esta actuación, Mitma concedió un crédito de 6,1 millones de euros para subsanar las graves consecuencias de la borrasca Efraín en las carreteras extremeñas pertenecientes a la Red de Carreteras del Estado, como son: la Autovía del Suroeste A-5 en la provincia de Cáceres, la N-5A, la Autovía Ruta de la Plata A-66 en su tramo norte dentro de la provincia de Cáceres, la N-630, la N-430 y la N-502.

Por otro lado, Mitma sigue trabajando en el proyecto de prolongación de la autovía extremeña A-58, que actualmente está en servicio entre Trujillo y Cáceres, y que conectará Cáceres con Badajoz. El nuevo tramo, de 13,5 kilómetros de longitud, tiene su inicio en las proximidades de la ciudad de Cáceres, enlaza con la A-66, y discurre por los llanos de Cáceres (pasando sobre los ríos Salor y Ayuela). El trazado discurre de noreste a suroeste, manteniéndose sensiblemente paralelo a la traza de la N-523 por el lado oeste de la misma. 🌍



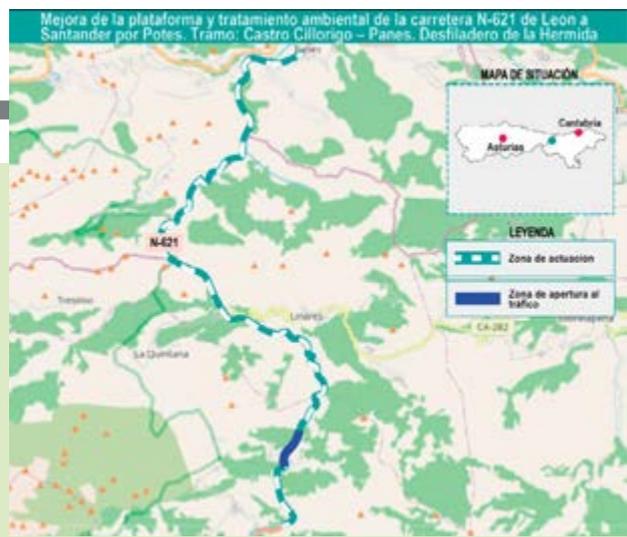


Mitma acondiciona y abre al tráfico la N-621 en el Desfiladero de la Hermida

El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma) ha abierto al tráfico el nuevo tramo acondicionado, de 600 metros de longitud, de la carretera N-621 a su paso por el Desfiladero de la Hermida (Cantabria).

Las obras ejecutadas, con una inversión de 73,4 millones de euros, tienen como objetivo mejorar la plataforma y el tratamiento ambiental de la zona. Al mismo tiempo, se pretende lograr una conducción segura, responsable y respetuosa con el entorno, sin incrementar la velocidad de circulación.

Para ello, se ha rectificado el trazado de varias curvas y se ha ampliado la plataforma para que todo el tramo tenga, como mínimo, ocho metros de ancho, con dos carriles de tres metros y dos arcenes de un metro cada uno. También, se han llevado a cabo mejoras de los elementos de la carretera como drenaje, señalización, balizamiento y sistemas de contención. Dadas las especiales características del entorno natural, las



actuaciones ejecutadas están encaminadas a facilitar el uso de la carretera por ciclistas y peatones, adecuar los miradores y zonas de parada existentes y acondicionar zonas para aparcamiento.

Para lograr la anchura de la plataforma y el encaje del nuevo trazado las soluciones estructurales han consistido en muros de escollera, muros de hormigón, voladizos de anchuras variables y estructuras de apoyos aislados.

Se prevé abrir el tamo contiguo hasta sumar los 1,1 kilómetros mejorados operativos de esta vía que transcurre entre las laderas de los Picos de Europa y el cauce del río Deva.

Plan BIM para la contratación pública en comunidades autónomas y entidades locales



JORNADAS BIM EN LA CONTRATACIÓN PÚBLICA
PARA LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS y
ENTIDADES LOCALES

13-14 de julio de 2023



El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ha presentado en unas jornadas telemáticas, celebradas el 13 y 14 de julio, el Plan BIM para la contratación pública a empleados públicos de las comunidades autónomas y entidades locales.

A través de estas actividades formativas, financiadas por la Comisión Europea, Mitma pretende impulsar la incorporación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en la contratación pública, no solo a nivel exclusivo de la AGE y sus organismos públicos y entidades de derecho público vinculados o dependientes, sino también a nivel de la administración autonómica y local.

El Plan BIM en la contratación pública, aprobado en el Boletín Oficial del Estado el 20 de julio de 2023, promueve la integración gradual y progresiva de una metodología de trabajo colaborativa basada en la creación y gestión de un proyecto de construcción, en el que toda la información relacionada con el proyecto se encuentra centralizada en un modelo digital y accesible para todos sus agentes. De esta forma, el Plan se convierte en una herramienta que contribuye a mejorar la eficiencia del gasto público en los contratos del sector público y sirve de palanca para la transformación digital del sector de la construcción.

La Comisión Interministerial BIM tiene previsto impartir nuevas acciones formativas durante 2023, que irán dirigidas a los órganos públicos de contratación y se centrarán en el uso de la documentación técnica de apoyo.

Soterramiento de la alta velocidad en Almería

Mitma firma el convenio entre Adif, Adif AV, la Junta de Andalucía y el Ayuntamiento de Almería para la integración del ferrocarril en la capital almeriense, movilizandando una inversión de 235 millones de euros.

La actuación incluye la construcción de un túnel de 1,86 kilómetros para canalizar la llegada de la línea de Alta Velocidad (LAV) a la estación de Almería, que se resuelve con una doble vía: una de ancho estándar y otra de ancho mixto, permitiendo la circulación tanto de trenes de alta velocidad como convencionales. La LAV conectará en superficie con la estación de Almería, que contará con seis vías, de las cuales tres serán de ancho estándar, dos de ancho convencional y una sexta de ancho mixto.

A la salida del túnel se construirá una pasarela peatonal que comunicará la avenida Sierra de Alhamilla y la calle Elio Antonio de Nebrija, y se desmontarán los pasos superiores de la avenida del Mediterráneo, la autovía del Aeropuerto y la carretera de Níjar, y el paso inferior del camino de la Goleta.

La estación ferroviaria se renovará y ampliará para adecuarse al nuevo servicio ferroviario y al incremento del tráfico, y contará con una superficie de 4800 m² que se distribuirá en dos plantas. Además, se convertirá en un nodo intermodal al albergar una nueva estación de autobuses con un espacio de 2265 m² y 26 dársenas. Bajo esta estación de autobuses se habilitará el nuevo aparcamiento subterráneo de la estación, con capacidad para hasta 400 vehículos y accesos para el tráfico rodado y peatones. El proyecto incluye la habilitación de una estación provisional de autobuses junto a la estación histórica para garantizar el servicio mientras se construye la nueva estación y el aparcamiento.

Adif y Adif AV asumirán el 65,9 % de la financiación para la integración ferroviaria, la estación provisional de autobuses, el aparcamiento de la estación y los elementos ferroviarios. El Ayuntamiento de Almería aportará el 14,6 % al proyecto de integración ferroviaria. Y la Junta de Andalucía asumirá el 19,5 % para parte de la construcción de la estación de autobuses y el edificio de la

estación y parte del vial de acceso a la estación.

No obstante, el convenio estima otros esquemas de aportación si se reciben fondos europeos, tanto del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) como FEDER. En ese caso, Adif y Adif AV asumirían el 73,8 % del importe total del proyecto; el Ayuntamiento de Almería, un 6,7 %, y la Junta de Andalucía el 19,5 %. Si, por el contrario, se reciben fondos del PRTR y la Junta no obtiene los FEDER, la aportación de Adif y Adif AV se elevaría al 81,7 %; la del Ayuntamiento de Almería se mantendría en el 6,7 %, y la de la Junta de Andalucía se reduciría al 11,6 %.

Finalmente, este proyecto conectará Almería a la red de alta velocidad y promoverá la integración urbana del ferrocarril en la ciudad, mejorando la permeabilidad del territorio y ganando espacios para los ciudadanos. Asimismo, constituye un decisivo avance en la construcción de la LAV Murcia-Almería, primera línea de ferrocarril directa entre las dos ciudades y parte estratégica del Corredor Mediterráneo. 🌍

Nueva convocatoria de ayudas del Programa 2% Cultural

El Ministerio de Transportes ha publicado en la Base Nacional de Subvenciones la nueva convocatoria de ayudas del Programa 2% Cultural, con un presupuesto máximo de 80 millones de euros.

La convocatoria se celebra en concurrencia competitiva y está dirigida a entidades locales, comunidades autónomas, diputaciones forales y provinciales, entes públicos, como universidades o consorcios, y fundaciones públicas o privadas sin ánimo de lucro. Las solicitudes podrán presentarse entre el 1 de septiembre y el 15 de octubre de 2023.

El objeto del programa es cofinanciar los proyectos elegidos que conlleven actuaciones de recuperación o enriquecimiento de inmuebles declarados Bien de Interés Cultural, de titularidad y uso público, o titularidad privada sin ánimo de lucro, pero cedidos al uso público. También se incluyen los bienes inmuebles del Patrimonio Mundial de la UNESCO. De esta forma, se prevé movilizar una inversión total de más de 110 millones de euros y actuar en más de 100 actuaciones repartidas por el territorio nacional.

El Programa 2% Cultural se ha convertido en una herramienta esencial para la conservación, regeneración y enriquecimiento del patrimonio histórico, cultural, arquitectónico y artístico de los pueblos de España y de los bienes que lo integran, además, prioriza la generación de actividad y la creación de empleo. 🌍





Información geográfica con aplicaciones aeronáuticas

El Ministerio de Transportes va a facilitar la interoperabilidad de la información geoespacial gracias a un convenio firmado entre el IGN, CNIG y ENAIRE.

Este acuerdo permitirá a ENAIRE disponer datos altimétricos de alta precisión obtenidos a partir de tecnología aerotransportada LiDAR (sistema de medición y detección de objetos mediante láser o *Light Detection and Ranging* por sus siglas en inglés) para atender las necesidades de información geoespacial de los organismos reguladores de la aviación civil, operadores de aeródromos y proveedores de servicios de Navegación Aérea en España. De esta manera, los modelos digitales del terreno permitirán la identificación de obstáculos en materia de aplicaciones aeronáuticas. Además, se generarán ortofotos simultáneas al vuelo LiDAR en zonas de interés y se publicará la información resultante en el Centro de Descargas del CNIG.

Asimismo, el convenio permitirá el desarrollo de acciones conjuntas en materia de información geográfica entre los diferentes organismos y administraciones, permitiendo una gestión y explotación más eficiente de los recursos públicos.

El convenio tendrá vigencia hasta el 31 de diciembre de 2023, con posibilidad de prórroga por periodos anuales hasta un límite de 4 años, y supondrá la aportación de trabajos por un total estimado de casi 500 000 euros entre todas las partes.

Guía de recomendaciones para acelerar la rehabilitación energética y la descarbonización del parque edificatorio

Mitma ha publicado en su página web la guía de recomendaciones para acelerar la rehabilitación del parque edificatorio y lograr un sector inmobiliario eficiente energéticamente y descarbonizado antes del 2050.

El documento, denominado "Recomendaciones de los grupos de trabajo para la implementación de la Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España (ERESEE) 2020", establece las medidas necesarias para lograr la transformación de los edificios residenciales y no residenciales, públicos y privados. Asimismo, detalla y ordena temporalmente las actuaciones propuestas por los cuatro grupos de trabajo reunidos para su elaboración, marcando el camino de las medidas que precisan un mayor empuje para su consecución.

Los contenidos de la ERESEE están completamente alineados con el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, el Plan Nacional de Energía y Clima, la Estrategia a Largo Plazo para una Economía Española Moderna, Competitiva y Climáticamente Neutra en 2050, así como con los objetivos fundamentales de la Unión Europea que aparecen recogidos en el "Green Deal".



Joaquín Andreu Álvarez, Premio Nacional de Ingeniería Civil

Mitma ha concedido el Premio Nacional de Ingeniería Civil 2023 a Joaquín Andreu Álvarez por su brillante trayectoria profesional en la gestión de recursos hídricos, con intensa dedicación en el ámbito de la docencia y la investigación.

Joaquín Andreu, doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), es experto en planificación hidrológica, sequía y cambio climático aplicado al agua. A lo largo de su carrera ha desarrollado modelos de simulación y optimización de los recursos hídricos, con el objetivo de compatibilizar el desarrollo de la actividad humana con la preservación del medio ambiente y el uso sostenible del recurso. Actualmente, sus aportaciones son muy utilizadas en las Confederaciones Hidrográficas.

Además del Doctorado, Andreu cuenta con un máster en Ciencias de la Ingeniería Civil por la Universidad Estatal de Colorado. Es catedrático del Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente (DIHMA) en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP) de la UPV, y es el responsable del Grupo de Ingeniería de Recursos Hídricos (GIRH) del Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA) de la UPV. Destaca su trabajo como director técnico de la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ), donde ha supervisado más de 100 proyectos de obras, instalaciones y actuaciones estructurales y medioambientales.



La innovación ha sido también un signo de identidad de Joaquín Andreu, que ha trabajado como investigador en más de 50 contratos y proyectos de I+D+i, colaborando con entidades de la Administración y empresas consultoras.

En la actualidad, es jefe del equipo de investigación que ha desarrollado el Sistema Soporte de Decisión Aqua-Tool para la planificación y gestión de recursos hídricos, utilizado en la práctica a nivel nacional e internacional por numerosas agencias de cuenca, organismos de investigación y empresas consultoras.

Para el otorgamiento de este galardón, el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) ha valorado las sobresalientes cualidades y circunstancias que caracterizan su trayectoria profesional, así como la repercusión social, económica, estética y tecnológica de su actividad. 🌍

España, sede del evento programado por la OMI con motivo del Día Marítimo Mundial en 2024

La Organización Marítima Internacional (OMI) ha elegido a España como sede para la celebración del evento del Día Marítimo Mundial de 2024, bajo el lema "Navegar en el futuro: la seguridad, lo primero".

Además, con el objetivo de poner en valor el transporte marítimo y rendir homenaje a los trabajadores del mar, el equipo de Salvamento Marítimo de la base estratégica de Fene (A Coruña) y la unidad de intervención de buceo de Ardentia Marine recibirán una mención de honor de la OMI al valor excepcional por el rescate del tripulante del velero Jeanne Solo Sailor. 🌍





Proyecto FCH2Rail, primer tren de hidrógeno



El proyecto FCH2Rail, basado en un tren demostrador bimoto propulsado por hidrógeno, ha logrado la autorización para circular en pruebas por la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG) y ya ha realizado su primer recorrido de pruebas en la línea Zaragoza-Canfranc, en el Pirineo aragonés.

Se trata de un hito destacado, ya que la línea de Canfranc es una línea especialmente exigente debido a sus rampas pronunciadas, que suponen un gran desafío para los nuevos sistemas de generación de energía. Para ello, el tren demostrador, una unidad de Cercanías de Renfe, ha circulado en la línea Zaragoza-

Canfranc tanto en modo eléctrico, en la zona electrificada, como en modo híbrido, combinando la energía proveniente de las pilas de hidrógeno y de las baterías, en los tramos sin electrificar.

El proyecto FCH2Rail es pionero en la generación la energía proveniente de las pilas de hidrógeno y baterías, integrándola a su vez con el sistema de tracción existente del vehículo. El proyecto está siendo llevado a cabo por un consorcio de empresas formado por CAF, DLR, Toyota, Renfe, Adif, CNH2, IP y Stemmann-Technik. Asimismo, empresas como Iberdrola, SHI-ARPA y Ercros están colaborando

en el suministro de hidrógeno. Los maquinistas y jefes de tren de Renfe han recibido la formación necesaria para conducir el tren CIVIA convertido en tren bimoto de hidrógeno.

FCH2Rail, en su impulso por desarrollar una movilidad más sostenible y respetuosa con el medioambiente, tiene previsto que el tren circule por diferentes líneas de la RFIG, principalmente en las líneas de Aragón, Madrid y Galicia. El proyecto, iniciado a principios de 2021 y cuya finalización está prevista para finales de 2024, cuenta con una financiación de 14 millones de euros.

Nueva Estrategia por la Igualdad para el período 2023-2026



Mitma pone en marcha la Estrategia por la Igualdad 2023-2026 para avanzar en la consecución de la igualdad efectiva entre hombres y mujeres, incorporar la perspectiva de género en las políticas públicas que diseñe y crear las condiciones óptimas que eviten cualquier tipo de discriminación.

Esta Estrategia nace de un proceso de análisis y retroalimentación sobre el que se ha sustentado un detallado diagnóstico de la situación de partida. Este análisis ha permitido el desarrollo de 6 ejes de acción que cuentan con un total de 54 medidas, todas ellas realistas y factibles, orientadas a ser palanca de cambio en sectores fuertemente masculinizados y basadas en la consecución de resultados medibles que permitan cuantificar y mejorar la situación inicial en la que se encuentran algunas políticas internas y sectoriales de Mitma.

Con esta Estrategia por la Igualdad, el Ministerio pretende generar y difundir conocimiento con perspectiva de género, transformar su cultura organizativa y favorecer la empleabilidad femenina en condiciones de igualdad. Destaca su enfoque territorial en el que utiliza la digitalización como herramienta para evitar la deslocalización de este colectivo e impulsar la participación activa de las mujeres en los servicios periféricos de Mitma o en las zonas rurales. El Programa "Mujeres en Red" o el Portal de Igualdad de Mitma son ejemplos que responden a este objetivo. Asimismo, se pretende visibilizar y crear referentes femeninos que resulten inspiradores para los jóvenes y contribuyan al incremento vocacional en las carreras STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).



Adif Alta Velocidad (Adif AV) ha adquirido por más de 21 millones de euros un nuevo tren auscultador para circular por vías de alta velocidad y ancho estándar a una velocidad de 300 km/h.

El tren cuenta con equipos para la auscultación dinámica de la vía y la catenaria, sistema de odometría (medición de la velocidad y del espacio que recorre el tren) y equipo para el análisis de la capacidad de captación de corriente de la catenaria. Asimismo, realizará pruebas del sistema de gestión de la circulación ERTMS y determinará el confort y la estabilidad de la marcha.

El contrato, adjudicado a la empresa CAF, incluye también el mantenimiento del tren por un periodo de cuatro años y el suministro de un stock mínimo de piezas para su mantenimiento.

La financiación de este nuevo tren auscultador de ancho estándar se llevará a cabo en el marco del "Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia" a través de los fondos NextGenerationEU.

Actualmente, Adif AV cuenta con un parque de 6 vehículos auscultadores que dan servicio a las líneas convencionales y de alta velocidad. No obstante, para responder al incremento de la red ferroviaria en los últimos años y al análisis de la infraestructura para su mantenimiento óptimo, Adif AV ha encargado otros 4 trenes auscultadores, que se encuentran en fase de fabricación y que suponen una inversión de 121 millones de euros. De estos cuatro trenes que se están construyendo: 1 circulará por las redes de ancho ibérico y ancho internacional, 2 serán para líneas de ancho ibérico, y 1 para líneas de ancho estándar.

La auscultación que desempeñan estos trenes favorece el mantenimiento de las líneas de servicio y resulta esencial en las fases de pruebas previas a la puesta en servicio de nuevas infraestructuras. Además, estos trenes contribuyen a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible al promover el desarrollo de infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad. 🌍

Adif AV encarga un nuevo tren auscultador para alta velocidad y líneas de ancho estándar





Rehabilitación del edificio que alberga el mareógrafo de A Coruña

El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ha licitado el contrato de obras de rehabilitación del mareógrafo de A Coruña, perteneciente a la red de mareógrafos del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

El mareógrafo se encuentra integrado en la red global del Servio Permanente del Nivel Medio del Mar (PSMSL), monitoriza el nivel del mar y facilita datos a investigadores en los campos de la geodesia, oceanografía o cambio climático.

El edificio, ubicado en el muelle de Calvo Sotelo del puerto de A Coruña, forma parte de los primeros mareógrafos construidos en España y se encuentra protegido por su alto valor patrimonial. En su interior cuenta con un dispositivo de medición de mareas y una estación geodésica GNSS, que forman parte del equipamiento geográfico de referencia nacional y de las distintas redes nacionales e internacionales dedicadas estudio de los procesos dinámicos costeros, de cambio climático, aplicaciones geodésicas y medioambientales, etc.

Pese a que el mareógrafo lleva desempeñando tareas científicas y técnicas de forma ininterrumpida desde 1948, las recientes patologías y daños estructurales detectados han hecho necesaria su rehabilitación, que contempla las siguientes intervenciones: obras de estabilización, impermeabilización y adecuación de interiores; ejecución de un pilar independiente para realizar mediciones gravimétricas en el interior del edificio; y adaptación del edificio a otros usos complementarios relacionados con la actividad del IGN-CNIG.

Red de vigilancia de CO₂ en La Palma

Mitma, a través del Instituto Geográfico Nacional, ha aprobado una subvención de 1,5 millones de euros al Instituto Volcanológico de Canarias para implantar una red de vigilancia, medida y control de las emisiones de CO₂ de origen volcánico en Puerto Naos y La Bombilla, núcleos pertenecientes a la isla de La Palma que continúan evacuados desde la erupción del volcán Cumbre Vieja.

Dentro del Plan Especial de recuperación social y económica de La Palma, esta cantidad invertida supone la mitad del presupuesto para la ejecución del proyecto de implementación de la infraestructura de vigilancia, en ambos municipios palmeños, para el periodo 2023-2026.



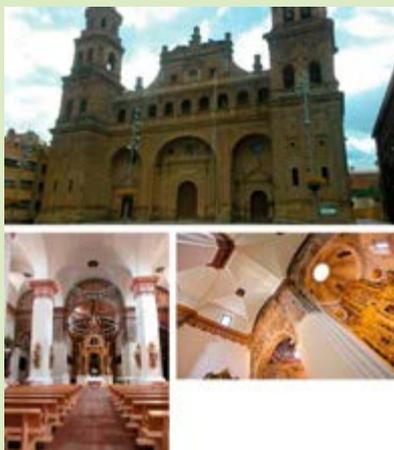
Rehabilitación del patrimonio arquitectónico de la Colegiata de San Miguel Arcángel de Alfaro

El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana licita las obras de restauración de la Colegiata de San Miguel Arcángel, el templo católico más grande de La Rioja ubicado en la Plaza de España de Alfaro. Este santuario, declarado Monumento Nacional en 1976, representa la única colegiata de España construida completamente en ladrillo.

En el marco del Programa de Rehabilitación Arquitectónica y del Programa 2% Cultural, para la conservación, protección y salvaguarda del Patrimonio Cultural Español, las actuaciones contempladas tienen como objetivo principal paliar las consecuencias causadas por la excesiva humedad, fruto de los efectos de la capilaridad, y que han provocado un deterioro de las bases de pilares y pilastras y el mortero de los muros, ocasionando desprendimientos en gran parte del mismo.

Para ello, se utilizarán basas y zócalos de madera desmontables, con un tratamiento hidrófugo, que permitirán la continua ventilación de los zócalos y posibilitarán la limpieza periódica de las sales. Además, se aplicará un nuevo revestimiento de cal a los muros afectados por el deterioro de los morteros, para dotar al templo de una imagen mejorada, en consonancia con sus necesidades y uso, así como con sus importantes valores histórico-artísticos.

Con anterioridad, el Ministerio ha intervenido diferentes fases en la Colegiata, aportando una cuantía superior a 6 millones de euros entre los ejercicios 2004 y 2009.



Presentación de la publicación “Ingeniería y Accesibilidad”

La Real Academia de Ingeniería en colaboración con el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, la Fundación ONCE y el Instituto de Ingeniería de España han llevado a cabo un conjunto de sesiones técnicas donde se expone el compromiso y la responsabilidad de la ingeniería con la accesibilidad universal.

El libro “Ingeniería y Accesibilidad” refleja las 40 ponencias que se presentaron en estas sesiones, así como un relato de los temas abordados. Se trata de una obra pionera en su género y que pone de manifiesto la importancia de las diferentes ramas de la ingeniería en relación con la aplicación de las directrices, criterios y especificaciones técnicas en materia de accesibilidad para atender a la ciudadanía.





PREMIO NACIONAL DE
CIENCIAS GEOGRÁFICAS
2023



Primera Edición del Premio Nacional de Ciencias Geográficas 2023

En su impulso por reconocer la enorme trascendencia de la información geográfica en los ámbitos públicos y privados, el Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana ha publicado en el Boletín Oficial del Estado, con fecha del 8 de julio, la convocatoria del Premio Nacional de Ciencias Geográficas 2023, con una dotación económica de 20 000 euros, con cargo al Presupuesto del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG).

Esta primera edición pondrá en valor la aportación e innovación (individual y colectiva) y valorará los avances conseguidos a partir de la producción, actualización y uso cotidiano de la información geográfica, así como sus infraestructuras, productos y servicios derivados de ella.

El plazo de presentación de solicitudes será de dos meses y podrán optar todas aquellas personas físicas con nacionalidad española y personas jurídicas del ámbito público o privado que tengan su sede social en territorio español, que hayan contribuido de forma especial, mediante su actuación singular o trayectoria profesional, al campo de las Ciencias Geográficas.

El jurado estará presidido por el subsecretario de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, el presidente del Consejo Superior Geográfico, el director general del IGN y representantes de los órganos de gobierno del Consejo Superior Geográfico y de colegios profesionales en el ámbito de las Ciencias Geográficas.

Mitma pone en servicio la carretera del valle de Ariadne de La Palma

El Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana (Mitma) ha puesto en servicio la nueva carretera de La Costa entre la localidad de Tazacorte y el municipio de Puerto Naos con el objetivo de recuperar la movilidad en el valle de Ariadne de la isla de La Palma, tras la erupción volcánica de Cumbre Vieja ocurrida entre el 19 de septiembre y el 13 de diciembre de 2021.

Mitma, en colaboración con la Consejería de Obras Públicas, Transportes y Vivienda del Gobierno de Canarias, ha restablecido el tráfico en la conexión nort-sur de la vertiente occidental de la isla, a través de un tramo de 3,9 kilómetros que conecta las carreteras LP-215 y LP-213.

La obra, financiada con una inversión de 38 millones de euros, se ha convertido en un referente en la ingeniería por abordar la construcción de una carretera sobre lava reciente, con innumerables retos técnicos y ambientales. Además, se ha apostado por un diseño altamente sostenible que prioriza el empleo de los materiales pétreos procedentes de la erupción para la formación de los terraplenes, fabricación de hormigones y firmes.

La construcción de esta carretera convencional, que tiene una velocidad de proyecto de 70 km/h con una sola calzada y un carril por sentido, ha requerido la ejecución de un viaducto de 243 metros, la excavación de los desmontes en colada de lava con elevadas temperaturas y la fabricación de mezclas bituminosas en zonas de colada caliente (pioneras a nivel mundial). Asimismo, destacan las intensas campañas de reconocimiento geotécnico y geofísico, para detectar posibles cavidades y tubos lávicos, así como las labores de seguimiento y monitorización de los gases tóxicos y las elevadas temperaturas presentes en la superficie.

Finalmente, la construcción de este tramo de carretera favorecerá la accesibilidad a las viviendas y explotaciones agrícolas de los municipios de Los Llanos de Ariadne, Tazacorte y El Paso, que habían quedado incomunicados tras la erupción del volcán Cumbre Vieja.



WAGA 2023: Asamblea General Anual ACI

Aena ha sido el anfitrión de la Asamblea General Anual, Conferencia y Exposición de ACI EUROPE/WORLD 2023 (WAGA 2023 por sus siglas en inglés), el evento más importante a nivel mundial para el sector aeroportuario y de la aviación que ha tenido lugar a finales de junio en Barcelona, reuniendo a los principales representantes de aeropuertos y profesionales de la industria. El objetivo se ha centrado en fomentar la colaboración entre los distintos elementos de la cadena de valor del transporte aéreo: descarbonización, futuro de los aeropuertos, capacidad y experiencia del cliente y se han planteado propuestas para impulsar la recuperación, promover la seguridad, fortalecer la conectividad y adoptar prácticas más sostenibles en la industria aérea.

El presidente y CEO de Aena, Maurici Lucena, destacó en la sesión de apertura que “el verdadero reto de la industria del transporte aéreo es compatibilizar la descarbonización de nuestra actividad con la capacidad de nuestras infraestructuras y la de las aerolíneas para volar más, no menos”. También señaló que “una de nuestras obligaciones es asegurar el derecho de la gente a tener conectividad con el mundo y beneficiarse como sociedad de la riqueza que esta conectividad conlleva. No hay otra forma de ofrecer conectividad desde el punto de vista de los aeropuertos que permitir tener su capacidad alineada a la demanda de la sociedad”.

Ante más de 700 representantes de aeropuertos, reguladores y analistas provenientes de todas las regiones de ACI, Maurici Lucena explicó que, debido a motivos demográficos y económicos, la actividad aérea a nivel mundial se incrementará, “por lo que necesitamos, una vez más, hacer compatible la lucha contra el cambio climático con el aumento de nuestra actividad”.



Por otra parte, Javier Marín, vicepresidente ejecutivo de Aena y presidente de ACI Europa, afirmó en su intervención que “la experiencia del cliente es el núcleo de nuestro negocio. Por ello, estamos invirtiendo en tecnología que evite a los pasajeros, por ejemplo, sacar los líquidos en los controles de seguridad”.

Durante la Cena de Gala celebrada en el Museu Nacional d'Art de Catalunya se otorgaron los premios a los Mejores Aeropuertos de Europa que recayeron en los aeropuertos de Alicante-Elche Miguel Hernández y Menorca. Así, Alicante-Elche Miguel Hernández fue premiado con el “Accesible Airport Award”, como aeropuerto más accesible para personas con discapacidad y personas con movilidad reducida y, el Aeropuerto de Menorca junto con el de Madeira, fueron premiados en la categoría de Mejor Aeropuerto de Europa de menos de 5 millones de pasajeros, por sus resultados excepcionales, especialmente en su recuperación tras la pandemia.

Los aeropuertos Adolfo Suárez Madrid-Barajas y Josep Tarradellas Barcelona-El Prat recibieron sendas menciones especiales, en la categoría de más de 40 millones de pasajeros, un reconocimiento al compromiso permanente con la mejora de la experiencia del pasajero en sus instalaciones y su labor en materias clave como la sostenibilidad, la innovación, la eficiencia operativa y la resiliencia.

ACI, constituida en 1991 para promover la colaboración entre los aeropuertos y otros socios del mundo de la aviación, como IATA (Asociación Internacional del Transporte Aéreo), o CANSO (Organización Internacional de Proveedores de Servicios de Navegación Aérea), integra en la actualidad a 712 miembros que operan unos 2000 aeropuertos en 171 países. 🌍





Centenario del Eléctrico del Guadarrama,
línea singular al servicio del ocio
en un entorno natural privilegiado

Un ferrocarril de altura

Cien años (salvo los periodos de interrupción obligada) afrontando las empinadas rampas de la Sierra de Guadarrama para trasladar hasta las cumbres a generaciones de madrileños deseosos de practicar deportes invernales o disfrutar de un entorno natural de enorme belleza. Éste es el balance histórico de la línea Cercedilla-Los Cotos, actual línea C-9 de Cercanías de Madrid, un ferrocarril de montaña diferente que destaca por ser el segundo de mayor altitud de España, por su marcada estacionalidad o por su contribución a la transformación del puerto de Navacerrada en un destino de turismo y ocio. Con un rico legado histórico a cuestas, el denominado Eléctrico del Guadarrama afronta a partir de 2024 una etapa de obras e inversiones que garantizan su continuidad durante largo tiempo.

● Texto: Javier R. Ventosa



Tren del viaje inaugural de la línea en el apeadero de Siete Picos

Hacer una excursión

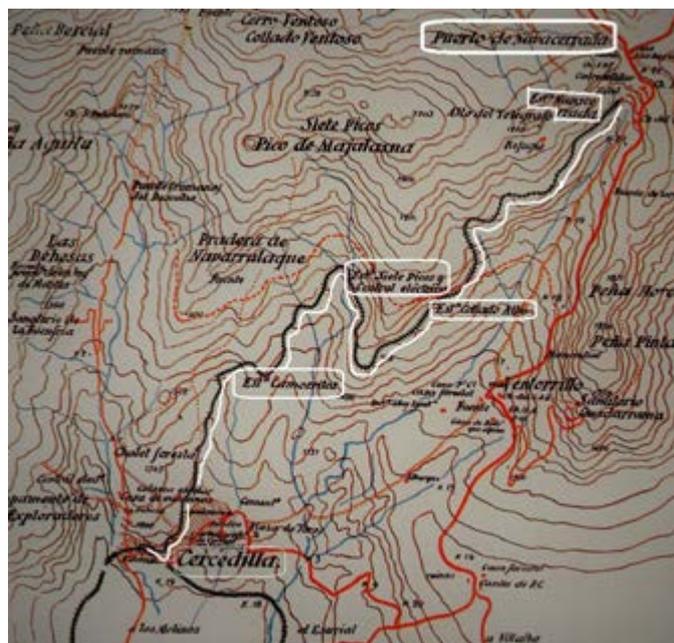
de fin de semana a la sierra del Guadarrama para disfrutar de sus paisajes nevados o practicar el esquí es una de las actividades de ocio preferidas de los madrileños. Pero hasta los años 20 del pasado siglo era algo reservado a unos pocos intrépidos que, aprovechando la parada del Ferrocarril del Norte en Cercedilla, subían desde aquí a pie hasta el puerto de Navacerrada con los esquíes a cuestas para practicar su deporte favorito. En el verano de 1917, un grupo de inversores, unidos por la afición a los deportes de montaña, concibió el proyecto para construir un tren entre Cercedilla y el puerto de Navacerrada que evitara la penosa caminata y acercara aún más la capital a la sierra. Con ese fin fundaron el Sindicato de Iniciativas del Guadarrama, destinado a fomentar la práctica del esquí y el senderismo, pero que con el tiempo contribuiría a convertir la virginal sierra madrileña en un destino de ocio al alcance de todos.

En febrero de 1919, la Sociedad Anónima del Ferrocarril Eléctrico del Guadarrama, sucesora del Sindicato, obtuvo del Gobierno la concesión para construir y explotar esta línea de alta montaña, proyecto que requirió la ocupación de 9,4 hectáreas de monte público, cedidas por el Ministerio de Fomento durante 99 años. Con la luz verde administrativa y un presupuesto inicial de 800 000 pesetas, la compañía comenzó las obras, según proyecto del ingeniero José de Aguinaga. El trazado, de 11,1 kilómetros, debía salvar un desnivel de 670 metros entre Cercedilla (1100 msnm) y el puerto de Navacerrada (1770 msnm), para lo cual se proyectaron rampas máximas de 77 milésimas y radios de curva mínimos de 50 metros. Por motivos



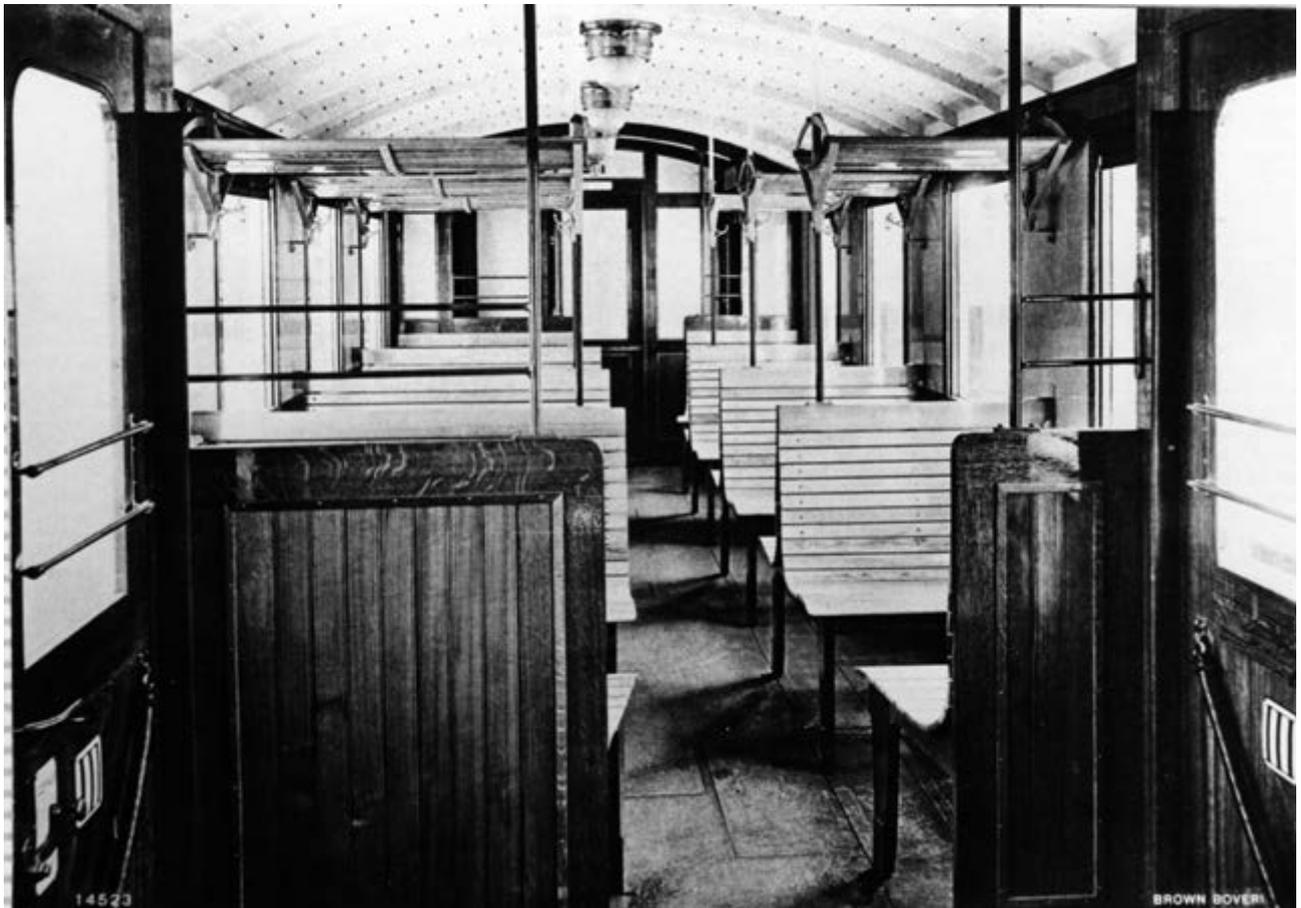
© AHF-MFM (Autor desconocido)

Acción al portador del Ferrocarril Eléctrico del Guadarrama. 1921.



Trazado del ferrocarril entre Cercedilla y el puerto de Navacerrada.

© Colección particular Velasco Sayago



© AHF-MFM (Autor desconocido)

Interior de la cabina de conducción de un automotor de la primera serie. 1923.

económicos, la línea se diseñó en vía única de ancho métrico. Y dada la orografía montañosa de la zona, se proyectó para ser explotada con tracción eléctrica de 1200 voltios, proporcionados por una subestación en Siete Picos, siendo una de las primeras líneas de este tipo en España. Además, se dispusieron estaciones en Cercedilla y el puerto, así como cinco apeaderos. Las obras se prolongaron durante tres años y costaron 2 millones de pesetas.

Para su explotación, la compañía eligió material móvil de origen suizo, dada la experiencia de este país con trenes de montaña, adquiriendo dos coches motor y dos remolques al consorcio formado por las empresas Fabrique Suisse de Wagons (encargada de la parte mecánica) y Brown Boveri (parte eléctrica). Estas unidades recordaban a los trenes de montaña helvéticos, con cajas de madera de

roble e interiores de pino americano. Cada coche motor disponía de dos cabinas de conducción y montaba cuatro motores (dos por *bogie*), desarrollando una potencia de 390 caballos y una velocidad de 40 km/h, así como cuatro sistemas de frenado. Tenían departamentos de segunda y tercera clase, con una capacidad de 114 plazas. Los coches remolque, más cortos, solo tenían tercera clase y capacidad para 70 plazas sentadas. La librea era azul en su mitad inferior y blanco-crema en la superior. Por su origen, estos trenes, que con el tiempo pasaron a ser la serie 431 de Renfe, fueron conocidos como los "suizos" y circularon por esta línea exclusiva para pasajeros durante casi 60 años.

Inauguración y Guerra Civil

La línea fue inaugurada el 12 de julio de 1923, con una puesta en

escena clásica de la época: el viaje en un tren, engalanado con las banderas de España y Suiza, que trasladó a los reyes Alfonso XIII y Victoria Eugenia, junto a diversas personalidades, desde la estación de Cercedilla hasta el puerto de Navacerrada. Las crónicas cuentan que una vez allí, y dado que no había programado ningún acto de inauguración, departieron unos minutos con la comitiva y emprendieron rápidamente el viaje de regreso. El servicio comercial se estrenó un mes más tarde.

Durante algo más de una década el Eléctrico del Guadarrama tuvo un éxito notable, transportando en invierno a un número creciente de madrileños hasta Navacerrada sin tener que sufrir las penalidades de antaño. En estos primeros años ya se constató la complejidad de explotar y mantener esta línea, sometida a una climatología muy adversa en invierno, que a veces

interrumpía el servicio. Desde mediados de los años 20, una vez que el grupo promotor obtuvo el permiso para ocupar nuevos terrenos de monte, comenzaron a aparecer en el trazado las primeras colonias residenciales, como la de Camorritos, al tiempo que en el puerto crecía un núcleo de chalés y edificaciones en torno al hotel Victoria, desarrollos enmarcados en la visión de convertir Navacerrada en un destino de alta montaña. Con objeto de atender la creciente demanda, la compañía contrató en 1935 un automotor y dos remolques, fabricados por CAF bajo licencia del consorcio suizo, que se incorporarían cinco años más tarde a la serie 431. La Guerra Civil, sin embargo, marcó un punto de inflexión en la línea.

Pese a que el frente de guerra quedó rápidamente estabilizado a lo largo de la cordillera que separa las provincias de Madrid de Segovia, el trazado ferroviario no fue un objetivo militar estratégico, como sí lo fueron otras líneas del país, por lo que no sufrió desperfectos de importancia. Sí resultó dañado el hotel Victoria, base del batallón alpino de la República. El servicio, que se interrumpió en septiembre de 1935, se limitó durante la guerra a una frecuencia diaria de ida y vuelta para mantener operativa la infraestructura y el material, compatibilizándola a veces con el traslado de alumnos desde Cercedilla hasta la escuela de Camorritos, en la parte baja del trazado. La línea, una vez reparados los daños, no reiniciaría el servicio hasta 1940.

La posguerra fue probablemente el periodo más negro del Eléctrico. En esta época de carestía, la explotación de la línea era muy precaria debido al deficiente mantenimiento de la infraestructura y al mal estado de los trenes, lo que afectó



© Ministerio de Cultura

Pasajeros descendiendo del Eléctrico en Navacerrada hacia 1940.



© Renfe

Dos automotores de la serie 431 en la estación de Los Cotos. Años 60.

negativamente al servicio. Las frecuentes averías de los coches motor forzaban a la flota a trabajar por encima de sus posibilidades, lo que provocaba a su vez nuevas averías, una situación apenas paliada con el nuevo material de CAF. Además, la acumulación de pasajeros en los coches daba

una imagen muy negativa de un servicio que ya no tenía la calidad de antaño. Desde el punto de vista financiero, el ferrocarril era deficitario, lo que amenazaba la supervivencia de la promotora. En este apurado escenario, la explotación de la línea fue cedida en 1941 a la recién constituida Renfe, encarga-



© Renfe

Automotor de la serie 431 conservado en la estación de Cercedilla.

da desde entonces de la operación hasta nuestros días, así como de su mantenimiento durante 60 años. Esta época sombría también tuvo algunas luces, como la nueva estación ferroviaria del puerto de Navacerrada y la inauguración de la estación de esquí y sus remotes.

Renfe, nueva propietaria

En los primeros años 50 el servicio se mantenía a duras penas entre rumores de cierre definitivo del Eléctrico. Esta situación dio un giro copernicano en marzo de 1954. En esa fecha, el Gobierno adquirió la línea y dos años después la integró en Renfe, que pasó de ser mera explotadora del servicio a propietaria de la línea. Cuentan las crónicas que en esta decisión, impulsada desde el Ministerio de Obras Públicas, influyó poderosamente un incidente ocurrido en el invierno de 1951 con Carmen Franco Polo. Según estas crónicas, la hija del jefe

El Ferrocarril Eléctrico del Guadarrama atravesó durante la posguerra un periodo de gran precariedad que hizo temer por su propia supervivencia, pero renació desde mediados de la década de los años 50 con su adquisición por Renfe.

del Estado, embarazada, se sintió indispuesta durante la entrega de unos premios de esquí en Navacerrada y, con la única carretera al puerto cerrada al tráfico por una nevada, solo pudo ser evacuada en el tren gracias al despeje de las vías realizado por los operarios ferroviarios, lo que para el ministerio puso de manifiesto la utilidad pública de la línea en caso de bloqueo de la carretera. Sea como fuere, lo

cierto es que esta decisión cambió el destino del Eléctrico.

Ya bajo la tutela estatal, el Eléctrico inició una etapa de expansión coincidente, desde inicios de los años 60, con el despegue del puerto de Navacerrada como nuevo destino de ocio, gracias a la proliferación de albergues y refugios de sociedades deportivas, recreativas y militares, así como hoteles y restaurantes, que invitaban a los

madrileños a respirar aire libre y practicar deportes de montaña. El ferrocarril, pese al aumento de los automóviles en el puerto, seguía siendo un medio de transporte muy demandado para subir a la sierra. En este marco, el ministerio decidió prolongar la línea desde Navacerrada hasta el puerto de Los Cotos. Este proyecto formaba parte de un plan original más amplio, concebido por José de Aguinaga en los años 30, para conectar esta línea de montaña con el Directo Madrid-Burgos en Gargantilla de Lozoya y con la línea Villalba-Segovia-Medina, así como para tender dos funiculares a las cumbres de Peñalara y Cabeza de Hierro. De estos planes, que no pasaron del papel, solo queda como recuerdo un túnel inconcluso bajo el puerto de Los Cotos, hoy empleado como almacén de material ferroviario.

La prolongación hasta Los Cotos, proyectada por el ingeniero Ángel del Campo, supuso la construcción de un nuevo trazado de 7,3 kilómetros que asciende 50 metros desde el puerto de Navacerrada hasta su destino final, situado a 1819 metros de altitud, ya en la provincia de Segovia. La llegada hasta esta cota convirtió al Eléctrico en el segundo ferrocarril en circular a mayor altitud de España, tras el tren de cremallera de Núria. El trazado hasta Los Cotos es más amable que el del tramo Cercedilla-Navacerrada, con rampas más suaves y curvas de radio más amplio, que cruza un túnel de 671 metros y dispone de apeaderos en Dos Castillas y Las Vaquerizas. En este tramo se instaló una línea aérea de contacto de tipo catenaria. Las obras se prolongaron entre 1961 y octubre de 1964. Con esta ampliación, la línea alcanzó los 18,2 kilómetros, su longitud actual.



© ARCM Santos Yubero. Fototeca Ceneam

Dos automotores de la serie 3000 en la estación del puerto de Navacerrada.

Para afrontar el incremento de tráfico previsto, Renfe reforzó el parque móvil con unidades procedentes del Plan de Mejora y Ayuda del Estado a los Ferrocarriles de Vía Estrecha. Por medio de este plan incorporó dos automotores y dos remolques, fabricados por la Sociedad Española de Construcción Naval y la Constructora Nacional de Maquinaria Eléctrica, que fueron bautizados como los "navales". Eran coches de caja metálica sobre bastidor de acero, con una potencia de 640 caballos de vapor, velocidad punta de 70 km/h y capacidad de 90 plazas. Estos trenes, que conformaron la serie 3000, tuvieron una vida efímera, ya que sus características de tracción y frenada no eran adecuadas para afrontar las rampas del Guadarrama. Tras ser primero relegados al tramo más suave de Cotos, fueron finalmente transferidos a la Compañía de los Ferrocarriles Catalanes. El servicio, por tanto, siguió a cargo de los "suizos". Como nota destacable, en 1967 llegó la primera máquina quitanieves de la línea, que mejoró la retirada de nieve de las vías, labor reservada hasta entonces a los esforzados operarios a pie y a unas pequeñas cuñas situadas en los coches motor.

Modernización en los 70

La expansión del parque automovilístico desde mediados de los años 60, que puso al alcance del español medio un modo de transporte propio, presagiaba una menor utilización del Eléctrico, pero lo cierto es que este ferrocarril apenas se resintió pues garantizaba el acceso hasta Navacerrada y Los Cotos cuando la carretera a ambos puertos quedaba bloqueada por la nieve. De hecho, no solo mantuvo sus cifras de viajeros en los años 60 y 70, la época dorada del Eléctrico, sino que las aumentó a medida que surgían nuevas instalaciones sociales y deportivas en Navacerrada, puerto que los fines de semana ya daba signos de masificación. Esta situación fue el origen de un ambicioso plan puesto en marcha por Renfe para mejorar la explotación del servicio, que incluyó desde la renovación de la infraestructura hasta la adquisición de material móvil.

Las obras de infraestructura se prolongaron durante más de un año, desde el final de la temporada invernal de 1973 hasta enero de 1975, periodo en el que la línea permaneció cerrada, sustituyendo los servicios de tren por autocares. El objetivo de la renovación era equiparar en lo posible los dos

tramos de la línea y prepararla para una explotación masiva. Para ello se rectificaron las alineaciones, mejorándolas donde al trazado lo permitía, se mejoraron taludes y trincheras y se tendió una nueva vía. En el capítulo de electrificación, se cambió la tensión de la línea de 1200 a 1500 voltios, reforzando la potencia y adaptando la subestación de Siete Picos, y renovando las tres estaciones convertidoras (Cercedilla, Siete Picos y los Cotos), además de reemplazar la catenaria de tipo tranviario del primer tramo, consiguiendo así que el tren ganara velocidad. También se instaló un nuevo sistema de señalización y telemando de enclavamientos tipo CTC. Las obras se completaron con la modernización de estaciones y apeaderos y la construcción de una nave para talleres en Cercedilla.

Aprovechando el cierre de la línea, Renfe también modernizó el

material móvil. Como solución provisional, dotó a las veteranas pero fiables unidades de la serie 431 de nuevas cajas de aluminio y bastidores, adecuándolos para segunda clase y pintándolos en rojo. En una etapa posterior conformó una nueva serie, la 442, mediante la contratación en 1975 de un primer lote de tres automotores y tres remolques, seguido poco después por la adquisición de un segundo lote con idéntico número de unidades. Para esta tercera generación de trenes, la empresa confió de nuevo en la tecnología suiza, encargando la fabricación a La Maquinista Terrestre y Marítima, licenciataria de Brown Boveri y Secheron, que construyó las nuevas unidades tomando como modelo los trenes de la línea Lausanne-Echallens-Bercher, de similares características de explotación que la línea madrileña. El primer lote de trenes de la nueva

serie entró en servicio en 1976 y el segundo lo hizo seis años después, conformando con ellos la nueva flota de la línea.

Las prestaciones de este material eran muy superiores a las de las series previas. Los coches motor, de caja metálica y con una cabina de conducción en ambos extremos, desarrollan una potencia continua e 524 kW proporcionada por motores tetrapolares (dos por *bogie*), alcanzan los 60 km/h, incorporan cuatro tipos de freno y disponen de 100 plazas. Los remolques, equipados con una cabina de conducción en un extremo, acomodan 120 plazas. La librea de estos trenes era roja, con las puertas en azul y el techo y la banda lateral en plata. La entrada en servicio de esta serie, que mantiene su actividad hasta hoy, supuso la baja definitiva de los "suizos" del parque móvil en 1982.

Vista trasera de la quitanieves 300-111-2 en la estación de Cercedilla. Años 80.



Futuro asegurado

La centenaria línea recibirá a partir de 2024 una inyección de vitalidad por parte de Mitma que garantizará su continuidad. Tanto Adif como Renfe tienen en marcha proyectos de calado para mejorar la calidad de la línea y contribuir a la nueva etapa de sostenibilidad iniciada en el entorno del puerto de Navacerrada. Son los siguientes:

Renovación de infraestructura y superestructura

Desde finales de primavera, Adif ha licitado distintos contratos para la renovación integral de la línea con el triple objetivo de mejorar la funcionalidad y la fiabilidad del servicio ferroviario y reducir los tiempos de viaje. Estas actuaciones, enmarcadas en el Plan de mejora integral de Cercanías de Madrid, tienen un presupuesto global de 40,7 M€ y un plazo de ejecución de 14 meses. Los trabajos, que se realizarán a lo largo de 2024, supondrán la interrupción del servicio durante al menos siete meses.

En mayo, Adif licitó por 16,9 M€ el contrato de renovación de la superestructura (carril, traviesas y balasto) en vía general y de trabajos de obra civil en la infraestructura: tratamiento de trincheras, recrecido de muros existentes y ejecución de nuevos muros de contención y reposición de pasos a nivel asfáltico y de cruces entre andenes. El trazado actual se mantendrá, aunque con algunas modificaciones para disminuir los tiempos de viaje.

En las tres estaciones de la línea (Cercedilla, Puerto de Navacerrada y Los Cotos) se reconfigurarán las playas de vías, se renovará la superestructura de vía y se adaptarán los andenes al nuevo material rodante. En Navacerrada, además, se ejecutará una vía mango para el estacionamiento de la máquina quitanieves. También se recuperarán dos apeaderos en desuso (Camorritos y Siete Picos). Finalmente, en el túnel de Navacerrada se renovarán las instalaciones de seguridad y se actuará para mejorar la durabilidad ante filtraciones.

Ya en el mes de julio, Adif licitó dos nuevos contratos para la modernización de la línea con un presupuesto global de partida de 23,8 M€. El primer contrato prevé la instalación de una catenaria con dos hilos de contacto, adaptada al ancho métrico de la línea, lo que exigirá el recálculo de los postes de electrificación y sus cimentaciones. El diseño de la nueva catenaria debe ser compatible tanto con los trenes actuales, con pantógrafos de 1950 mm de mesilla, como con el nuevo material rodante, que operará con pantógrafos de 1700 mm. Estas actuaciones tienen un presupuesto de 12,5 M€.

El segundo contrato contempla la modernización de las instalaciones de seguridad y telecomunicaciones existentes, suprimiendo así el actual bloqueo telefónico. En concreto, se sustituirán los enclavamientos de las estaciones de Los Cotos y Navacerrada por enclavamientos electrónicos de última generación. Con esta actuación, cuyo presupuesto de licitación es de 11,3 M€, se incrementará la capacidad y regularidad de las circulaciones, racionalizando y optimizando la explotación ferroviaria.

Trenes alpinos

Renfe ha iniciado la sustitución de las veteranas unidades de la serie 442, próximas a cumplir 50 años de vida útil, por seis trenes alpinos que formarán la nueva serie de la línea. Este material rodante fue contratado en 2021 como parte de un pedido más amplio que incluye otros 31 trenes de ancho métrico, por un importe de 258 M€, en el marco del plan de renovación de la flota puesto en marcha por la operadora en 2019.

Los nuevos trenes, en fase de fabricación por CAF, serán unidades eléctricas compuestas por dos coches. Con una longitud de 43 metros, tendrán capacidad para 238 pasajeros y una velocidad máxima de 50 km/h. Dispondrán de los últimos avances en tecnología (sistema de última milla por baterías para circular sin catenaria), accesibilidad (piso bajo, rampas automáticas para PMR y WC adaptado) y confort (zonas para bicicletas). Llevarán embarcado el sistema de protección ASFA Digital.

Interior del único túnel del trazado.



© Renfe

Limpieza de vías en el puerto de Navacerrada. Años 80.

Etapa de madurez

La modernización integral del Eléctrico, traducida para los pasajeros en viajes más cómodos, rápidos y puntuales, consolidó a este ferrocarril como el modo de transporte público más utilizado por los madrileños para los desplazamientos de fin de semana a la sierra, condición que mantiene hasta hoy. Junto a la función de servicio turístico y de ocio que desempeña desde sus orígenes, la línea asumió en los años 90 dos nuevas funciones. Por un lado, la educación ambiental, al estrenar en 1991 el denominado Tren de la Naturaleza, proyecto realizado en colaboración con la Comunidad de Madrid que pone al alcance de los escolares viajes hasta el puerto de Cotos para sensibilizarlos con la riqueza ambiental de la sierra madrileña. Y por otro, la protección civil, al ser incluida en los planes de evacuación de los puertos de Navacerrada y Los Cotos como medio de rescate auxiliar al transporte por carretera en casos de nevada.

Con la creación de las unidades de negocio de Renfe, el Eléctrico pasó a ser gestionado a partir de 1997 por la Unidad de Cercanías. Este cambio de adscripción orgánica llevó aparejada su conversión en

la nueva línea C-9 de Cercanías de Madrid, que ejerce como prolongación norte de la línea C-8. Al tratarse de una línea alejada del núcleo de Cercanías, que además cumple más un servicio turístico que de

Matrícula de un coche de la serie 431 fabricado en 1936. Años 80.



© AHF-MFM (Javier A. Inguren Castro)

Edificio de viajeros de la estación del puerto de Navacerrada.

© Adif



Automotor de la serie 442 en Cercedilla, con el logo antiguo de Cercanías. Años 90.



© AHF-MFM (Javier Aranguren Castro)



Automotor de la serie 442 a su paso por Cercedilla.



Cercanías, la línea Cercedilla-Los Cotos fue incluida en la zona tarifaria C-2, independiente del resto del núcleo. El cambio, además, trajo consigo la renovación de la imagen exterior del material móvil, con un nuevo esquema de pintura acorde con la identidad corporativa de Cercanías, es decir, los vagones blancos y la cabina en rojo, con el añadido de una franja violeta y otra roja en la parte inferior.

En el presente siglo, el Eléctrico del Guadarrama, ya en plena madurez, ha mantenido intactas las señas de identidad originales, con periodos de mayor o menor afluencia de viajeros, pero siempre manteniendo la esencia montañera. En 2005, a raíz de la entrada en vigor de la Ley del Sector Ferroviario, Adif pasó a hacerse cargo del mantenimiento de la línea, que es la única de ancho métrico de su red. Desde entonces ha llevado a cabo varias actuaciones de modernización y mejora de la infraestructura, que incluso ha servido como banco de pruebas de la tecnología LIDAR para mejorar la gestión de los activos ferroviarios. Paralelamente, Renfe ha continuado con la operación, además de mante-

ner y modernizar los trenes y las estaciones, una vez clausurados los apeaderos intermedios, ya sin funcionalidad.

Como el resto de infraestructuras ferroviarias del país, la línea no fue ajena a la pandemia del Covid-19 y el servicio estuvo suspendido durante cerca de dos años y medio, periodo aprovechado para acometer nuevas mejoras. Con su reapertura en septiembre de 2022, los madrileños han vuelto a disfrutar de este tren de alta montaña, desde donde es posible admirar espectaculares vistas a las laderas repletas de pinos de los valles de Navalmedio (Madrid) y Valsaín (Segovia), enmarcadas en el majestuoso Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, y que con el paso de los años se ha convertido en un patrimonio histórico, cultural y ecológico de primer orden. Su larga trayectoria, de la que ahora se cumplen cien años, está lejos de terminar. Al contrario, las inversiones previstas por Mitma, Renfe y Adif en la línea en los próximos años son garantía de la continuidad futura del que fue, es y seguirá siendo uno de los ferrocarriles más singulares de España. ■

El Laboratorio Central del CEDEX cumple 125 años

125 LCEyM
ANIVERSARIO CEDEX

En 2023, el **Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEyM)** cumple **125 años desde su creación**.



www.cedex.es

El Laboratorio Central de Estructuras y Materiales es el decano entre los Centros y Laboratorios del CEDEX. Con 125 años de antigüedad, cumplidos en el presente año 2023, es el más antiguo de España y uno de los más antiguos de Europa en su campo. Se constituyó por Real Decreto otorgado de la Reina Regente María Cristina de Austria, con fecha de 12 de agosto de 1898, siendo el ministro de Fomento Don Germán Gamazo y publicado en la Gaceta de Madrid el 13 de agosto del mismo año. Desde entonces ha prestado sus servicios de forma ininterrumpida, salvo en el período transcurrido desde octubre de 1938 a mayo de 1939, a causa de la Guerra Civil española.

- Texto: J. Rueda, I. Carpintero, A. Morales, V. Lanza, B. Mateo, E. López, P. Alaejos, Laboratorio Central de Estructuras y Materiales, CEDEX

El origen del Laboratorio Central

El Laboratorio Central fue creado con el nombre de **Laboratorio Central para el Ensayo de Materiales de Construcción**, con el objetivo de “estudiar las propiedades y principalmente la resistencia de los

materiales que con este objeto se le entreguen por el Estado, las Corporaciones y por los particulares”. Surgió como servicio incorporado a la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y su director en aquel entonces era también el de la Escuela.

Inicialmente el Laboratorio Central se instaló en las dependencias de la planta inferior de la Escuela de Ingenieros de Caminos, situada en el cerrillo de San Blas, junto al parque del Retiro. A medida que iban apareciendo nuevas necesidades, este Laboratorio original fue ampliando y especializando sus instalaciones. Así, en 1917 se construyó un edificio anexo en el que se ubicó el Laboratorio de Electro-Mecánica y el Laboratorio de Alumnos, y en 1942 se construyó otro edificio para el Laboratorio de Hidráulica. Paulatinamente, el desarrollo de la ingeniería española fue requiriendo nuevas instalaciones que inicialmente se ubicaban en el Laboratorio Central, para posteriormente trasladarse a nuevos espacios: en 1944 se creó el Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo, y en 1951 el Laboratorio de Puertos.

La Escuela de Ingenieros de Caminos pasó a depender del Ministerio de Educación a raíz de la promulgación de la Ley de Enseñanzas Técnicas de 1957. Sin embargo, sus Laboratorios fueron asignados al Ministerio de Obras Públicas,

Gaceta de Madrid (13 de agosto de 1898) y Retrato de la Reina Regente María Cristina.





ros de preparación de las pruebas que requieren esos ensayos.

Art. 4.º Cuando accidentalmente se pida certificaciones de composición ó de propiedades físicas que salgan de los medios de investigación de que puede disponer el Laboratorio, podrá encargarse dicho establecimiento de buscar los antecedentes necesarios en otros análisis de España ó del extranjero, procediendo de acuerdo con el peticionario. Estos trabajos complementarios se reglamentarán por el Ministerio de Fomento, así en lo que se refiere á las relaciones con otros Centros, como á las obligaciones adquiridas por el peticionario.

Art. 5.º La Dirección del Laboratorio cuidará de hacer publicar periódicamente, á medida que sean instalados las máquinas y aparatos que necesite, la clase y condiciones de los materiales que puede analizar, y señalará los requisitos que deben reunir las peticiones, así como el tiempo dentro del cual deberán ser declaradas y despachadas.

Art. 6.º El Laboratorio central de materiales estará unido á la Escuela especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y será Director del establecimiento el mismo que lo sea de la Escuela. Las operaciones están encomendadas á seis Profesores propuestos por el Director entre los que aparezcan más indicados por razón de las asignaturas que desempeñen ó por sus estudios y conocimientos especiales. Entre estos Profesores se distribuirán los talleres de preparación, los laboratorios de ensayo y las experiencias definitivas que deben hacerse. Los Profesores seca auxiliados en sus trabajos por los Ingenieros actualmente agregados á la Escuela. La participación de los alumnos en los ensayos se determinará por el Director con el carácter de ejercicios prácticos.

Art. 7.º El personal especial afecto exclusivamente al Laboratorio será el siguiente:

- a) Dos Aspirantes del Cuerpo de Caminos ó dos Ayudantes de Obras públicas.
- b) Dos Sobrestantes.
- c) Un Administrador conserje.
- d) Un Portero y un Ordenanza.

Habrá además el personal de maquinistas, operarios y peones que sea necesario, según la importancia de los pedidos que reciba el Laboratorio, y que se fijará por el Director dentro de los créditos que trimestralmente autoriza la Dirección general de Obras públicas. El Habilitado será el mismo de la Escuela.

Art. 8.º El orden de preferencia en los trabajos estará determinado por la Superioridad en los pedidos que la misma haga, y respecto á los de las Corporaciones y particulares, será el de antigüedad en las peticiones. Cuando por aglomeración de ensayos haya de retrasarse más de dos meses un certificado, se avisará al peticionario por el desea retirar su petición.

Art. 9.º Reglamentos especiales aprobados por el Ministerio de Fomento, determinarán las tarifas de percepción y el destino de los fondos recaudados. Otro reglamento fijará el servicio interior del establecimiento.

Art. 10. Para la instalación del Laboratorio y su sostenimiento durante el año económico actual, se reserva desde luego la suma de 230.000 pesetas del crédito de 11.503.000 que para este y otros fines estableció el párrafo último del art. 2.º, cap. 25, de la sección 7.ª de los presupuestos del Estado.

Art. 11. El Director de la Escuela de Caminos someterá dentro de dos meses á la aprobación del Ministerio de Fomento el presupuesto de las máquinas y aparatos que han de establecerse y su disposición general, acompañando el de las pequeñas obras de habilitación del local.

Dado en Palacio á doce de Agosto de mil ochocientos noventa y ocho.

MARIA CRISTINA

El Ministro de Fomento,
Germán Gamazo.

REALES DECRETOS

En nombre de Mi Augusto Hijo el Rey D. Alfonso XIII, y como REINA Regente del Reino,

Vengo en admitir la dimisión que del cargo de Consejero de Instrucción pública ha presentado D. Miguel Merino; quedando satisfecha del celo é inteligencia con que lo ha desempeñado.

Dado en Palacio á doce de Agosto de mil ochocientos noventa y ocho.

MARIA CRISTINA

El Ministro de Fomento,
Germán Gamazo.

En nombre de Mi Augusto Hijo el Rey D. Alfonso XIII, y como REINA Regente del Reino,

Vengo en nombrar Consejero de Instrucción pública á D. Felipe González Vallarino, Senador del Reino, como comprendido en el art. 8.º, caso 7.º de la ley de 27 de Julio de 1890.

Dado en Palacio á doce de Agosto de mil ochocientos noventa y ocho.

MARIA CRISTINA

El Ministro de Fomento,
Germán Gamazo.

En nombre de Mi Augusto Hijo el Rey D. Alfonso XIII, y como REINA Regente del Reino,

Vengo en dejar sin efecto el nombramiento de Co-

REAL DECRETO

Tomando en consideración las razones que Me ha expuesto el Ministro de Fomento, y de conformidad con Mi Consejo de Ministros;

En nombre de Mi Augusto Hijo el Rey D. Alfonso XIII, y como REINA Regente del Reino,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º Se crea en Madrid un Laboratorio central para ensayo de materiales aplicables á las construcciones.

Art. 2.º Esta dependencia tendrá por objeto estudiar las propiedades y principalmente la resistencia de los materiales que con este objeto se le entreguen por el Estado, por las Corporaciones y por los particulares. También expedirá certificados de las pruebas y ensayos que hubiese ejecutado.

Art. 3.º Los ensayos y pruebas se harán físicas, químicas y mecánicamente, para lo cual el Laboratorio estará dotado de las máquinas y aparatos necesarios para el examen de las sustancias pétreas, argilíferas, orgánicas y metálicas; teniendo además las taller-

mario de Agricultura, Industria y Comercio de la provincia de Guadalajara, hecho por Real decreto de 29 de Julio último en favor de D. Joaquín María de Eos.

Dado en Palacio á doce de Agosto de mil ochocientos noventa y ocho.

MARIA CRISTINA

El Ministro de Fomento,
Germán Gamazo.

Atendiendo á las circunstancias que concurren en D. Julián María de Eos;

En nombre de Mi Augusto Hijo el Rey D. Alfonso XIII, y como REINA Regente del Reino,

Vengo en nombrarle Comisario de Agricultura, Industria y Comercio de la provincia de Guadalajara, en la vacante que resulta por haber quedado sin efecto el nombramiento hecho en favor de Joaquín María de Eos.

Dado en Palacio á doce de Agosto de mil ochocientos noventa y ocho.

MARIA CRISTINA

El Ministro de Fomento,
Germán Gamazo.

En nombre de Mi Augusto Hijo el Rey D. Alfonso XIII, y como REINA Regente del Reino,

Vengo en disponer que D. Manuel Martín Yáñez sea en el cargo de Comisario de Agricultura, Industria y Comercio de la provincia de Huelva; quedando satisfecha del celo é inteligencia con que lo ha desempeñado.

Dado en Palacio á doce de Agosto de mil ochocientos noventa y ocho.

MARIA CRISTINA

El Ministro de Fomento,
Germán Gamazo.

Atendiendo á las circunstancias que concurren en D. Francisco Limón Beboña, Diputado provincial de Huelva;

En nombre de Mi Augusto Hijo el Rey D. Alfonso XIII, y como REINA Regente del Reino,

Vengo en nombrarle Comisario de Agricultura, Industria y Comercio de la citada provincia.

Dado en Palacio á doce de Agosto de mil ochocientos noventa y ocho.

MARIA CRISTINA

El Ministro de Fomento,
Germán Gamazo.

Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y Decreto Fundacional del Laboratorio Central.

integrándose todos ellos en un solo Organismo de nueva creación mediante Decreto de 23 de agosto de 1957, el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), con la encomienda de llevar a cabo de manera generalizada el estudio y experimentación de todas las técnicas relacionadas con la obra pública.

La actividad del Laboratorio Central a lo largo del tiempo

El primer Reglamento del Laboratorio Central señalaba como objetivos el conocimiento de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los materiales y aparatos usados en la construcción y en la industria, la coopera-

ción a la enseñanza y los ensayos de investigación científica. De esta forma, durante las primeras décadas desde su creación se realizaron ensayos físicos y químicos de materiales y productos de construcción (cementos portland y naturales, cales, áridos, agua, alquitranes y betunes, madera, carbón, creosota, piedra, ladrillos o



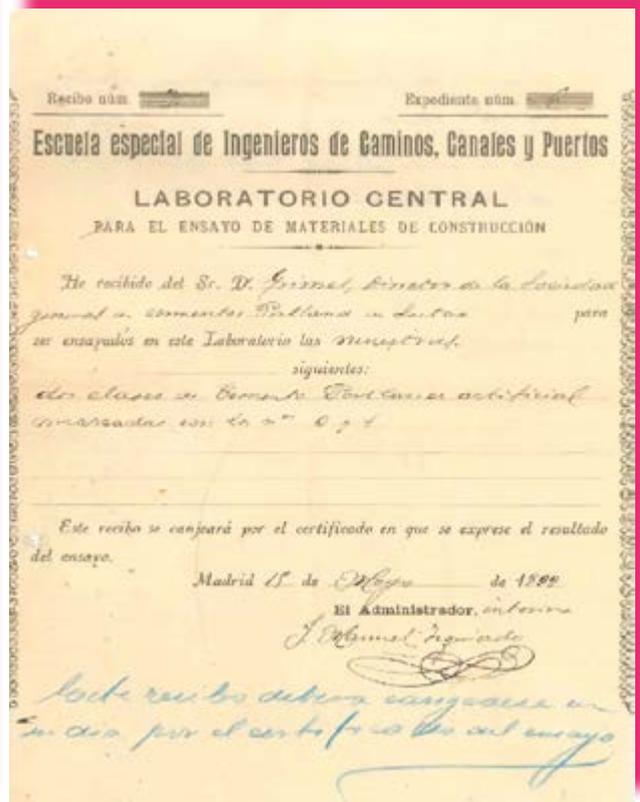
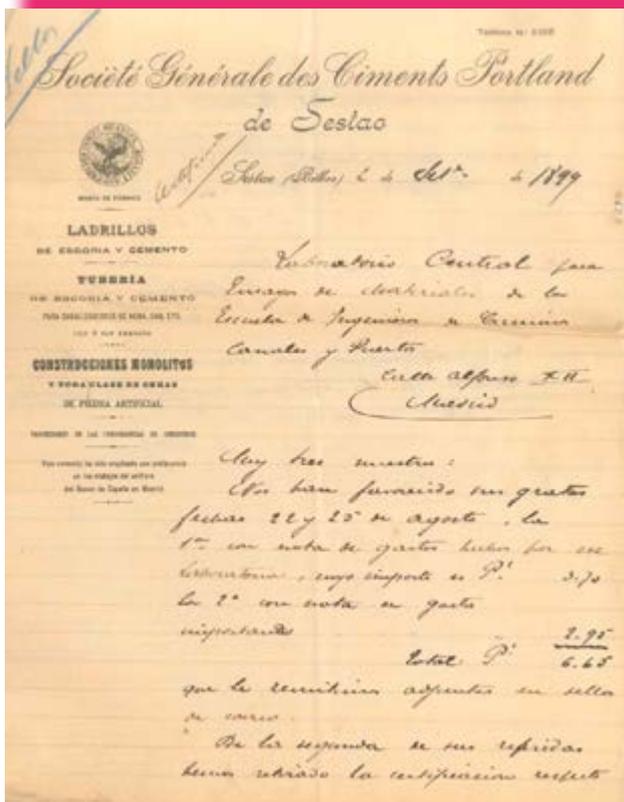
Ubicación original y actual del Laboratorio Central.

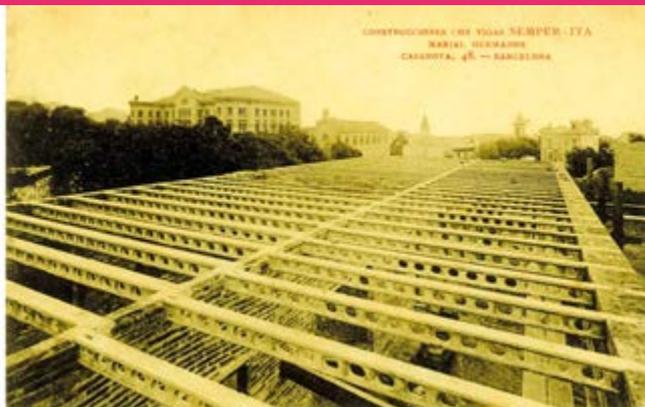
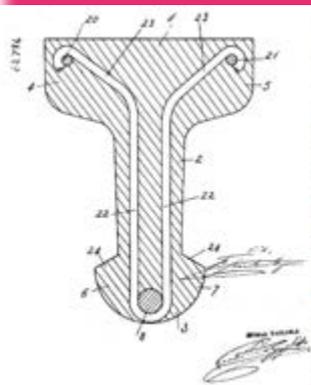
baldosas). También se ensayaban materiales y productos del sector industrial (motores, correas de transmisión, neumáticos, grasas o cables) y se realizaban certificaciones de equipos eléctricos (voltímetros, amperímetros, vatímetros o contadores).

A partir de 1907 comenzaron a realizarse ensayos mecánicos sobre tuberías (de gres, hierro, plomo o acero), y en 1915 se llevó a cabo el primer ensayo de un elemento estructural: un pilote de hormigón armado ensayado a flexión con aplicación de la carga en tres pun-

tos. En esa década se realizaron también ensayos de flexión sobre carriles de ferrocarril o viguetas de hormigón armado bajo patente. Los nuevos materiales de construcción que iban apareciendo en el mercado eran objeto de ensayo y validación en el Laboratorio Cen-

Extracto del expediente del Laboratorio Central sobre el cemento Portland utilizado en la construcción del Banco de España (1899).





Patente de viguetas de hormigón armado (1918).

tral. El salto cualitativo de pasar del paradigma de laboratorio para el ensayo de materiales al de organismo de investigación se produjo en 1934 con la creación de una unidad de fotoelasticidad, técnica que consistía en la aplicación de cargas sobre un modelo de plexiglás, evaluando las deformaciones producidas mediante el análisis de la dispersión de la luz en el material deformado.

El 23 de noviembre de 1940, Eduardo Torroja, que era profesor de la asignatura de Hormigón Armado de la Escuela de Ingenieros de Caminos, fue nombrado director del Laboratorio Central. Torroja defendía la necesidad de impulsar la investigación científica y técnica en el campo de la construcción: “es necesario conocer, lo más profundamente posible, las características de los materiales utilizados en construcción pues, de no ser así, no es posible imaginar con acierto la traza de la estructura y la ordenación de sus detalles ni establecer con fundamento las hipótesis de cálculo y levantar las fábricas”. Para alcanzar este objetivo, Torroja se propuso acometer dos cambios trascendentales en la evolución del Laboratorio: la construcción de un nuevo edificio que albergase sus instalaciones, y una reorganización de la estructura interna, formando

un equipo de técnicos que colaborara en dicha misión investigadora.

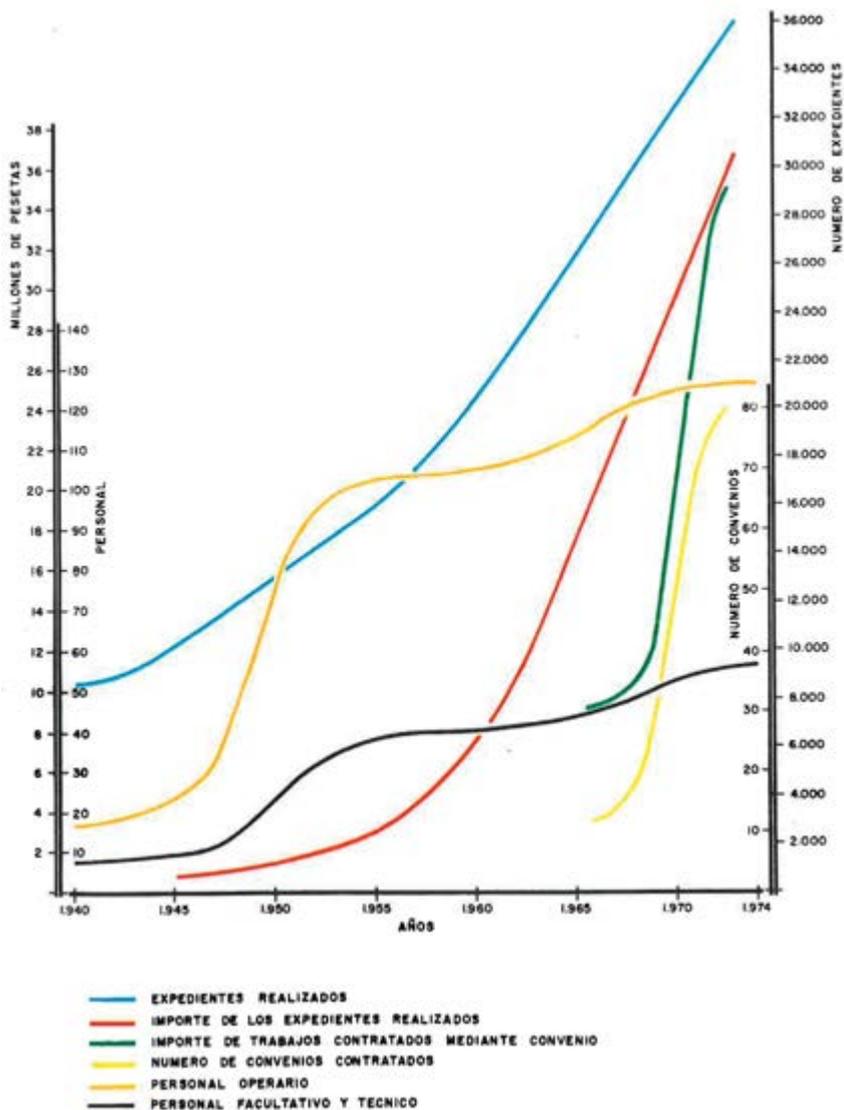
A pesar de las dificultades de la época, Torroja consiguió su propósito y en 1943 se inauguró el nuevo edificio. Proyectado por él mismo y ubicado detrás de la antigua Escuela de Ingenieros de Caminos, este edificio ha albergado desde entonces las instalaciones del Laboratorio Central. Torroja estructuró el Laboratorio en las secciones de Geotecnia, Análisis Experimental de Estructuras, Ensayos Mecánicos, y Química y Física; y se rodeó de un equipo de técnicos formados en las más diversas ramas. Con frecuencia promovió el desplazamiento de sus colaboradores al extranjero para iniciarse o perfeccionarse en técnicas poco conocidas en España. De hecho, en 1947 el Laboratorio Central fue cofundador de la RILEM (Réunion Internationale des Laboratoires et Experts des Matériaux, systèmes de construction et ouvrages). Todos estos cambios introducidos por Torroja, organizativos y de instalaciones, junto con su propio prestigio personal, impulsaron el crecimiento exponencial que el Laboratorio experimentó durante las siguientes décadas, como pone de manifiesto el aumento espectacular, año tras año, del número de expedientes resueltos.

Bajo la dirección de Torroja, más allá de los ensayos sobre nuevos materiales (como distintas adiciones para el hormigón, o colas adhesivas para la fabricación de tableros de aglomerado) en el Laboratorio Central se desarrollaron trabajos de investigación en campos tan heterogéneos como la fisicoquímica de los materiales, la comprobación experimental de estructuras o el desarrollo de nuevas teorías de cálculo. Destacan los estudios llevados a cabo sobre la medida del estado tensional, con la puesta a punto del método del baño electrolítico para medir las tensiones principales en los problemas elásticos planos como complemento de las determinaciones fotoelásticas.

La medida de deformaciones en el hormigón fue otro de los estudios a los que Torroja dedicó buena parte de su actividad. Como resultado de los trabajos llevados a cabo en el Laboratorio Central, se incorporaron en España técnicas tales como el uso de galgas extensométricas, la difracción de rayos X para medir deformaciones residuales, la aplicación de analogías eléctricas de sistemas de constantes concentradas y la discretización de medios continuos tridimensionales, o la propagación de impulsos ultrasónicos aplicados a la medida de deformaciones en el interior de sólidos. También destacan los estudios realizados en esta época sobre el comportamiento reológico del hormigón y de los materiales bituminosos. Cabe destacar que, a partir de este momento, el Laboratorio siempre fue un centro de investigación pionero en introducir en España nuevas técnicas para estudio de los materiales, como la microscopía óptica transmitida y reflejada, o la microscopía electrónica de barrido.

Con los “Métodos de Ensayo del Laboratorio Central (MELC)”, Torroja promovió el primer intento de normalización en España en el ámbito de los materiales de construcción. En un principio se denominaron “Normas de Ensayo del Laboratorio Central (NELC)”, pero se cambió el nombre para que no pareciera que se trataba de normas con carácter obligatorio. La experiencia adquirida en este campo permitió que posteriormente el Laboratorio Central participara activamente en la elaboración de las distintas Instrucciones de Hormigón Estructural y para la Recepción de Cementos, y la colaboración con organizaciones internacionales como la RILEM e ISO (Organización Internacional de Normalización).

Durante los años 50 se mantuvieron los ensayos sobre nuevos materiales (hormigones con aire ocluido) y sobre productos (viguetas de hormigón pretensado o barras de acero estirado en frío); en 1955 se publicó el Método de la Peña, que ha perdurado hasta nuestros días en los manuales de dosificación de hormigones. Además, durante esta década se desarrolló una intensa línea de trabajo



Evolución de la actividad del Laboratorio Central entre los años 40 y 70.



Difractor de rayos X (años 60) y microscopio electrónico de barrido (años 80).



Ensayo del modelo de la presa de Santa Ana (1953).

sobre la fabricación y ensayo de modelos reducidos de estructuras, que se mantuvo hasta la década de los años 80. Una parte importante de las grandes presas españolas construidas en aquella época fueron ensayadas en el Laboratorio Central (Aldeadávila, Almendra, Riaño, Atazar, etc.).

Destacan los modelos realizados entre 1959 y 1960 para establecer las causas del colapso de la presa de Vega de Tera, en Zamora. La presa, de pantalla de hormigón con contrafuertes de mampostería, había sido construida entre 1954 y 1956. El informe lo firmó el propio Eduardo Torroja, apuntando que la presa "se hundió por defecto de concepción y la causa fundamental del hundimiento fue la diferencia de los módulos de elasticidad del hormigón y de la mampostería". En efecto, en el proyecto se asumió un módulo de elasticidad para la mampostería de 100 000 kp/cm², pero los ensayos realizados en el Laboratorio reflejaron un módulo de sólo 10 000 kp/cm². Por tanto, en la práctica, la contribución de los contrafuertes fue muy inferior a la prevista, provocando la rotura de la pantalla de hormigón.

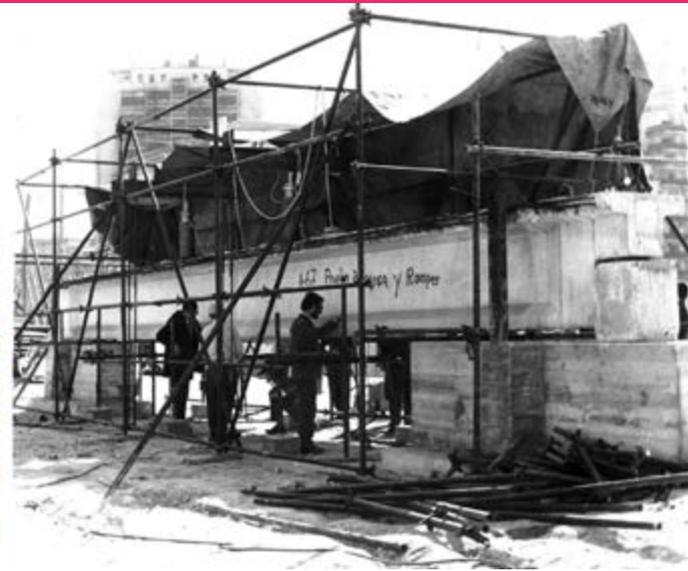
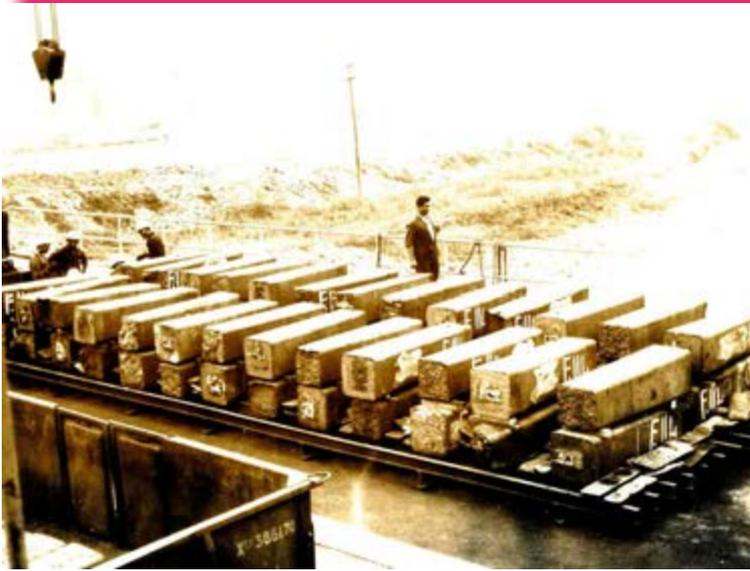
Ensayo del modelo de una cubierta para el Club Táchira de Caracas, proyecto de Eduardo Torroja (1957).



También se realizaron numerosos ensayos sobre modelos reducidos de otro tipo de estructuras, como losas, puentes, bóvedas y cubiertas laminares. El desarrollo alcanzado con esta técnica, que abarcó desde la puesta a punto del material más adecuado para la fabricación del modelo hasta las más variadas técnicas de medida, fue considerado como uno de los más avanzados del mundo. Por ello, en el Laboratorio Central se llevaron a cabo los estudios de importantes estructuras, tanto de España (las cubiertas del Canódromo de Madrid, del Palacio de Congresos de Barcelona, de la iglesia de Nuestra Señora de Guadalupe en Madrid o del Palau Blaugrana, también en

Barcelona) como de otros países (la iglesia de San Félix y Santa Régula en Suiza o la cubierta del edificio de Ron Bacardí en Cuba). Cabe destacar los ensayos realizados sobre modelos reducidos de proyectos del propio Torroja, como la tribuna cubierta del campo de fútbol de Les Corts en Barcelona o una cubierta para el Club Táchira en Caracas.

En septiembre de 1959, Torroja organizó en Madrid un coloquio internacional sobre estructuras laminares, en el que propuso la fundación de la IASS (International Association of Shell and Spatial Structures). Desde entonces, la Secretaría de la IASS ha permanecido en el Laboratorio Central, sirviendo



Pruebas de carga: puente del embalse de Las Segadas (1964) y viga en AZCA (1969).

de plataforma de encuentro para el intercambio de ideas y experiencias, con una clara dimensión internacional, entre científicos, diseñadores y constructores. Torroja dispuso la celebración de reuniones regulares y la publicación periódica de una revista (hasta el momento se han publicado 215 números), que actualmente se siguen gestionando desde el Laboratorio.

Durante los años 60, tras el fallecimiento de Eduardo Torroja, se formó un nuevo equipo para llevar a cabo pruebas de carga estáticas y dinámicas sobre puentes de carretera. Pronto se extendieron a los puentes de ferrocarril y, a partir de los años 70, también se aplicaron en Madrid a varios pasos superiores urbanos (Raimundo Fernández Villaverde, Santa María de la Cabeza o Paseo de la Castellana) y numerosos forjados de edificación (complejo comercial AZCA). La actividad como laboratorio de referencia para el ensayo de materiales de construcción se mantuvo: en 1967, a partir de ensayos sobre las piezas de acero que habían fallado, se estudiaron las causas del colapso de la compuerta de la ataguía de la presa en construcción del Tajo-Torrejón, una de las mayores tragedias ocurridas en la construcción de obras públicas en España.

También durante los años 70 se realizaron ensayos sobre nuevos materiales y productos: pinturas para señalización vial horizontal, ensayos de fuego sobre materiales refractarios, mecánicos sobre barras de acero de alto límite elástico de dureza natural, o de corrosión bajo tensión sobre alambres de pretensado. En este último caso, el Laboratorio Central contribuyó a la definición del propio ensayo, tras los trabajos desarrollados como consecuencia de la alarma que había causado, durante los años 60, la rotura frágil de tuberías y de elementos pretensados en general. A las líneas de trabajo ya abiertas se añadió además la auscultación de estructuras, con la sistematización de las inspecciones de puentes (de carretera y ferrocarril), labor que se viene realizando hasta nuestros días. Entre otras iniciativas, se construyó la primera pasarela para inspección de puentes de carretera, que consistía en una estructura modular metálica que debía ser montada *in situ* y manipulada con un camión pluma. El Laboratorio también fue pionero en el campo de la impermeabilización: en la década de 1970 comenzó el estudio del empleo de materiales poliméricos para impermeabilización, fundamentalmente en obras de

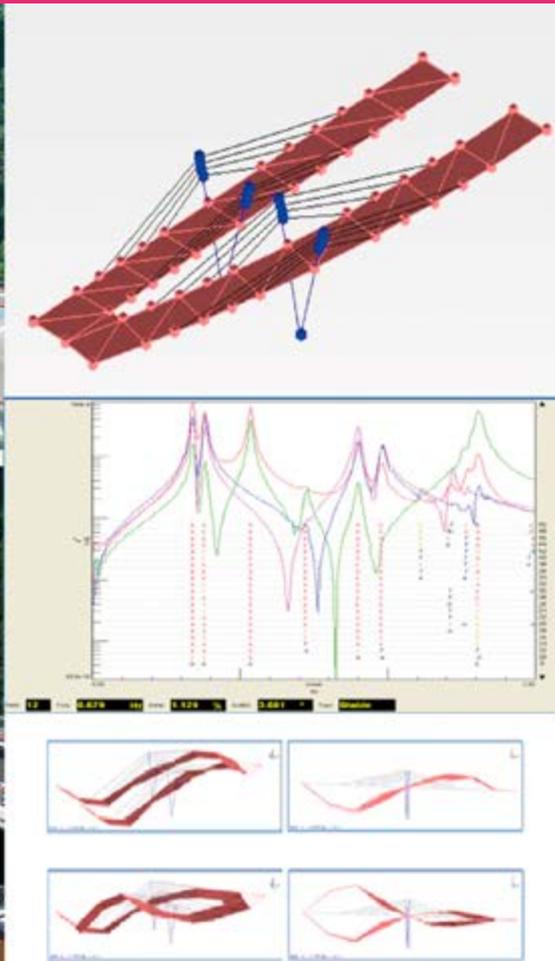
edificación. Posteriormente, desde finales de los años 80, los trabajos se centraron en las barreras geosintéticas poliméricas utilizadas en la impermeabilización de balsas, ampliándose posteriormente el estudio a otros geosintéticos, como los geotextiles y las barreras geosintéticas arcillosas, empleadas principalmente en la impermeabilización de vertederos.

Debido a la cada vez mayor actividad del Laboratorio en el ámbito de las estructuras, a mediados de los años 80 se decidió cambiar el nombre de Laboratorio Central para el Ensayo de Materiales de Construcción por el de Laboratorio Central de Estructuras y Materiales. Durante los años 80 y 90 se continuaron realizando pruebas de carga estáticas y dinámicas e inspecciones de puentes, como el puente del Centenario sobre el Guadalquivir construido para la Exposición Universal de Sevilla de 1992. En el campo de los materiales de construcción destacan los estudios llevados a cabo sobre hormigones con características especiales, como los hormigones de alta resistencia o con adiciones puzolánicas. También en este momento empezó a cobrar mayor relevancia la durabilidad del hormigón estructural: se creó en el Laboratorio una división



Inspección del viaducto de Orión (2008),
construido con el método de avance en voladizo.

para su estudio que participó en todos los avances que la normativa fue introduciendo en este campo. En la década de los 90 se desarrolló además una importante línea de trabajo sobre materiales históricos (piedra, revoco, morteros de cal, tapial) que ayudó a fomentar el conocimiento y preservación del patrimonio cultural español en una época en la que empezó a tomarse seria conciencia de la importancia de su conservación. De esta forma, el Laboratorio Central participó en los estudios de rehabilitación de importantes obras monumentales (Torre de Comares de la Alhambra de Granada, Palacio de Comunicaciones de Madrid, Plaza de la Corredera de Córdoba, o Palacio del Infantado de Guadalajara).



Ensayo dinámico del viaducto de la boca oeste del túnel de Dos Valires (2012).

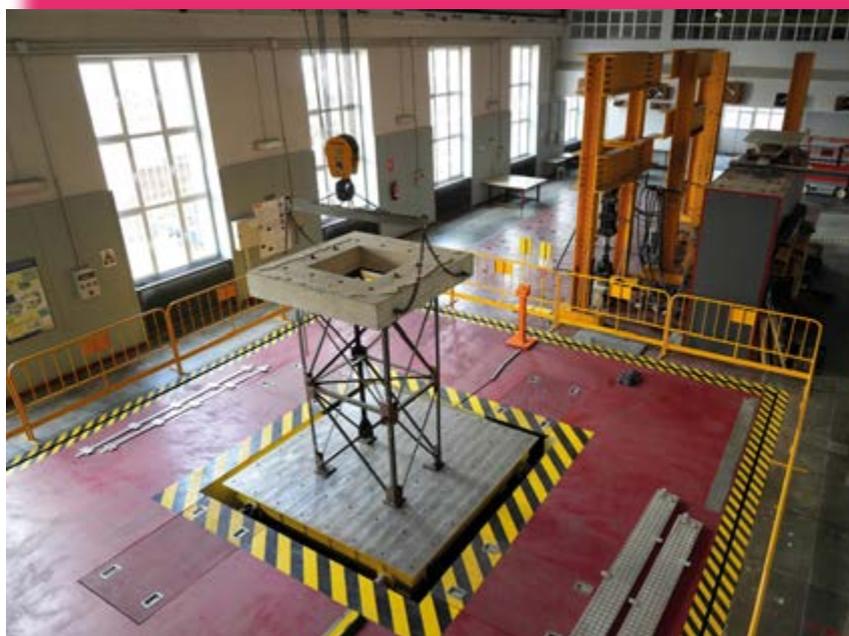
También en la última década del siglo XX, con el auge de los modelos numéricos computacionales, se desarrolló una línea de trabajo para analizar elementos estructurales y construcciones existentes.

Así se modelizó y caracterizó el comportamiento estructural de obras singulares como la cubierta del hipódromo de la Zarzuela, obra emblemática de la primera época de Torroja. En esta época se realizó además un importante trabajo de control de las deformaciones diferidas en puentes construidos con el método de avance en voladizo, aspecto crucial en esta tecnología específica para grandes puentes, que había sido introducida en España durante los años 60.

Ya en el siglo XXI se incorporó a la actividad del Laboratorio un programa de auscultación de presas, y se puso en marcha un sistema de instrumentación de puentes para la adquisición remota de datos en tiempo real. También se siguió trabajando en la innovación de los materiales de construcción (empleo de áridos reciclados para fabricar hormigón), y en la evaluación estructural de todo tipo de elementos (fábrica armada, pilotes) y estructuras (estudios multidisciplinares sobre puentes y edificios de carácter histórico, instrumentación del Acueducto de Segovia, o la evaluación estructural de tableros de puentes postesados afectados por reacciones árido-álcali).

El Laboratorio Central en la actualidad

En la actualidad, el Laboratorio Central continúa desarrollando trabajos de asistencia técnica, investigación y redacción de normativa en el campo de los materiales y las estructuras. Así, se llevan a cabo estudios de las propiedades



Simulador sísmico de seis grados de libertad.

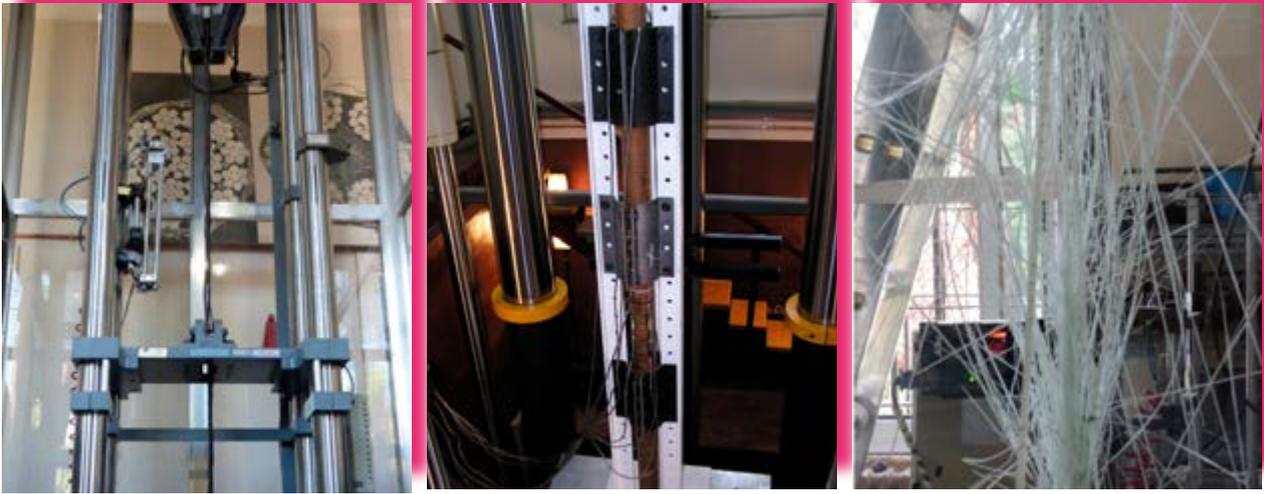
de los materiales de construcción y su durabilidad, de materiales para impermeabilización de balsas, materiales reciclados y materiales de construcción alternativos más sostenibles.

Cabe señalar que, entre sus instalaciones singulares, únicas en España, el Laboratorio Central dispone de laboratorio de fotometría y de un simulador sísmico de seis grados de libertad. En el primero se pueden estudiar y evaluar las características fotométricas de los materiales retrorreflectantes utilizados en señalización vial, mientras que el segundo permite llevar a cabo todo tipo de ensayos de comportamiento dinámico: respuesta frente a sismo de estructuras y elementos estructurales, comportamiento frente a vibración de material móvil ferroviario, funcionamiento de apoyos y amortiguadores de efectos sísmicos, respuesta a fatiga de estructuras y componentes industriales, validación de modelos de cálculo numérico, etc.

Los más de treinta años de experiencia estudiando el compor-

tamiento de las barreras geosintéticas utilizadas en balsas de almacenamiento de agua han convertido al Laboratorio Central en un centro de referencia en este campo, tanto a nivel nacional como internacional. Asimismo, el Laboratorio sigue siendo una referencia en el ensayo de materiales y productos siderúrgicos de construcción, para lo que ha tenido que adaptarse a las nuevas exigencias que impone la acreditación de laboratorios por entidades externas; también se realizan habitualmente estudios de patologías de elementos estructurales metálicos. Además, recientemente, se ha abierto una línea de trabajo para el estudio de alternativas a las armaduras de acero para el hormigón, dedicada sobre todo al análisis y caracterización del comportamiento de barras de polímeros reforzados con fibra de vidrio para estructuras de hormigón de muy alta resistencia a la corrosión.

También se mantiene en la actualidad una importante actividad en el ámbito de la tecnología



Ensayos mecánicos de aceros de construcción y de armaduras de polímeros reforzados con fibra de vidrio.

y durabilidad del hormigón. En los últimos años se ha profundizado en el estudio de las patologías propias de los hormigones de presas, estructuras portuarias y puentes de carretera. Estos trabajos, inicialmente de diagnóstico, han permitido trasladar a la normativa mejoras que eviten en el futuro problemas de durabilidad del hormigón. De

igual manera, se ha avanzado en el estudio de nuevos hormigones, como los fotocatalíticos o los autorreparables.

En el campo de las estructuras se realizan estudios de patologías en edificación, puentes y presas, análisis del comportamiento dinámico de puentes, y trabajos de monitorización e instrumentación

de estructuras. Dentro de las nuevas líneas de actuación se están potenciando la inspección y auscultación de estructuras mediante drones, y la incorporación de la metodología BIM (Building Information Modeling/Management) y la restitución geométrica mediante fotogrametría y escaneado láser como metodologías de trabajo

Estudios de patologías de hormigones de diques y de puentes de carretera.





Operador de drones del CEDEX y modelo BIM de la presa de El Atance.

aplicadas a nuevos proyectos y estructuras existentes.

Como se ha visto, desde hace 125 años el Laboratorio Central ha ido modificando el alcance de su ámbito de actuación y su estructura organizativa para adquirir y desarrollar la tecnología sobre estructuras y materiales más innovadora de cada época. Hasta la fecha se han abierto más de 54500 expedientes de materiales y productos, y se ha emitido un gran número de informes de estructuras y de otros estudios singulares. Debe destacarse también la labor de difusión a lo largo de los años, como resultado de trabajos de investigación propios o de colaboraciones con otras entidades (jornadas, artículos científicos y técnicos, tesis doctorales);

así como la continua aportación del Laboratorio al desarrollo de normativa y reglamentación, tanto de ensayo de materiales como de diseño de estructuras. Esta actividad no habría sido posible sin el empeño y dedicación de algunos de los más prestigiosos ingenieros españoles, entre los que destaca la figura de Eduardo Torroja; y sin la marcada vocación multidisciplinar del Laboratorio desde sus orígenes, en el que otros grandes profesionales de arquitectura, física, geología, matemática o química han desarrollado toda su carrera profesional. A ello se suma la dedicación de los técnicos de laboratorio, encargados de llevar a cabo las pruebas y ensayos que constituyen la base del trabajo del Laboratorio. ■

Referencias

Historia de la inspección y auscultación de estructuras en el Laboratorio Central
I. Carpintero, J. Rueda
Hormigón y Acero 72 (294/295), 63-78, 2021

La obra de Eduardo Torroja

F. Arredondo, C. Benito, G. Echeagaray, J. Nadal, A. Paez, F. del Pozo
Editorial Instituto de España, 1977

Eduardo Torroja y la International Association for Shell and Spatial Structures (IASS)
R. Astudillo
Informes de la Construcción 66 (536), 2014



Personal del Laboratorio Central a inicios del siglo XX y del XXI.



Mapas de **Accesibilidad** del IGN

- Texto: Cristina Calvo Guinea
y Alicia González
Jiménez, IGN
- Fotos: IGN

La información geoespacial permite posicionar los componentes de los distintos elementos de las redes de transporte, lo que resulta esencial para la planificación y gestión de las infraestructuras. Además, dado el papel de éstas como elemento vertebrador del territorio, que a su vez impacta sobre aspectos económicos y sociales, la modelización y producción de conjuntos de datos geoespaciales de transporte, posibilita desarrollar análisis mucho más complejos sobre el impacto que estas infraestructuras tienen en la sociedad.

Un ejemplo

de ello es el análisis que en los primeros meses de 2022 el Instituto Geográfico Nacional ha llevado a cabo a partir de la Información Geográfica de Referencia de Redes de Transporte, con el objetivo de obtener indicadores de accesibilidad del ámbito rural a las principales infraestructuras viarias. Se trata de la obtención de Mapas de Accesibilidad desde cada capital de municipio a la infraestructura de la red viaria más cercana (autopistas, autovías y resto de carreteras de la Red Básica), con independencia de su titularidad. De esta forma, se pretende dar una visión general de los datos sobre los que se ha sustentado el estudio, los procesos llevados a cabo, el resultado obtenido y las futuras líneas de actuación.

La [Mesa de Movilidad Rural](#) (MMR) se creó como foro de participación entre las distintas Administraciones públicas y diversas asociaciones de la sociedad civil, en el marco de la Estrategia de Movilidad Segura Sostenible y Conectada de Mitma, con el objetivo de abordar los retos de la movilidad en entornos de baja densidad de población. En concreto, uno de los primeros objetivos del programa de trabajo 2022-23 de la Mesa

consiste en la elaboración de un [Mapa de Accesibilidad](#) de núcleos de población a las infraestructuras de la red viaria principales: autopistas, autovías y carreteras principales.

En este contexto, en enero de 2022, la Secretaría General de Transportes y Movilidad (SGTM) planteó la necesidad surgida en la MMR al Instituto Geográfico Nacional (IGN) con el objetivo de determinar la viabilidad de generar dicho producto a partir de la información geográfica que produce esta institución y de su capacidad interna para desarrollarlo en el marco temporal establecido.

El IGN consideró viable la producción de esta información por diversas razones:

1. Dispone de **conjuntos de datos geoespaciales** que permiten calcular el coste de accesibilidad (medidos en distancias y tiempos mínimos) a las infraestructuras más cercanas. Se trata, principalmente, de la **Información Geográfica de Referencia de Redes de Transporte (IGR-RT)**, que es la **infraestructura digital de transporte** fundamental sobre la que se realizan los análisis necesarios. Además, dispone de la [Información Geográfica de Referencia de Poblaciones](#) (IGR-PO) y el **Nomenclátor Geo-**

gráfico de Municipios y Entidades de Población (NGMEP), que en combinación, junto con el Padrón de habitantes 2022 publicado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), permiten identificar y localizar los extremos origen de las rutas.

2. Tiene **capacidad y experiencia** en el desarrollo de algoritmos complejos de enrutamiento sobre la red de transporte indicada en el punto anterior y de procesamiento masivo de datos con componente geoespacial. Este aspecto está avalado por la experiencia adquirida en 2020 cuando, la **Secretaría General para el Reto Demográfico** (MITERD) planteó al IGN la necesidad de disponer de las distancias y tiempos de cada capital de municipio a los hospitales más cercanos, así como a los municipios más próximos y de población superior a 20 000 y a 50 000 habitantes, para su publicación a través del Sistema Integrado de Datos Municipales (SIDAMUN). El equipo de la IGR-RT implementó el proceso de cálculo que permitió la obtención de dichos parámetros y su representación cartográfica a través de mapas de rutas mínimas, modelos digitales de cercanía a los elementos de interés y mapas de isocronas (líneas que unen puntos desde los que se tarda el mismo tiempo en llegar al elemento objeto de estudio, en este caso a los hospitales).
3. Dispone de las herramientas y el conocimiento necesarios para publicar los resultados en entornos web fácilmente accesibles e intuitivos, que no requieren de conocimientos técnicos avanzados propios de los Sistemas de Información Geográficos (SIG).

La Información Geográfica de Referencia de Redes de Transportes (IGR-RT)

La IGR-RT es el conjunto de datos específicos de información geoespacial de transportes de mayor resolución que produce el IGN. Se trata de un conjunto de datos multimodal de infraestructuras de transporte, en el que la información se estructura conforme a un modelo topológico de red (modelo que administra y garantiza las correctas relaciones espaciales que existen entre los elementos geométricos primitivos que componen una red: nodos o puntos y líneas, fundamentalmente). Abarca todo el territorio nacional y contempla todas las infraestructuras, con independencia de su titular o gestor.

Se compone de cinco modos de transporte, y sus respectivas conexiones intermodales:

- **Red viaria**, que contiene todas las carreteras de España, los viales urbanos de todos los núcleos de población y los caminos y sendas que, posterior-

mente, se publican a través de la serie del Mapa Topográfico Nacional.

- **Red por raíl**, fundamentalmente compuesta por las redes de ferrocarril de ADIF y las redes autonómicas, aunque el modelo de datos se encuentra actualmente en evolución para incorporar los datos de otros medios de transporte por raíl (metro, tranvía, etc.).
- **Red por vías navegables**, cuyo principal contenido son las infraestructuras de puertos.
- **Red aérea**, con la información de los aeródromos y helipuertos, principalmente.
- **Red por cable** correspondiente a los telesillas, teleféricos y telesquí.

Este conjunto de datos se define en conformidad con la [Directiva INSPIRE](#) y la [ley LISIGE](#) que la traspone, e igualmente se publica a través de servicios de [visualización](#) y [descarga](#), conformes a dicho marco normativo. Adicionalmente, también puede consultarse a través de su [visualizador](#) y de sus fiche-

ros, disponibles a través del [Centro de Descargas](#) del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG).

Se trata de un proyecto incluido en el Plan Cartográfico Nacional y enmarcado en el [Sistema Cartográfico Nacional](#), y por tanto alentado a establecer líneas de coordinación con las agencias cartográficas autonómicas en las fases de actualización de su información. Estas líneas pueden adquirir distintas formas, según la viabilidad técnica y de medios: desde la valiosa comunicación de variaciones puntuales surgidas en las infraestructuras, como ocurre con la Junta de Castilla y León, hasta la coproducción de datos, como ha sucedido con País Vasco y la Comunidad Valenciana.

La actualización de la información de la IGR-RT se realiza a partir de fuentes oficiales (INE, Catastro, DGT, fuentes autonómicas, fuentes de titulares de carreteras locales, etc.), siendo las fuentes de datos vinculadas a Mitma (Dirección General de Carreteras, ENAIRE, Puertos del Estado, Adif, etc.) especialmente relevantes para

Visualizador de Información Geográfica de Referencia de Redes de Transporte del IGN. https://www.ign.es/web/redes_transporte/.





Generalización de la IGR-RT para la generación del soporte geoespacial de HERMES.

las infraestructuras de titularidad estatal.

Como cada modo de transporte se caracteriza por múltiples atributos, gran parte de la complejidad de su mantenimiento y actualización reside en la necesidad de garantizar la coherencia de la información que incorpora (nomenclaturas, codificaciones, titularidades, etc.) con la facilitada por los titulares de las infraestructuras y otras fuentes de información oficiales, entre las que pueden surgir discrepancias que es necesario investigar hasta resolver el valor correcto del dato.

En materia de producción de información geoespacial de infraestructuras dentro del IGN, es en este proyecto donde se concentran todos los esfuerzos para el mantenimiento a la mayor resolución, completitud y frecuencia de actualización viable de la información de transportes. De este modo, la IGR-RT se convierte a su vez en fuente de referencia para el resto de productos y servicios de la Dirección que precisan consumir datos de esta temática, como son, por ejemplo, el [Mapa Topográfico Nacional](#), y por tanto todas aplicaciones que lo publican, las herramientas de análisis territorial (Sistema de Información Geográfica Nacional, [SIGNA](#)), o el proyecto

de geocodificación de direcciones ([CartoCiudad](#)).

Más allá del ámbito del IGN, a medida que en el proyecto se consolidan la completitud y la calidad de los datos, surgen nuevos usuarios de esta información. Es el caso del [proyecto HERMES](#), que utiliza una salida específica de los datos de la IGR-RT adecuada a sus requisitos y generada específicamente para este proyecto, como soporte geoespacial de la red en servicio sobre la que vincula su información. Otro claro ejemplo, también en el seno de Mitma, son los propios Mapas de Accesibilidad, objeto principal de este artículo.

Mapas de Accesibilidad: metodología aplicada

Para evaluar el grado de accesibilidad que existe desde cada punto del territorio a las infraestructuras principales de la red viaria, se solicitó que se generasen los siguientes indicadores:

- Distancias, en kilómetros y en minutos, desde cada capital de municipio a la autopista o autovía más cercana.
- Distancias, en kilómetros y en minutos, desde cada capital de municipio a la autopista, autovía o carretera de la Red Básica más cercana.

Este análisis es especialmente complejo debido, entre otras cosas, a la multiplicidad de las relaciones que existe entre los objetos que participan en el cálculo:

- Por un lado, existen más de 8131 municipios, compuestos mayoritariamente por varios núcleos de población. Cada núcleo de población contiene a su vez múltiples posibles puntos origen de cálculo (cualquier punto de la red viaria urbana del municipio).
- Por otro lado, cada municipio (especialmente los de mayor población) puede ser atravesado y circunvalado por varias carreteras principales objeto de estudio, las cuales a su vez tienen múltiples puntos de acceso (salidas) al núcleo de población.

Para abordar el estudio, el equipo de la IGR-RT estableció una metodología basada en la **generación de un modelo digital del territorio en el que se representan los costes, medidos en tiempo y en distancia** a lo largo de la red viaria, desde cualquier punto del territorio hasta el punto de acceso al elemento de interés más próximo (acceso a la autovía, autopista o carretera de la Red Básica).

Adecuación del grafo sobre el que se realizan los cálculos de tiempo y distancias

La red viaria de la IGR-RT es completa y continua por todo el territorio nacional, tanto en lo que respecta a la red viaria urbana de todos los municipios de España como a las carreteras que los conectan. Ello, unido al alto grado de detalle con el que se describen las infraestructuras (tramos troncales, enlaces, rotondas, dobles ejes en carreteras de doble calzada, etc.) hace que sea un medio apto para realizar cálculos de rutas entre varios puntos del territorio.

Para garantizar la calidad de los datos incluidos en el análisis, de forma previa al inicio de los cálculos se realizó una revisión de los datos por contraste respecto a las principales fuentes de referencia en la materia: Mapa Oficial de Carreteras y Catálogos Oficiales de Carreteras (estatal, autonómicos y locales).

En una primera fase se incluyeron en el análisis vías de todo tipo (urbanas, carreteras y caminos), pero se comprobó que la inclusión de caminos en el cálculo distorsionaba los resultados, arrojando tiempos exageradamente altos y nada representativos de la realidad del territorio. Por ello, finalmente se optó por utilizar exclusivamente los viales de carácter urbano y los de tipo carretera.

La IGR-RT no dispone en la actualidad de información sobre los límites de velocidad de los tramos. En consecuencia, para el cálculo del coste de recorrido en unidades de tiempo, se estimaron una serie de velocidades tipo en función de las características de cada tramo (a partir de los atributos de la IGR-RT) y de diversos estudios (por ejemplo, los [datos mensuales de velocidades publicados por Mitma](#)). A partir de una primera estimación de dichas velocidades, se compararon los valores de tiempo obtenidos sobre varias rutas con los valores que arroja la herramienta Google Maps para la misma ruta. Se realizaron diversas iteraciones de este proceso de estimación de velocidades, y finalmente se adoptaron los valores nominales mostrados en la tabla de al lado.

Estos valores estimados se aceptaron tras comprobar que su aplicación sobre diversas rutas calculadas con los datos de la IGR-RT ofrecían unos resultados con desviaciones medias entre 1-3 % en distancia y por debajo de 5-10

Nodos de acceso a autopistas A-5 y A-66 en el entorno de Mérida (en verde) y distancias desde el resto de los puntos de la red viaria (nodos más cercanos en tonos azules y más alejados en tonos rojos).



minutos en tiempo respecto de los resultados que se obtienen con otras aplicaciones comerciales.

Obtención del modelo digital de costes de accesibilidad

Una de las dificultades de este análisis estriba en identificar los puntos de las autopistas, autopistas y resto de carreteras objeto de

estudio a los cuales se referirá el indicador. Las carreteras no son elementos puntuales, y tienen múltiples puntos de acceso que pueden utilizarse como origen o destino en el cálculo de rutas. Por eso, fue necesario obtener un modelo digital inicial que identificase, para cada punto del territorio, cuál era el acceso a la autopista o au-

Tabla de velocidades estimadas para cada tipo de tramo de carretera

Tipo de tramo	km/h	m/min
Travesía (troncal)	40	666
Travesía (no troncal)	15	250
Urbano (troncal)	10	166
Urbano (no troncal)	10	166
Autovía /autopista (troncal)	100	1666
Autovía /autopista (no troncal)	30	500
Carretera con nombre (troncal)	75	1250
Carretera con nombre (no troncal)	25	416
Carretera sin nombre (troncal)	60	1000
Carretera sin nombre (no troncal)	25	416

tovía (o carretera de la Red Básica) más cercano.

La obtención de este modelo se realizó según las siguientes fases:

1. Identificación de los puntos de acceso a autopistas, autovías y carreteras de la Red Básica.
2. Obtención de distancias y tiempos desde cada punto del territorio a los puntos de acceso, del entorno más próximo.
3. Identificación del punto de acceso más cercano (entendiendo como tal el de menor coste en tiempo) a cada punto de la red que no forma parte de dichas carreteras.

La imagen de la página anterior y la de esta muestran un ejemplo de este proceso en el entorno de Mérida: en la primera de ellas se puede observar que la ciudad se encuentra cercana a la intersección de la A-5 con la A-66 y, por lo tanto, distintos tramos de la ciudad estarán más cerca de una o de la otra. En la segunda imagen se muestra un detalle del cálculo de tiempos en la zona norte cercana a la intersección entre las autovías.

Identificación del origen de la ruta

Es obvio que los núcleos de población no son elementos puntuales. Por eso, es necesario definir el punto representativo de cada capital de municipio desde el que se calculará el indicador solicitado. Esta definición se realizó a partir de las siguientes fuentes de datos:

- **Padrón de habitantes municipal del INE.** Esta información permite identificar la denominación y cuantificación de los municipios existentes a fecha del estudio.
- **Nomenclátor Geográfico de Municipios y Entidades de Población (NGMEP) del IGN.** Dado que un municipio puede estar compuesto por más de un núcleo de población, esta fuente de datos permite identificar el núcleo que actúa como capital de municipio y, además, facilita una localización puntual del mismo (generalmente próximo al ayuntamiento).

El elemento puntual facilitado por el NGMEP se analizó para comprobar su grado de accesibilidad a la

red. Cuando se calculan rutas entre dos poblaciones distintas, la parte de la ruta que pertenece al ámbito urbano puede llegar a consumir considerablemente más tiempo, en términos relativos, que la parte interurbana. Si el punto origen elegido, representativo del área urbana, presenta mala conectividad con el resto de la red (por ejemplo, si la única vía que llega a él es un camino o una vía peatonal), el indicador resultante no reflejará la realidad del municipio, ya que el tiempo que se tarda en llegar al elemento de interés (autopista, autovía, etc.) estará sobredimensionado.

El análisis basado en algoritmos de enrutamiento que se llevó a cabo permitió elegir el punto mejor conectado del núcleo en un entorno de entre 100 y 200 metros alrededor de la ubicación propuesta por el NGMEP. Ese punto, óptimamente conectado al resto de la red y ubicado en un área central de cada capital de municipio, es el que finalmente se ha tomado como punto representativo del municipio y, por tanto, respecto al que se darán los indicadores de distancias.

Además, de forma complementaria y con el objeto de identificar los tramos de la red viaria de cada municipio que discurren dentro de cada núcleo, también se empleó una tercera fuente de datos: la *Información Geográfica de Referencia de Poblaciones del IGN*, que es el conjunto de datos que delimita geoméricamente la extensión en el territorio de cada núcleo de población. Esta identificación de la red permite ofrecer resultados de accesibilidad con mayor granularidad en los mapas de coropletas, pues la caracterización del ámbito territorial se realiza a nivel del área del núcleo de población en lugar del área del término municipal.



Detalle de distancias de cada punto de la red viaria a la autopista o autovía más próxima.

ine_mun	nombre	pop21	coste_km	coste_min	id_vial	nombre_vial
6083	Mérida	59424	3,189	7,277	600000000088	A-66
6084	Mirandilla	1247	4,787	5,105	600000000088	A-66
6085	Monesterio	4267	1,285	1,883	600000000088	A-66
6086	Montemolin	1365	5,967	4,981	600000000088	A-66
6087	Monterrubio de la Serena	2312	61,411	55,631	611000010000	EX-A2
6088	Montijo	15483	8,078	9,469	600000000073	A-5
6089	Morera, La	714	29,649	26,684	600000000088	A-66
6090	Nava de Santiago, La	933	15,974	13,126	600000000088	A-66



Resultados gráficos y numéricos de los costes de accesibilidad a las autopistas o autovías más cercanas desde una serie de municipios de Cáceres.

Determinación de la ruta óptima

Una vez identificados los componentes puntuales que definen el origen (punto representativo de la capital de municipio) y el destino (punto de acceso a una autovía o autopista más próximo a éste), se aplica un algoritmo de ruta óptima entre ambos puntos, para cada uno de los municipios, hasta obtener todas las rutas (y con ello, los indicadores) solicitados.

Siguiendo con la zona que ilustra el apartado anterior, en la imagen de arriba vemos las rutas resultantes.

Publicación de resultados

Los indicadores obtenidos dieron lugar a diversos productos cartográficos:

- **Mapas de rutas:** representación de las rutas de acceso de menor coste desde cada capital de municipio a la red de carreteras (líneas negras) objeto de estudio, caracterizadas por una escala

de color según sea su coste de accesibilidad, conforme al rango de intervalos de tiempo en minutos definido en la leyenda.

- **Mapas de isocronas:** representación de las líneas que unen los puntos del territorio que tienen igual coste de acceso a la autopista o autovía más cercana. En particular se visualiza, por ran-

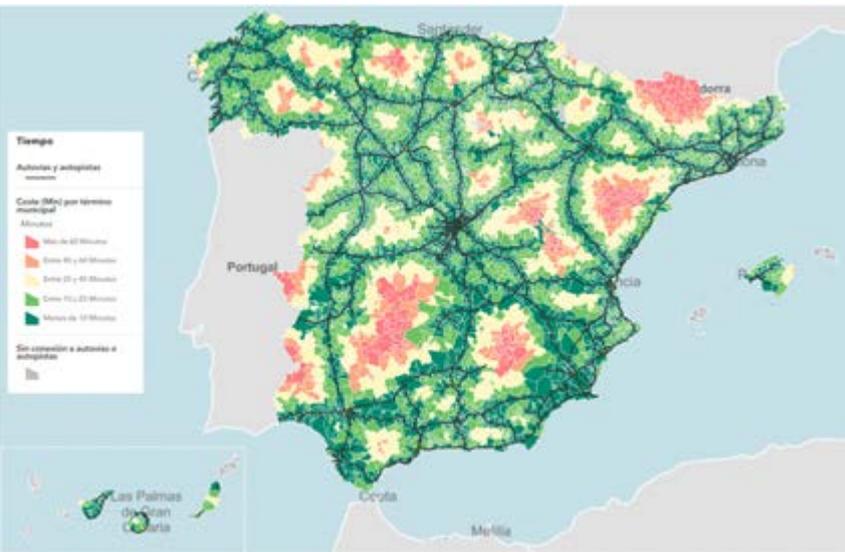
gos de tiempo de 10 minutos, el coste de acceso desde cualquier punto del territorio a la red de autopistas y autovías. Como se observa, las líneas de tono verde oscuro que unen los puntos de menor coste, desde los que se tarda 10 minutos en acceder a la carretera, indican el propio trazado por donde discurren éstas.

Mapa de rutas desde cada capital de municipio a la red de autopista o autovía más cercana.

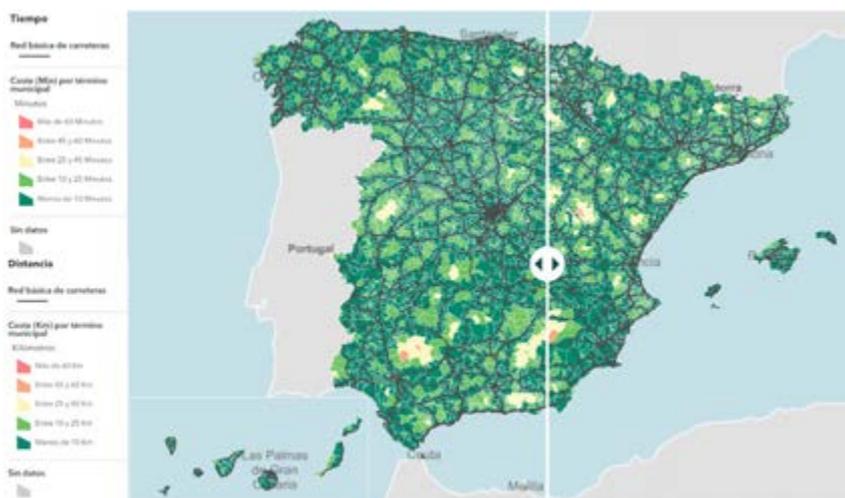




Mapa de isocronas de accesibilidad a la autopista o autovía más cercana.



Mapa de coropletas de accesibilidad de cada municipio a la autopista o autovía más cercana.



Mapa dinámico de accesibilidad a la Red Básica expresado en dos unidades de coste: minutos (izquierda) - kilómetros (derecha).

- **Mapas de coropletas** o mapas que representan el valor de una variable cuantitativa por unidad geoespacial (generalmente provincias, municipios, etc.), considerando que dicho valor es constante en toda la unidad. En este caso, los mapas muestran, mediante colores, la caracterización de cada municipio en base al tiempo o la distancia que se tarda en acceder desde el punto más representativo de la capital de su municipio a la carretera objeto de estudio. Realmente se hace una extrapolación del valor puntual para todo el término municipal.

A pesar de que la imagen estática de un mapa puede permitir obtener una visión sintética de las características del territorio, el potencial de análisis de los resultados obtenidos tras el cálculo de rutas va mucho más allá que la mera visualización de los resultados a una escala determinada.

Por este motivo, con el objeto de facilitar el entendimiento del cálculo llevado a cabo y el acceso a los resultados, y para incrementar la versatilidad de consulta de los resultados obtenidos, se publicó el estudio en la página web [Cálculo de distancias a través de la red viaria de la IGR-RT](#). Esta web aloja la explicación de todo el proceso y, además de poder visualizar los diferentes mapas generados, se puede **navegar por ellos** para consultar los resultados con mayor detalle.

Esta web también contiene los resultados de otros casos de interés, basados en la determinación de rutas óptimas, que se generaron de forma previa y que han servido de aprendizaje para la producción de los mapas de accesibilidad. Se trata de los mapas que muestran el resultado del cálculo



Cuadro de mando con los indicadores numéricos asociados a cada mapa de accesibilidad.

de rutas de coste mínimo (tiempo/distancia) desde cada capital de municipio al hospital más cercano (según el catálogo 2021 de hospitales del Ministerio de Sanidad) y a los municipios más próximos de más de 50 000, 20 000 y 5 000 habitantes.

Además, para incrementar las posibilidades de consulta de los

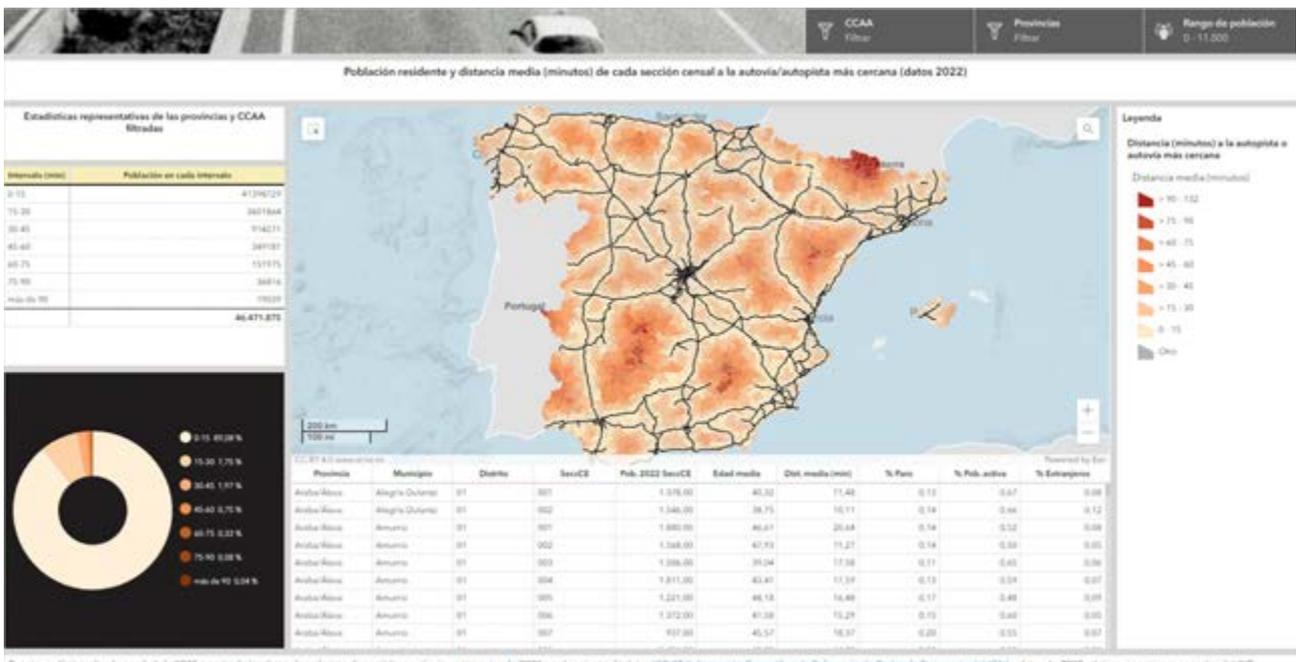
resultados y como complemento a la web anterior, se generó un “Cuadro de mando” que contiene los indicadores numéricos obtenidos y su vinculación a la representación gráfica del mapa.

Este cuadro de mando se divide en pestañas, cada una de las cuales proporciona los resultados de los cálculos obtenidos para los

diferentes elementos de interés analizados hasta la fecha.

Evolución del proyecto y usos potenciales

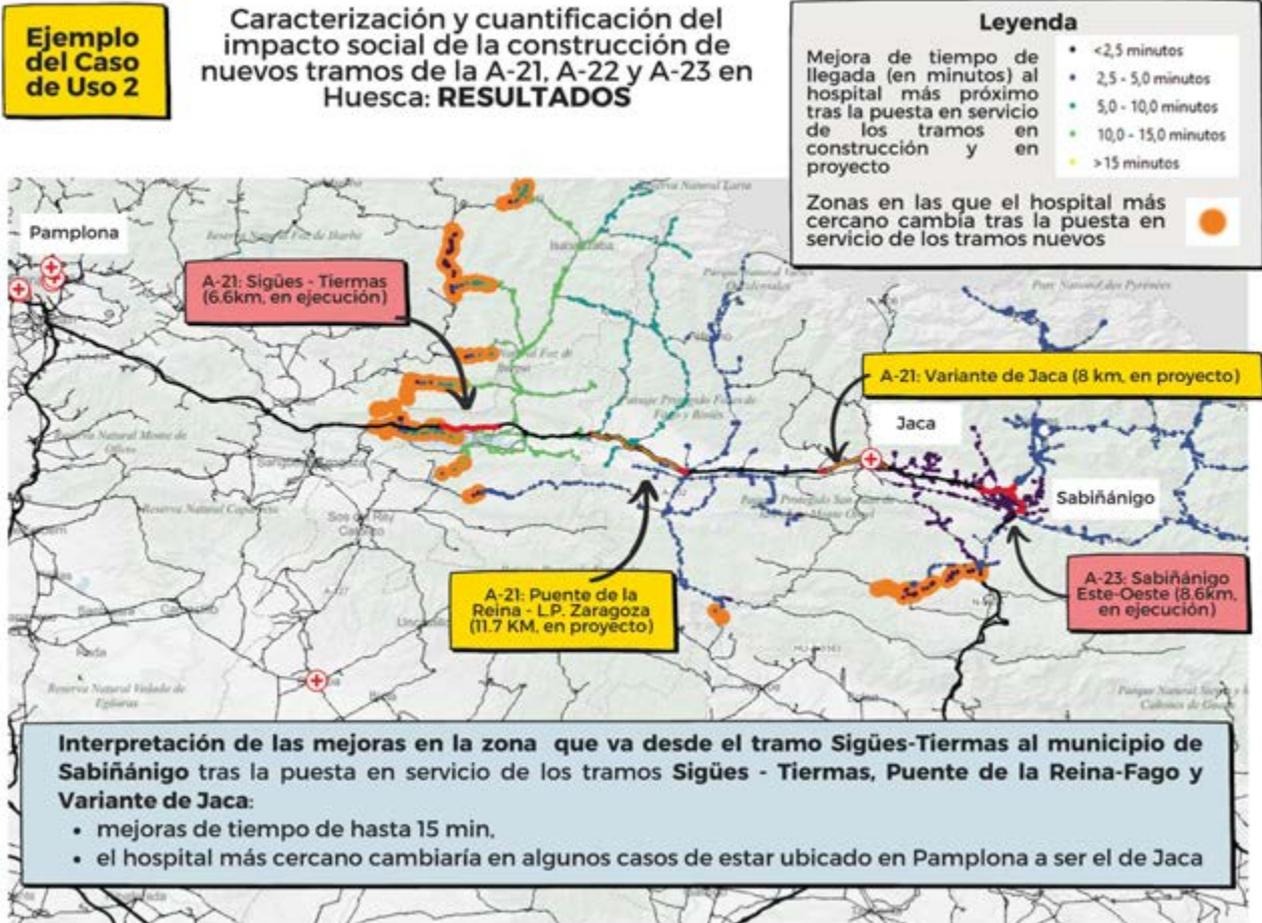
Como se ha comentado, la generación de indicadores y la publicación de resultados se limitan a mostrar información relativa a las distancias desde un punto concreto del



Panel que muestra información relativa a la población residente y distancia media (minutos) desde cada sección censal a la autopista o autovía más cercana. <https://ign-esp.maps.arcgis.com/apps/dashboards/ee39f53cd322495c8035a81780a49bb7>.

Ejemplo del Caso de Uso 2

Caracterización y cuantificación del impacto social de la construcción de nuevos tramos de la A-21, A-22 y A-23 en Huesca: RESULTADOS



Análisis preliminar para cuantificar el impacto de la puesta en servicio de tramos de la A-21 en el tiempo de llegada de la población de los alrededores al hospital más cercano.

municipio. Sin embargo, el hecho de que los tiempos se calculen para todos los tramos de la red viaria del territorio permite generar otros productos no considerados en un principio, e identificar nuevos potenciales casos de uso, sobre los que se están haciendo pruebas piloto en zonas concretas.

Un ejemplo de ello es el [panel](#) que se realizó para poner en contexto los cálculos de distancias respecto a la población residente. En él, se utilizaron los datos de población de distritos censales del INE para obtener el porcentaje de población residente que se encuentra a una determinada distancia de estas vías.

Otro de los casos de uso que se han abordado es el análisis del impacto que tiene la puesta en servicio de nuevos tramos de la red viaria en el acceso a equipamientos públicos. Un ejemplo de ello es la mejora en tiempos de llegada al hospital más cercano tras las inauguraciones de tramos de infraestructuras. Un estudio preliminar de este tipo se realizó en la zona de la A-21, en la que existen diversos tramos en obra y en proyecto, con el objeto de estimar cómo variaría el coste de acceso de la población a los hospitales de la zona. Los resultados de la simulación arrojan mejoras en la estimación de los tiempos

de acceso en el entorno de la A-21, y en algunos casos, cambio del hospital más cercano.

Evolución del conjunto de datos de IGR-RT

El análisis descrito en los apartados anteriores muestra el potencial de uso de la IGR-RT. Resulta obvio que la calidad de los resultados obtenidos dependa directamente de la completitud, exactitud y grado de actualización de sus datos. En la actualidad, este conjunto de datos satisface los requisitos suficientes para este tipo de análisis complejo, gracias a un trabajo continuo de actualización y mejora de los datos que se viene realizando desde la

publicación de su versión inicial en 2017.

Sin embargo, no se puede obviar el hecho de que el conjunto de datos no dispone de sentidos de circulación en muchos casos, y este es un aspecto importante a la hora de definir las rutas y las distancias. Para obtener este dato, se están desarrollando diferentes líneas de trabajo basadas en algoritmos:

- Por un lado, mediante comprobaciones geométricas se revisa y corrige la dirección de los tramos de rotonda y enlaces.
- Por otro lado, mediante la comprobación con otros conjuntos de datos utilizados en aplicaciones de navegación (OpenStreetMap fundamentalmente), se contrasta y analizan las discrepancias en la dirección de los tramos troncales y vías de servicio.

Además de este aspecto, se está abordando la implantación de una metodología basada en técnicas de **Inteligencia Artificial** para la mejora geométrica (incremento de la definición geométrica del trazado de la red viaria en base a la detección de las marcas viales horizontales, y mejora de su exactitud posicional) y semántica (atributos relativos a número de calzadas, número de carriles, anchura de la plataforma, etc.). Se trata de la evolución de la red hacia su alta definición, a través del proyecto **RTAD (Redes de Transporte de Alta Definición)**, financiado mediante fondos del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR). El objetivo es definir e implementar una serie de procesos y herramientas (basados en *Deep Learning* o aprendizaje profundo y técnicas de vectorización) que permitan abordar la actualización y la mejora de la



Obtención de las marcas viales a partir de técnicas de Inteligencia Artificial.

red viaria de manera automática, a partir de los productos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (ortofotografías PNOA y datos PNOA-LIDAR). La finalidad última es lograr un grado y frecuencia de actualización adecuados a los nuevos requisitos de los usuarios.

Conclusiones

Los datos geospaciales y los datos de movilidad son dos de las seis categorías definidas como [datos de alto valor](#) por la Directiva Europea de Datos Abiertos. IGR-RT pertenece a ambas categorías, y por ello, estos datos deben reunir los requisitos necesarios para poder ser considerados, como tales.

Para ello, deben permitir a los creadores de servicios y aplicaciones generar soluciones de valor añadido, y reportar de alguna forma beneficios para la sociedad, la economía y el medio ambiente. La intención del IGN es dar respuesta a los retos y necesidades que los usuarios (organismos públicos, empresas y ciudadanos en general) le plantean, y proporcionar datos que efectivamente generen ese beneficio. Los requisitos de los usuarios han crecido de forma exponencial a medida que el uso de datos geolocalizados digitales se ha generalizado, gracias a plataformas de uso común como Google Maps y OpenStreetMap.

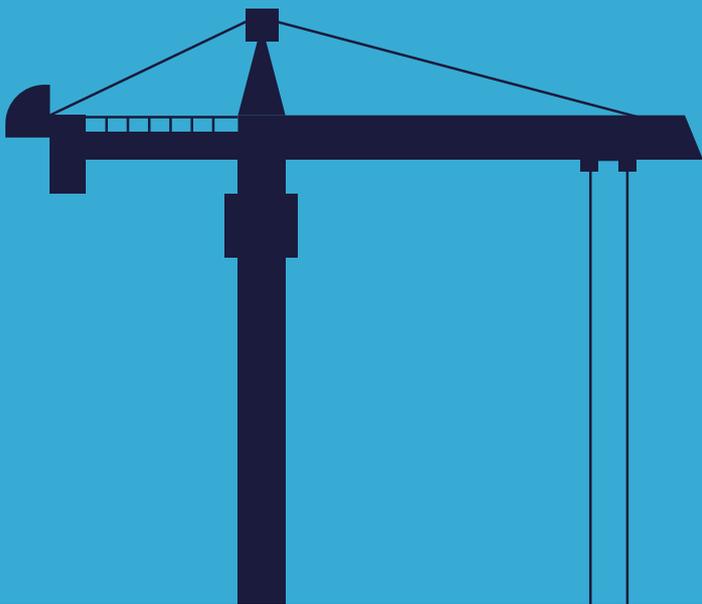
La generación de los Mapas de Accesibilidad ha permitido, por un lado, conocer mejor las necesidades de los usuarios específicos del propio Mitma, y por otro, poner a prueba los datos del IGN dentro del Ministerio para un uso analítico, real y especialmente complejo. El retorno de la inversión del trabajo realizado ha venido, además de por los resultados satisfactorios obtenidos, por la oportunidad de poner en valor y **visibilizar el potencial de la infraestructura digital del transporte del IGN**, más allá de su visualización y descarga.

La IGR-RT debe evolucionar conforme evolucionan los requisitos de los usuarios, en los que siempre hay un denominador común: datos de calidad contrastada, con un alto grado de actualización y completitud, susceptibles de ser utilizados en múltiples aplicaciones. En este sentido, el IGN está desarrollando el proyecto de la Red de Transporte de Alta Definición que persigue la implantación de una metodología de actualización sostenible, basada en automatismos aplicados sobre los productos PNOA, que permita satisfacer dichos requisitos.

La demanda creciente de consultas complejas abre nuevos interrogantes que tal vez los datos no estén preparados aún para responder, pero que nos muestran el rumbo que debemos seguir. ■

RUMBO COMPARTIDO

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



Puertos del Estado



Análisis de los resultados más relevantes que se incluyen en el último informe anual del OTLE



El OTLE cumple 10 años

El Observatorio del Transporte y la Logística en España, tras cumplir diez años y constituir una herramienta consolidada de referencia en el sector, tiene previsto incorporar nuevos proyectos y funcionalidades en los próximos años. Asimismo, se exponen los aspectos más relevantes del transporte y la logística recogidos en el informe anual del OTLE presentado en febrero de 2023.

- **Texto:** Rocío Báguena Rodríguez, Jorge Patiño Portillo y Alfonso Sánchez Cañas, División de Estudios y Tecnología del Transporte.
- **Fotos:** OTLE

El Observatorio del

Transporte y la Logística en España (OTLE) cumple 10 años. Desde su inicio, ha mejorado notablemente tanto en sus contenidos como en las funcionalidades que ofrece, y se ha consolidado como una herramienta de consulta y referencia sobre el transporte y la logística para todos los agentes del sector del transporte, para la academia y para todos los ciudadanos en general. Así, el portal del OTLE recibe en torno a 70 000 visitas al año.

Los contenidos y análisis del OTLE ofrecen una visión integral y global del transporte y la logística en España, abordando el transporte nacional e internacional tanto de viajeros como de mercancías, a tra-

vés de diferentes áreas temáticas: movilidad, socioeconomía, infraestructuras y capital, seguridad, sostenibilidad, transporte metropolitano y logística. Y todo ello a través de sus diferentes elementos: tablas de datos –con sus correspondientes gráficos y mapas– indicadores, informes y jornadas divulgativas, accesibles desde el propio portal web <https://observatoriotransporte.mitma.gob.es/>

Durante estos diez años, el Observatorio ha mejorado tanto en la calidad y cantidad de sus contenidos como en sus funcionalidades. En el año 2014 el OTLE contaba con aproximadamente 200 tablas de datos y 100 indicadores que no estaban automatizados, y publicó un informe anual de análisis. Actualmente, conforman el OTLE

más de 350 tablas de datos, con unos 200 mapas y 1000 gráficos asociados, 120 indicadores automatizados que posibilitan muchos más análisis que los del año 2014, y cuenta con más de una veintena de informes –anuales, monográficos y metodológicos– que se han venido publicando desde el inicio del Observatorio.

Desde el punto de vista de la calidad de los contenidos, el OTLE ha avanzado en la definición de metodologías externas y propias, y ha incorporado numerosos procedimientos y controles de calidad con el objetivo de dotarlo de mayor rigor y robustez. Un ejemplo reciente de ello es la incorporación, para su gestión interna diaria, de una aplicación web específica para gestionar todos los procesos asociados a sus contenidos. Esta aplicación abarca desde el momento en que la información está disponible por parte de las fuentes de datos hasta la publicación de los contenidos en el portal web del OTLE. La Subdirección General de Tecnologías de la Información y Administración Digital de Mitma ha colaborado con el equipo técnico del OTLE en el desarrollo de esta herramienta, que puede ser replicable en otros proyectos donde las tareas estén predefinidas y consolidadas, y se cuente con equipos amplios de trabajo. La aplicación está basada en la definición de proyectos a partir

Proyecto OTLE 2023-ED11: Resumen

Tarea:

Tipo de tarea:

Fuente:

Estado:

Usuario asignado:

Paso de flujo:

Identificador	Nombre	Tipo	Estado	Paso de flujo	Grupo asignado	Usuario asignado	Última actualizaci...
CW66	Transporte marítimo	Contenido web	●				⋮
CO557	Transporte interurbano regular de viaje...	Consulta	●				⋮
CO555	Transporte interurbano regular de viaje...	Consulta	●				⋮
CW1	Transporte interurbano de viajeros	Contenido web	●				⋮
CO549.2	Transporte internacional de viajeros (vi...	Consulta	●				⋮
CO549.3	Transporte internacional de viajeros (vi...	Consulta	●				⋮

Pantalla de la aplicación de gestión interna de OTLE en la que se resumen las tareas de una edición.

Fuente: Proyecto "OTLE 2022 v1.0" implementado en el aplicativo para la gestión de la 10ª edición del OTLE.

de los tipos de tareas a desarrollar, los flujos de trabajo para cada tipo de tarea, y la definición y asignación de grupos de trabajo para cada paso de los flujos de trabajo definidos.

Además de este desarrollo interno, se trabaja continuamente para dotar de mayor funcionalidad al Observatorio, en la línea de facilitar el acceso a los contenidos, la adecuada interpretación de los datos, la exportación de la información mediante datos abiertos, su visualización y la capacidad de particularizar su explotación en función de las necesidades de los usuarios, entre otros. A modo de ejemplo, en los últimos años se han rediseñado los indicadores, se han incorporado herramientas de business intelligence, se ha añadido el contenido de los informes anuales en formato HTML para facilitar su acceso de manera específica y, se han incluido las grabaciones de las jornadas de divulgación. Todo ello con la finalidad de que OTLE resulte de mayor utilidad para sus usuarios.

Y este espíritu de mejora continua del OTLE se sigue manteniendo después de estos diez años. La principal línea de trabajo que ha comenzado recientemente consiste en **incorporar datos con mayor frecuencia temporal y que sean más recientes, empleando para ello datos mensuales o trimestrales** publicados por las fuentes. Estos datos complementan a los datos anuales consolidados que ya se recogen en el OTLE y permitirán disponer de una visión más cercana en el tiempo. La adecuada elección de estos nuevos contenidos es esencial para poder aproximar la visión global del OTLE a partir de los datos disponibles y, a la vez, es preciso asegurar que el volumen de contenidos resulte sostenible desde el punto de vista de su gestión.

Asimismo, se está iniciando el planteamiento de una **futura red de observatorios de transporte** ya que, ahora, parece el momento oportuno debido a los numerosos agentes que intervienen en la producción y análisis de datos de transporte, movilidad y logística; a que cada vez es más importante disponer de datos fiables y recientes; al creciente interés en los últimos años por analizar estos datos; y a que el OTLE se encuentra en una fase de madurez. Esta red se configuraría como un **foro voluntario**

El Observatorio del Transporte y la Logística en España (OTLE)

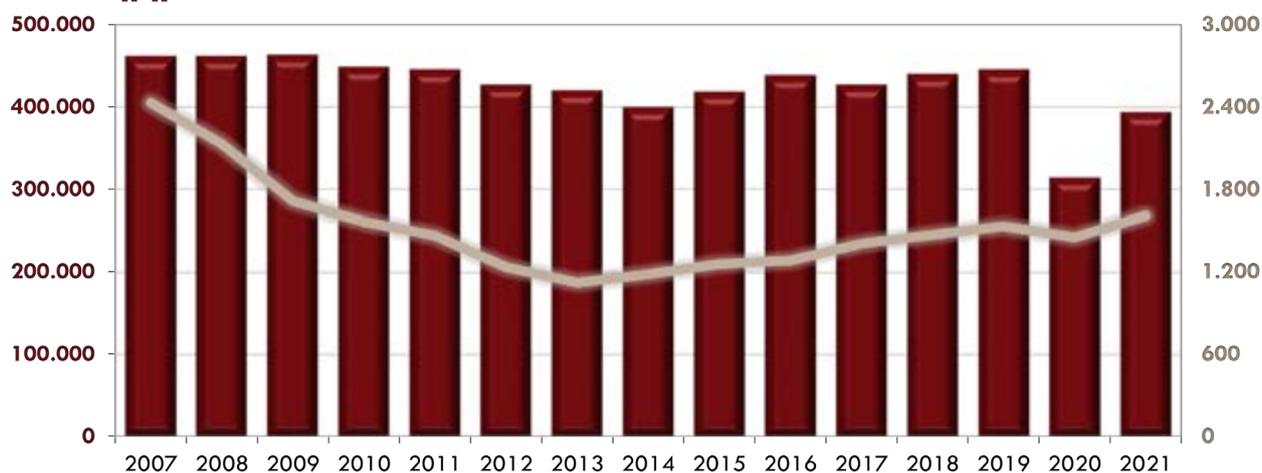
El OTLE ha celebrado la décima jornada de presentación de su informe anual y sigue siendo un portal de contenidos abierto al público que tiene como **objetivos principales proporcionar una visión global e integral de la situación del transporte y la logística en España para facilitar la toma de decisiones eficientes y racionales, y garantizar la transparencia de la información del transporte y la logística.** Para lograr estos objetivos cuenta con la colaboración de numerosos centros directivos, entidades públicas y centros adscritos al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, así como otros departamentos ministeriales y algunos organismos externos.



Millones de viajeros-km



Millones de toneladas



Evolución del transporte interior total de viajeros y mercancías (millones de viajeros-km y millones de toneladas), 2007-2021.

Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de la DGC (datos de viajeros-km), EPTMC, OFE, OTLE a partir de datos de AENA S.M.E., S.A y SENASA, Puertos del Estado (datos de toneladas) y OTLE a partir de datos de Puertos del Estado y distancias medias del informe "El Transporte y las infraestructuras" (datos de viajeros-km hasta 2013) y OTLE a partir de datos de la DGMM y distancias medias del CEDEX (datos de viajeros km de 2014 en adelante). Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

de encuentro y colaboración entre las diferentes entidades que generan datos y análisis de transporte y movilidad, con la finalidad de crear sinergias entre los agentes que producen y analizan este tipo de datos, y proporcionar una mayor capacidad de acercar el conocimiento generado a los agentes que participan en el transporte, a las administraciones y a la ciudadanía en general.

En la jornada anual del OTLE, que tuvo lugar en el mes de febrero, se adelantaron estas nuevas iniciativas en las que ya se está trabajando, y se dieron a conocer los resultados más relevantes que se incluyen en el último informe anual del OTLE, y que se desarrollan a continuación.

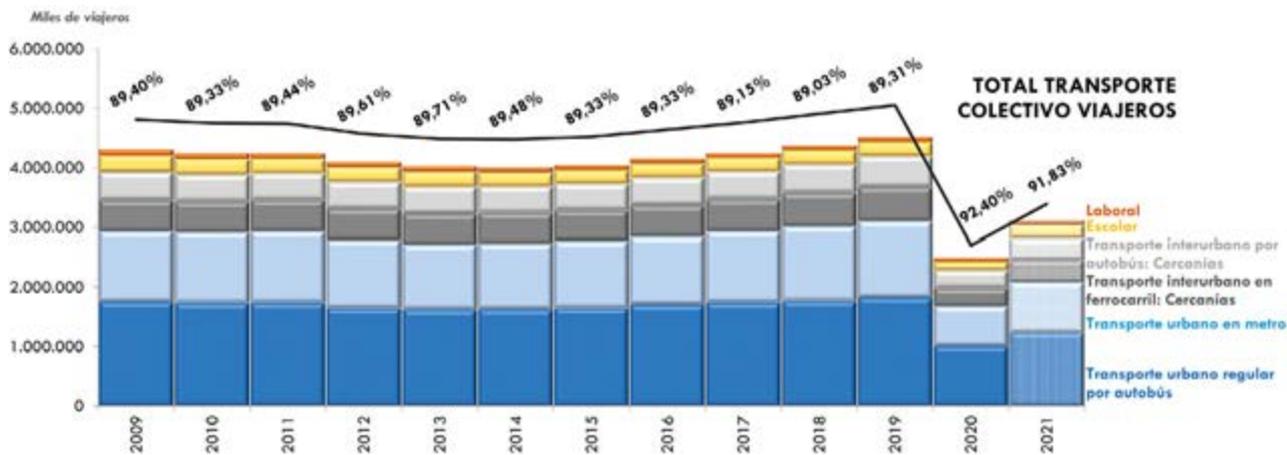
Movilidad

El año 2021, todavía afectado por la pandemia, supuso el inicio de la recuperación del transporte nacional e internacional de viajeros y mercancías. En el transporte de viajeros, esta recuperación no alcanzó los niveles pre-pandemia, ni tampoco lo hizo el transporte internacional de mercancías. Sin embargo, el transporte nacional de mercancías, que se vio menos afectado durante el año 2020 que el de viajeros, superó los registros de 2019.

Concretamente, la movilidad interior de viajeros experimentó un aumento del 25,4 % de los viajeros-km en 2021 respecto a 2020, pero aún fue un 11,6 % inferior que en 2019.

El transporte nacional de mercancías mostró en 2021 un crecimiento interanual del 10,7 %, lo que supuso superar en un 5 % los valores alcanzados en 2019. No obstante, este aumento del transporte nacional de mercancías en 2021, respecto a 2019, se debió únicamente al modo carretera, que supuso la mayor parte del transporte de mercancías nacional y creció 5,5 % respecto a 2019. En cambio, para el resto de modos, el transporte nacional de mercancías no alcanzó las cifras de 2019 y sus volúmenes fueron entre un 5 % y un 7 % inferiores.

Por su parte, el transporte internacional de mercancías registró en 2021 valores muy cercanos a los de 2019 (solo un 1,4 % inferior). En este caso es el modo marítimo, principal protagonista en el transporte internacional de mercancías, el que marcó la tendencia con un descenso del 2,6 % respecto a las cifras de 2019. Los modos terrestres sí que superaron los



Evolución del transporte colectivo de viajeros en distintos ámbitos y medios de transporte y participación del transporte colectivo urbano y metropolitano sobre el total del transporte colectivo, 2009-2021.

Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de la Estadística de Transporte de Viajeros. INE.

registros anteriores a la pandemia, con crecimientos respecto a 2019 del 3,1 % y 5,7 % para la carretera y el transporte ferroviario respectivamente. El volumen de mercancías transportadas en el modo aéreo con origen o destino internacional, con una participación residual en el reparto modal, fue un 6,3 % inferior a los valores de 2019.

Transporte metropolitano

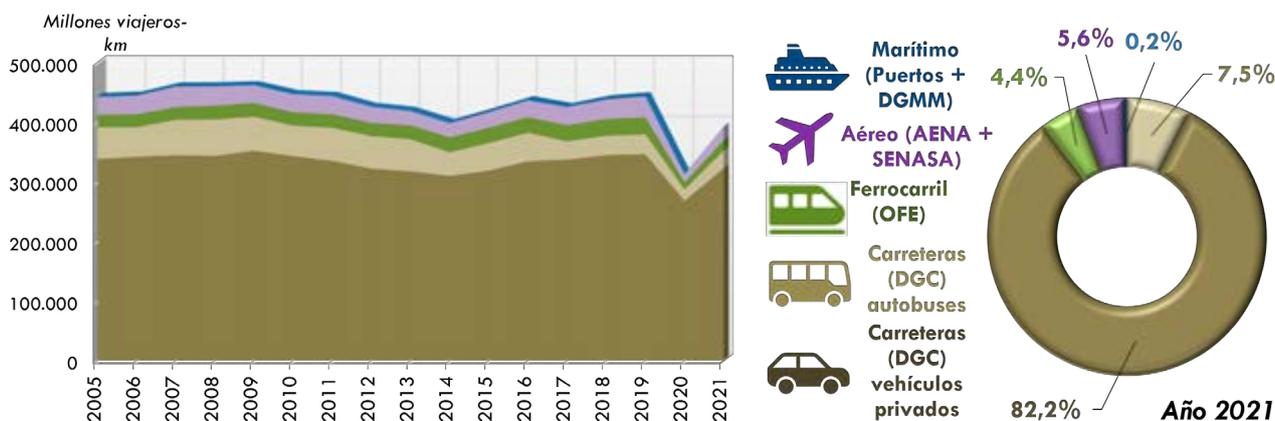
Según los datos de la Estadística de Transporte de Viajeros del Instituto Nacional de Estadística (INE), en 2021 se realizaron más de 3100 millones de viajes en transporte urbano y metropolitano en medios colectivos, lo que supone un 92 % del total de viajeros transportados en España en modos de transporte colectivos y refleja la importancia del transporte colectivo en las ciudades y sus áreas metropolitanas. Pese a ello, en 2021, el número de viajes se situó un 31 % por debajo de los registros de 2019. Detrás de este retroceso en el uso del transporte colectivo observado durante la pandemia –mayor que el de la movilidad general de viajeros–, subyace no solo la preferencia en este periodo por los medios de transporte no colectivos, sino también otros cambios en las pautas de movilidad derivados del crecimiento del teletrabajo, el aumento de las reuniones y eventos online, el mayor acceso a trámites electrónicos, etc.

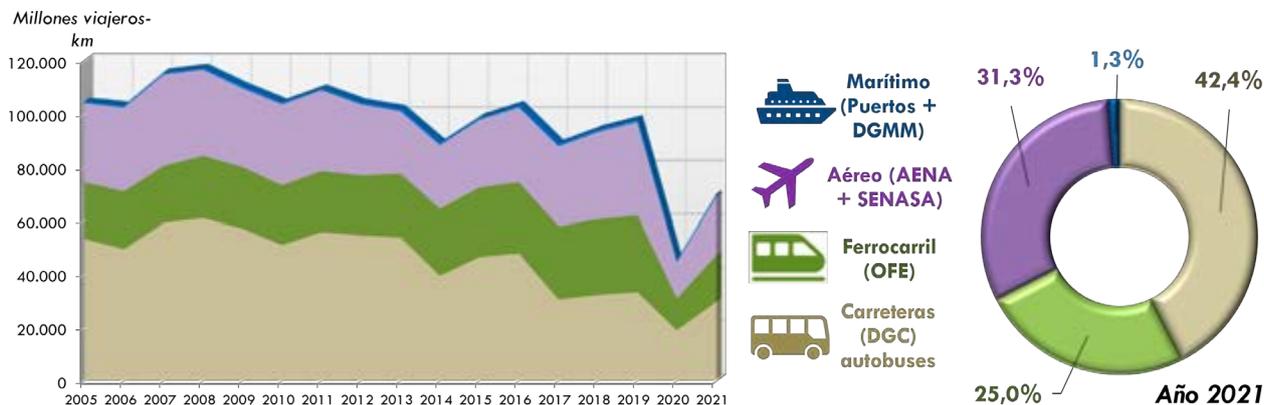
Evolución del transporte nacional de viajeros (millones de viajeros-km) por modo de transporte (2008-2021) y cuotas modales año 2021.

Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de la DGC, OFE, AENA S.M.E., S.A, SENASA, Puertos del Estado y DGMM.

Reparto modal

En la movilidad interior de viajeros, en 2021 siguió predominando el vehículo privado, con una participación del 82,2 % del total de los viajeros-km que, aunque fue inferior a la de 2020 –año en el que se llegó al 85,6 %–, aún se mantuvo por encima de la cuota de años anteriores a la pandemia,



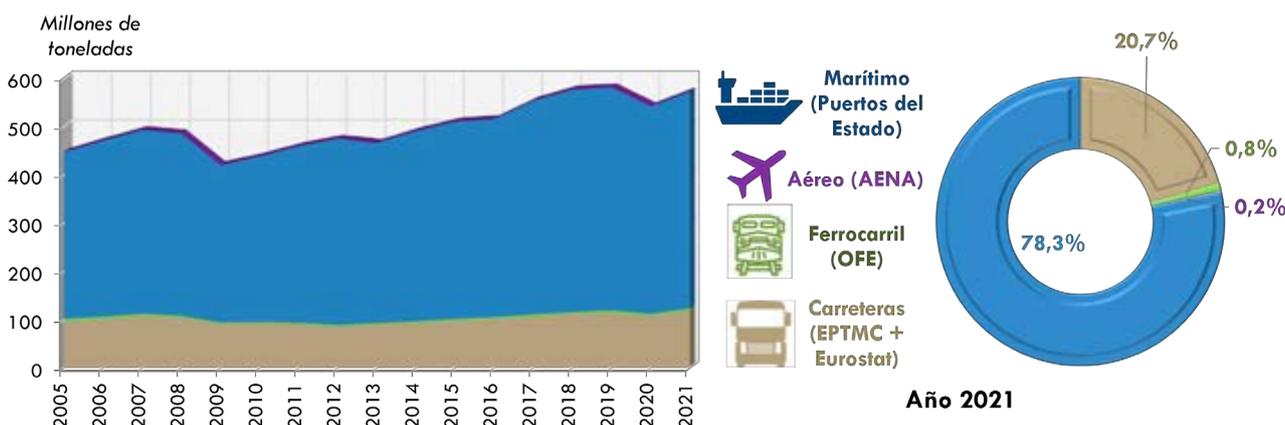


en los que estaba entre el 75 % y 78 %. Es de esperar que en los resultados de 2022 y los de este año 2023, los modos de transporte colectivos continúen recuperando la cuota modal perdida durante la pandemia.

Si se analizan únicamente los **medios de transporte colectivos**, se observa que mientras en 2019 el medio prioritario fue el avión, con una participación del 35,7 %, seguido por los autobuses (33,9 %), en 2021 se invirtió la situación, siendo los autobuses los que aglutinaron la mayor parte de los viajeros-km (42,4 %), seguidos por el modo aéreo (31,3 %). El ferrocarril perdió cuota de mercado, con un 25,0 %, y el barco la aumentó ligeramente hasta el 1,3 %.

Evolución del transporte nacional de viajeros (millones de viajeros-km) en transporte colectivo por modo de transporte (2008-2021) y cuotas modales año 2021.

Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de la DGC, OFE, AENA S.M.E., S.A, SENASA, Puertos del Estado, y DGMM.



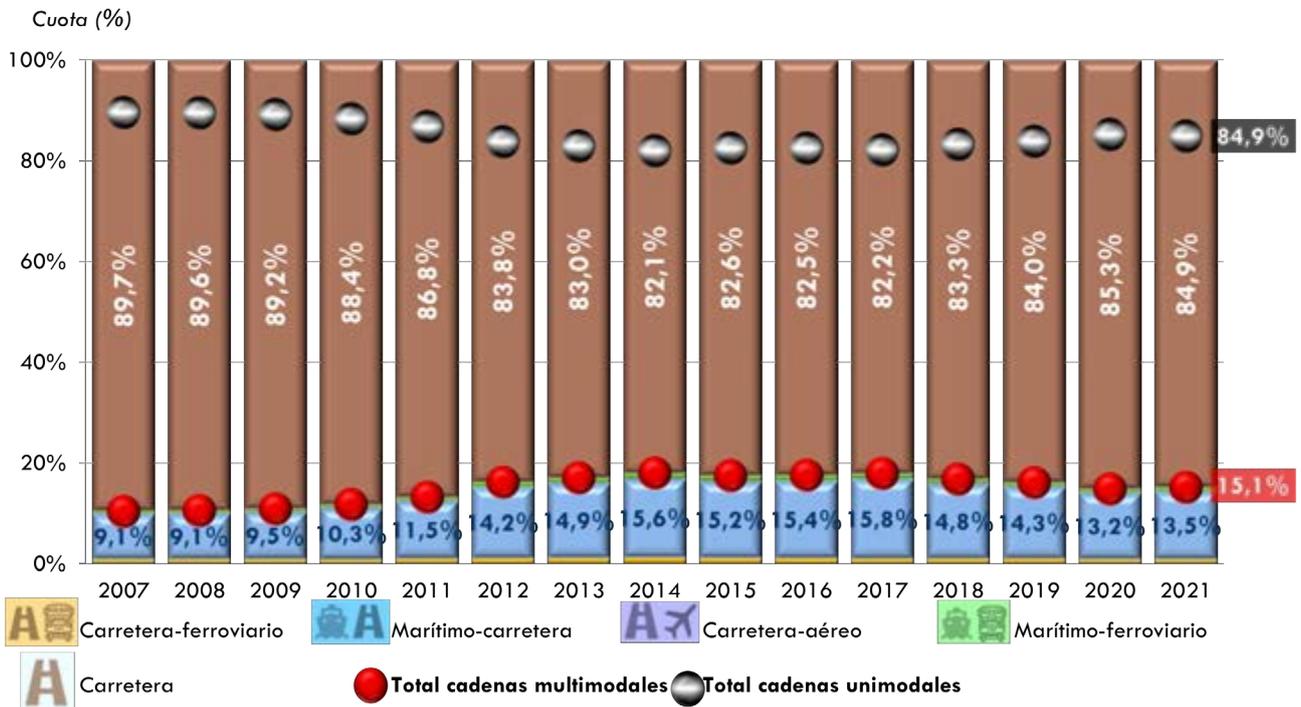
En el **transporte de mercancías**, la carretera mantuvo en el ámbito **nacional** la hegemonía frente al resto de modos, ya que por la carretera se transportaron en 2021 el 96 % de las toneladas. En el **transporte internacional**, en cambio, el predominio lo tuvo el transporte marítimo con un 78,3 % del total de toneladas, cuota que disminuyó un punto porcentual respecto al año anterior, en favor de una mayor participación de la carretera, que presentó en 2021 una cuota del 20,7 %.

Evolución del transporte de mercancías (millones de toneladas transportadas) en ámbito internacional (2005-2021) y cuotas modales año 2021.

Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de la EPTMC, Eurostat, OFE, AENA S.M.E., S.A. y Puertos del Estado. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

La actividad logística

En 2021 aumentó un 13,3 % el transporte de mercancías en **cadena multimodales**, con más de 250 millones de toneladas, aproximándose a las cifras de 2019, aunque todavía un 1,1 % inferior. Las **cadena unimodales**, por su parte, sí que recuperaron los registros prepandemia e incluso los superaron, siendo en 2021 un 6,5 % superiores a las de 2019, con más de 1400 millones de toneladas. En 2021 la cuota del transporte multimodal



Evolución de las cuotas de cadenas multimodales y unimodales en porcentaje, 2007-2021.

Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de la EPTMC, Eurostat, OFE, AENA S.M.E., S.A. y Puertos del Estado.

se incrementó respecto al año anterior, situándose en el 15,1 %, cuota cercana a la conseguida en 2019 (16,0 %).

El año 2021 también supuso un año de crecimiento para el transporte intermodal, registrándose 278 millones de toneladas para este tipo de transporte, lo que representó un aumento del 5,2 % respecto al año anterior, y situándose ya un 2,1 % por encima de las cifras de 2019. La cuota de transporte intermodal volvió a ser similar a la de 2019, con un 12,8 %.

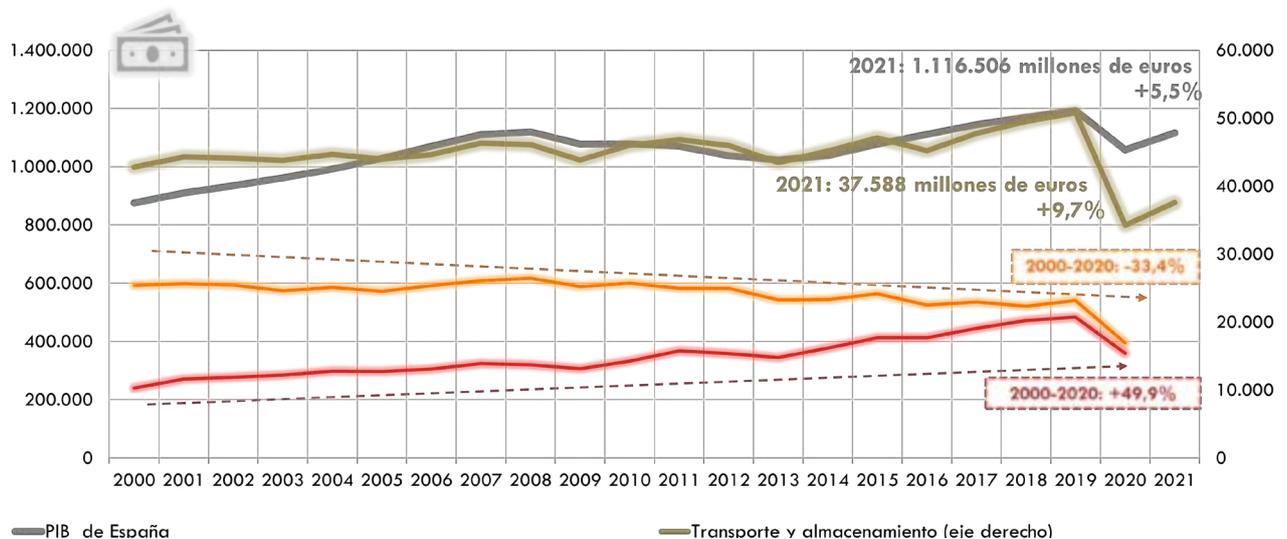
El papel del sector en la economía

El aumento general de la movilidad interior fue parejo a la mejora observada en la actividad económica del país. No obstante, el aumento que experimentó la movilidad en toneladas-km (16,1 %) fue mayor que el que exhibió el PIB en euros constantes (5,5%). El Valor Añadido Bruto (VAB) del sector "transporte y almacenamiento" también mostró una recuperación mayor que la del PIB, del 9,7 %, lo que refleja que, del mismo modo

Evolución del PIB y del VAB del transporte y sus subsectores (millones de euros constantes de 2015), 2000-2021.

Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de Contabilidad Nacional Anual de España del INE.

Millones de euros constantes



que la pandemia del COVID-19 afectó en mayor medida al sector del “transporte y almacenamiento” que al conjunto de la economía, la recuperación en 2021 fue más rápida en este sector.

El **empleo** en el sector “transporte y almacenamiento” en el año 2021 se incrementó un 3,1 % respecto al año 2020, situándose en 1,02 millones de personas de media, pero no llegó todavía a los niveles de 2019 (0,8 % por debajo). En lo que respecta al número de **afiliaciones a la Seguridad Social**, en 2021 sí que se recuperaron los valores previos a la pandemia, siendo un 0,1 % superiores a los de 2019, con 959 885 afiliados de media.

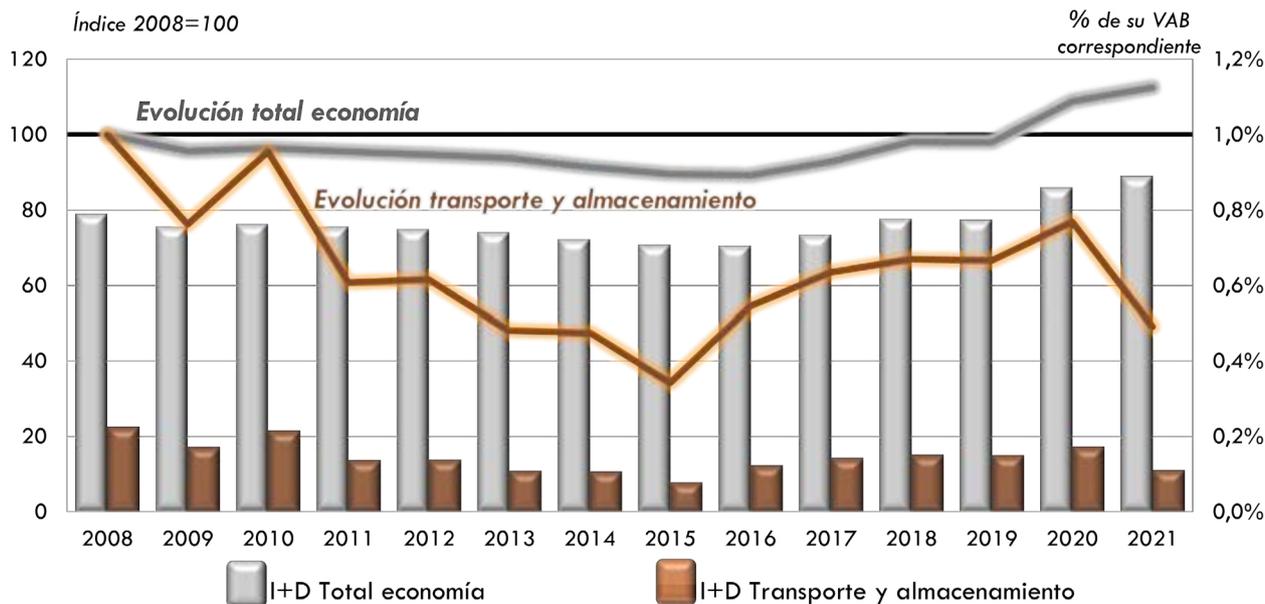
Investigación y Desarrollo

Para las actividades de I+D, el año 2021 presentó ciertas variaciones. El **gasto interno en I+D** del sector “transporte y almacenamiento” se contrajo considerablemente, un 27,4 %. En cambio, el **número de empresas que realizan I+D** en el sector aumentó un 15,9 %, si bien el **personal dedicado** a este tipo de actividades disminuyó un 14 %. En el conjunto de la economía, estas tres variables presentaron una variación interanual positiva en 2021 del 10,6 %, 5,7 % y 8,2 %, respectivamente.

En términos relativos, el gasto interno en I+D de las empresas del sector “transporte y almacenamiento” sobre su VAB fue del 0,11 % en 2021, considerablemente inferior al valor alcanzado por el total de la economía, que fue del 0,89 %. Esto indica que **el esfuerzo en actividades de I+D en el sector “transporte y almacenamiento” es notablemente inferior que en el conjunto de la economía española.**

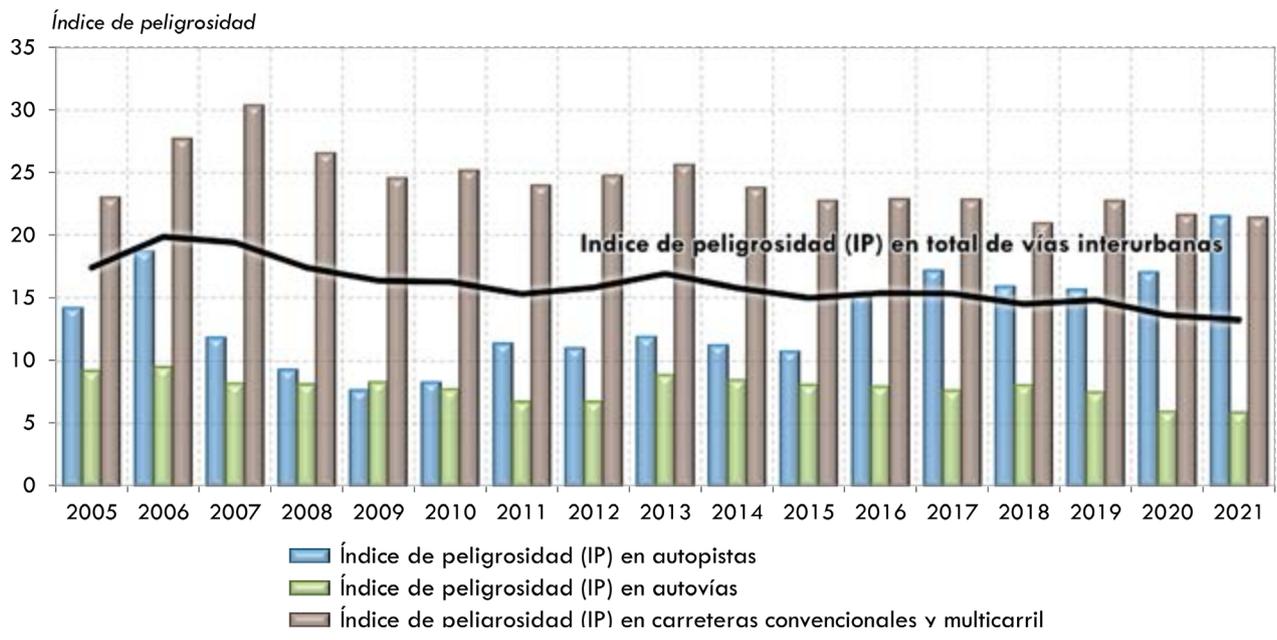
Evolución del gasto interno en I+D en el sector “transporte y almacenamiento” y en el total de los sectores como porcentaje de su VAB en el sector empresas (2008-2021).

Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de la Estadística sobre Actividades de I+D y Contabilidad Nacional. INE.



La seguridad

En 2021, el **índice de peligrosidad** (número de accidentes con víctimas por cada 100 millones de vehículos-km) registró un descenso del 2,6 % respecto a 2020, y un descenso del 10,6 % respecto de 2019 y, por su parte, el **índice de mortalidad** (número de víctimas mortales por cada 100 millones de vehículos-km) disminuyó en un 6,7 % respecto a 2020, y en un 5,2 %

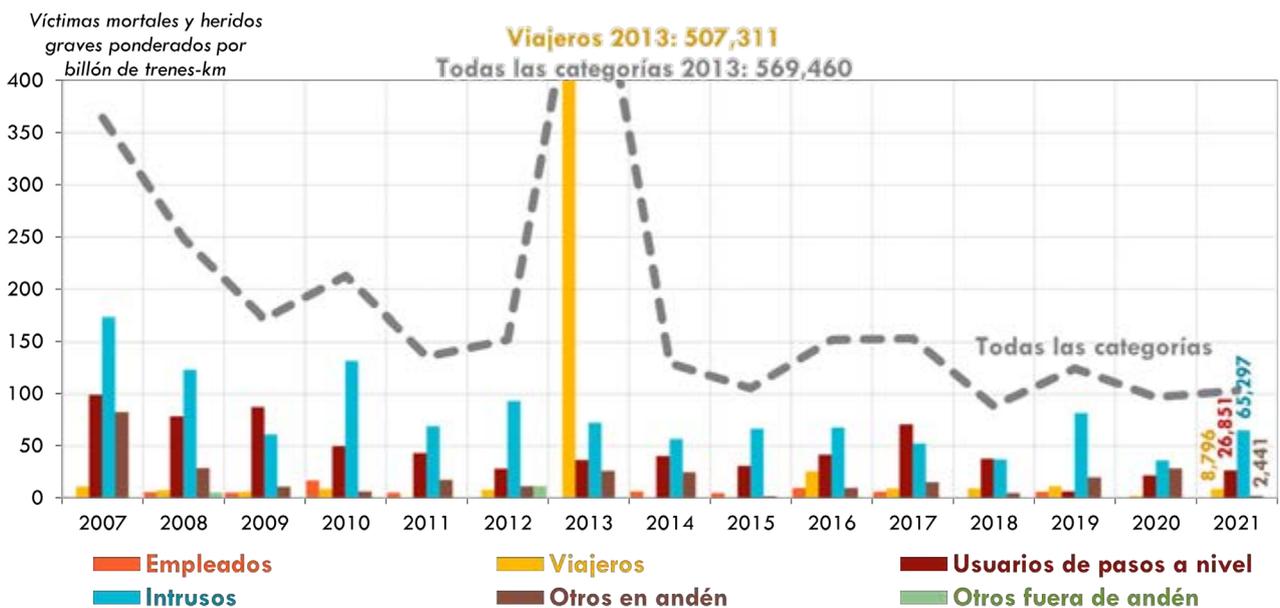


respecto de 2019, ambos referidos al ámbito interurbano del transporte por carretera.

Respecto a la **seguridad ferroviaria**, a pesar de que los datos de movilidad de 2021 fueron inferiores a los de 2019, los accidentes aumentaron un 10,6 % respecto a ese año, aunque no el número de víctimas mortales y heridos graves, que disminuyeron un 31,8 % y 36,7 % respectivamente. Por su parte, el indicador de riesgo de **víctimas mortales y heridos graves ponderados por billón de trenes-km** descendió un 17,3 % respecto a 2019.

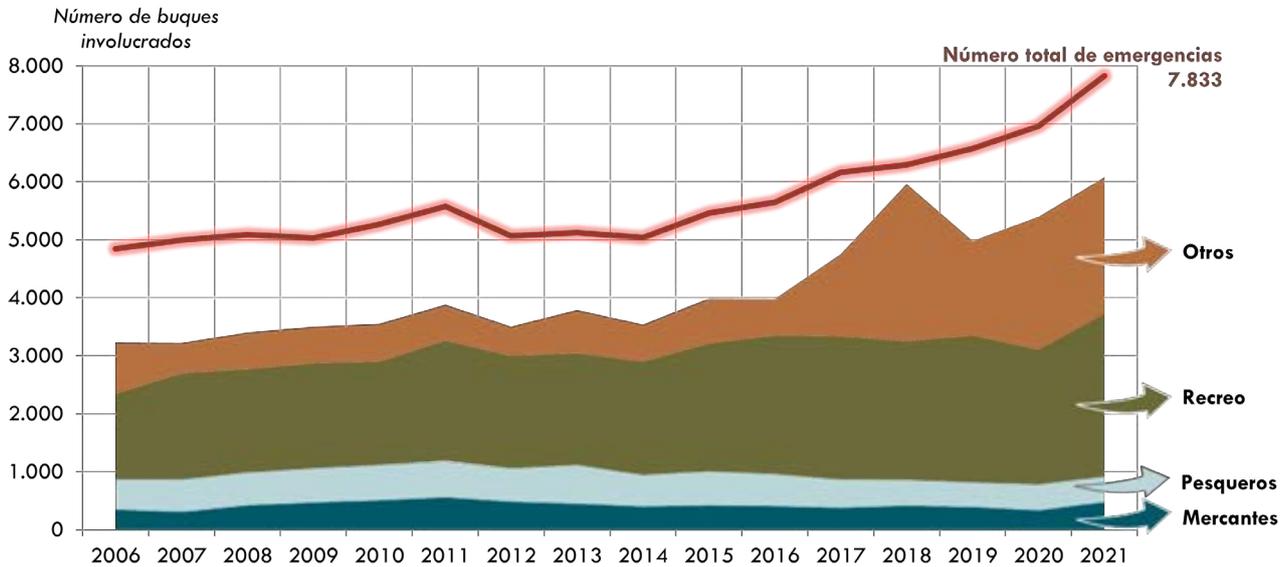
Evolución del índice de peligrosidad por tipo de vía en ámbito interurbano (2005-2021).

Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de la Dirección General de Tráfico y de la Dirección General de Carreteras. Ministerio del Interior y Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.



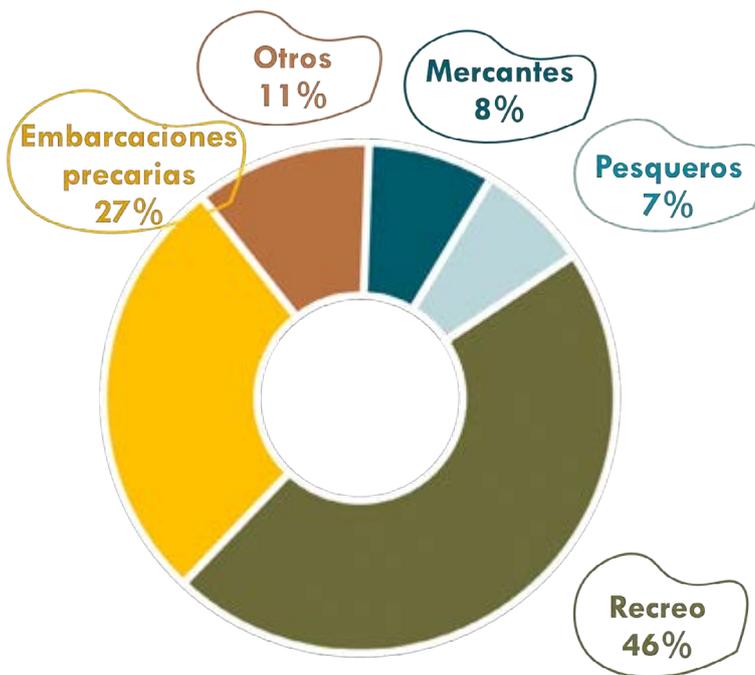
Evolución del indicador de riesgo para todas las categorías de usuarios (2007-2021).

Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.



En cuanto a la **seguridad aérea**, en 2021 se produjeron 42 accidentes y 10 incidentes graves en transporte aéreo. La media de los últimos diez años ha sido de 27,3 accidentes y 17,5 incidentes. Las víctimas mortales en accidentes aéreos ascendieron a 5 en 2021, valor inferior a la media de los últimos diez años (9,9), y ninguna de ellas tuvo lugar en el transporte aéreo comercial.

Evolución del número de emergencias atendidas en transporte marítimo y buques involucrados por tipo de embarcación (2006-2021).
 Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de SASEMAR. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.



Distribución del número de emergencias en transporte marítimo por tipo de buque incluyendo embarcaciones precarias (2021).
 Fuente: Elaboración propia del OTLE con datos de SASEMAR. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

En el ámbito de la **seguridad marítima**, en 2021 se registraron 7833 emergencias marítimas, lo que supuso un incremento del 12,6 % respecto a 2020 y del 19,1 % respecto a 2019, alcanzando un máximo histórico desde 2006. Y también aumentaron las personas involucradas: un 2,5 % las personas asistidas, un 65,6 % los fallecidos y un 4,4 % los desaparecidos. ■



175 años de historia ferroviaria en España
(Tercera parte)

La nueva revolución del ferrocarril



Si hace 175 años el tren irrumpió en nuestras vidas para transformarlo todo, nuestra economía, la transmisión de ideas, la vertebración del territorio... hoy el ferrocarril vuelve a ser el medio de transporte al que todos miramos en busca de una nueva revolución: la ecológica. Por su contribución a la descarbonización energética, por el proceso de modernización de vehículos, la mejora de la red, su adaptación a criterios de interoperabilidad, y por la apuesta decidida por el trasvase de viajeros y mercancías, el presente del ferrocarril se resume en su gigante potencial de futuro. Tras dos reportajes dedicados al pasado, a los 175 años de tren que celebraremos el próximo 28 de octubre, el máximo responsable de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles analiza el presente y los retos de futuro de este medio de transporte llamado a ser modelo de una movilidad sostenible, eficiente, segura y accesible a toda la ciudadanía.

● Texto: Adrián Fernández Carrasco,
director gerente de FFE

¿Por qué el tren?

Cuando pensamos cómo nos vamos a mover, hay aspectos como la conectividad, la comodidad, la certidumbre o la sostenibilidad que cada vez tienen más peso en la decisión del viaje. Estas características generan un esquema de prioridades donde cada modo de transporte cumple una función según la distancia, la frecuencia, el valor del tiempo o el bien a transportar. Y en este esquema, la presencia del ferrocarril va ganando importancia. Así lo demuestra la recuperación de viajeros tras la pandemia, con una tendencia en los viajes de larga distancia que augura un enorme potencial de crecimiento tras rebasar el máximo histórico de 2019.

Para comprender la importancia que el ferrocarril tendrá en la movilidad del futuro se requiere también una valoración de su papel en la historia. La llegada del ferrocarril a la Península Ibérica, con la puesta en marcha del Ferrocarril Barcelona-Mataró hace 175 años, supuso un punto de inflexión en el desarrollo económico del siglo XIX y comienzos del XX. Pero más allá

de las cifras económicas y de su indudable contribución a la industria y las exportaciones, el tren ejerció un rol fundamental como vehículo transmisor de ideas y conocimiento. Las relaciones sociales, hasta entonces limitadas por la distancia geográfica, pasaron a estar definidas por las nuevas isócronas que resultaban del paso de las líneas. Los corredores de comunicación creados entonces siguen definiendo hoy, casi dos siglos más tarde, la forma en la que nos relacionamos entre las diferentes ciudades y regiones.

Esta historia épica del ferrocarril no siempre gozó de un viento favorable en todas partes. A mediados del pasado siglo el tren fue considerado un transporte obsoleto, excesivamente rígido en sus horarios y recorridos, y necesariamente “colectivizado” frente a la ilusión de individualismo que ofrecía la carretera. Una tendencia que pronto se tradujo en desinversiones y dejadez, llegando incluso a la práctica desaparición del transporte de viajeros en lugares como Norteamérica, donde otras formas de transporte habían roto la hegemonía de los railes.

Y, sin embargo, el tren sigue siendo protagonista. Ya sea por su vocación de servicio público, por su carácter democrático y universal, o incluso por una cuestión identitaria –pues un país se define, entre otras cosas, por la calidad de su red ferroviaria– la mayoría de estados desarrollados siguieron y siguen apostando por el ferrocarril. Un modo que ahora vive una época de esplendor como punta de lanza hacia la transición ecológica del sector del transporte.

El tren como herramienta de descarbonización

Desde que en 2018 se llevasen a cabo cambios normativos para favorecer la penetración de fuentes renovables, hemos visto cómo el mix energético de nuestro país ha reducido drásticamente su nivel de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Si el sector de producción de energía eléctrica ha sido tradicionalmente el principal emisor de GEI, su rápida transición tuvo como consecuencia que el transporte pasase a ser el primer sector en emisiones, merced a su

Grabado “El Carril” de la Mataró de 1848. Biblioteca Ferroviaria, FFE.



elevada dependencia de combustibles fósiles como el diésel, la gasolina, el fueloil o el queroseno.

Por este motivo, la descarbonización de nuestra actividad tiene en el transporte su principal desafío. Todos los agentes del sector están trabajando en soluciones tecnológicas dirigidas hacia las ansiadas emisiones netas cero. Baterías, motores de hidrógeno, combustibles sintéticos... son alternativas con diferentes horizontes de implantación que cuentan con el apoyo del sector público a través de numerosas iniciativas y programas de financiación. Un objetivo que, previsiblemente, se verá incentivado en el lado de los costes, a medida que los transportes internalicen las externalidades

negativas que generan en términos ambientales. Las medidas recogidas por el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) prevén que el sector del transporte sea el que contribuya en mayor medida (un 36 %) al objetivo de ahorro de energía final acumulado para el periodo 2021-2030, seguido por los sectores industrial (25 %), residencial y terciario (18 %).

Y para lograr este desafío, el tren tiene la suerte de ir varios pasos por delante. Desde hace más de 100 años la existencia de trenes eléctricos permite que puedan desplazarse a distancia sin necesidad de transportar su propia fuente de energía. De esta forma, no solo se evita la quema de combustibles fósiles *in situ*, sino que además se

aprovecha el bajo factor de emisión del *pool* eléctrico al que nos referíamos anteriormente.

Aunque la energía eléctrica que usan los trenes ya cuenta con garantías de origen renovable, aún no podemos hablar de un ferrocarril 100 % libre de emisiones. Una parte de los servicios (cerca del 20 % de vehículos-km, que supone algo menos del 5 % de los viajeros-km) todavía se realizan con tracción diésel. Para ello ya se trabaja en su descarbonización a medio plazo, bien a través de la electrificación mediante catenaria, o impulsando el desarrollo de trenes de hidrógeno allí donde no compense la electrificación.

La reducción de emisiones no era, en absoluto, una preocupa-

Prototipo del tren de hidrógeno del consorcio, en pruebas en la línea de Canfranc.



©Renfe

ción en los primeros tiempos del ferrocarril. Sí lo era la necesidad de reducir los medios empleados para desplazar grandes cantidades de personas y mercancías. Por ello, desde su aparición el tren ha hecho gala de ser un sistema con una extraordinaria eficiencia. Aunque en apariencia nada tengan que ver los trenes actuales con los que circularon entre Barcelona y Mataró hace 175 años, ambos comparten un principio tecnológico que sigue inmutable desde entonces: la rodadura acero-con-acero, donde el milimétrico contacto de la rueda con el carril exige una mínima cantidad de energía para iniciar su desplazamiento. Un prodigio técnico que hoy, con los criterios ambientales y climáticos en primera línea, resulta más relevante que nunca.

Este aspecto de la eficiencia es de especial importancia en la planificación climática del Estado. Una de las medidas más relevantes del PNIEC en materia de eficiencia contempla precisamente un aumento notable de la cuota de mercado del ferrocarril, tanto en mercancías como en viajeros. Y en este último caso, con especial incidencia en los entornos urbanos donde está previsto trasvasar un 35 % de los viajeros-km del automóvil hacia modos sostenibles, ya sean no

motorizados (peatón y bicicleta), o bien, autobús, tranvía, metro o trenes de cercanías. Para afrontar esta nueva demanda, la empresa pública Renfe tiene en marcha la fabricación de 280 nuevos trenes de cercanías de gran capacidad, con una inversión global de 3119 millones de euros, cuya entrega está prevista a partir del próximo año. Junto a los contratos en marcha para cercanías, regionales y ancho métrico, se pretende ofrecer a la ciudadanía una flota moderna, fiable y atractiva para sus viajes del día a día.

Si la captación de viajes en las líneas de servicio público resulta necesaria, no lo es menos la comunicación de larga distancia entre ciudades. Tras desplegar una de las redes de alta velocidad más ambiciosas del mundo, en 2021 se inició un proceso de liberalización para estimular y optimizar el uso de la red. Dos años después, el resultado es que España es el primer país de Europa donde tres operadores de alta velocidad circulan en régimen de competencia.

Según se iban incorporando nuevos actores en cada corredor se ha visto el mismo fenómeno: mayor oferta, precios más asequibles y un aumento de la demanda del 57 % en el eje Madrid-Barcelona, y supe-

rior al 100 % en la línea Madrid-Valencia/Alicante. Unas cifras que ponen de manifiesto el potencial que nuestro ferrocarril tiene pendiente de explorar. Por este motivo, desde Adif se trabaja ya en una segunda fase para extender las ventajas del nuevo modelo al conjunto de la red de alta velocidad.

Hacia la red ferroviaria del futuro

Tras 30 años de construcción de nuevos trazados, ahora es el momento de terminar las actuaciones pendientes y adaptarse a las exigencias que impone el ferrocarril del futuro. Por un lado, se está trabajando en la finalización de las líneas cuyas obras se ralentizaron durante las restricciones de la crisis económica. Su puesta en servicio resulta crucial para completar la capilaridad de la red y mejorar el equilibrio territorial. Destacan también las actuaciones sobre una serie de puntos estratégicos que permitan multiplicar las conexiones entre líneas; ubicaciones como el baipás de Olmedo, el nudo de La Encina o Almodóvar del Campo son tramos de pocos kilómetros que nos permiten pasar de un modelo de líneas de alta velocidad origen-destino, generalmente radial, a una verdadera red

España ha desplegado una de las redes de alta velocidad más ambiciosas del mundo.





La futura estación de Madrid-Chamartín-Clara Campoamor. Simulación de Adif.

que permite los movimientos entre todos sus puntos.

Pero el más relevante, y seguramente el que nos permitirá percibir mejor sus efectos, es el referido a los trabajos en las terminales. La capacidad de un sistema viene marcada por el más débil de sus puntos, ya sea en el tráfico aéreo (aeropuertos), viario (accesos a las ciudades) y, en el caso del ferroviario, en sus estaciones. La previsión de aumento de la demanda en el conjunto de la red ha motivado una movilización de recursos sin precedentes para adaptar la capacidad de las principales estaciones,

incluyendo actuaciones simultáneas en las seis estaciones de las tres principales ciudades: Madrid (Atocha y Chamartín), Barcelona (Sants y Sagrera) y Valencia (Nord y Joaquín Sorolla). Se trata de obras cuya ejecución conlleva varios años y que requieren una anticipación y planificación importante para evitar lo que ha sucedido en otros países europeos, en los que el aumento de los viajes en tren se ha visto bloqueado por la cronificación de los cuellos de botella en sus grandes ciudades.

Aquí reside una de las mayores diferencias frente a las interven-

ciones del pasado. Hasta hace no mucho, las inversiones se caracterizaban por líneas y terminales de nueva construcción que apenas interferían con la red preexistente. Durante la presente década, sin embargo, las grandes obras tendrán lugar en estaciones; lugares donde es necesario mantener el servicio y, además, en un momento donde el número de circulaciones y viajeros va a más. Todo un reto en materia de planificación, organización y seguridad que requiere un perfecto encaje entre todos los agentes que participan en el sector: administrador de infraestructuras, operado-



©Renfe

res, empresas constructoras y los diferentes niveles de la Administración pública.

A la complejidad de este desafío le sumamos un reto más al que toca enfrentarse. Cuanto más aumenta la tensión sobre el sistema (tanto en flujo de viajeros como en número de circulaciones) más necesario es reforzar su fiabilidad para prevenir incidencias o actuar sobre las mismas. Un mayor número de circulaciones hace más probable el riesgo de incidencia en las vías y acelera su desgaste. A su vez, las obras en curso limitan la resiliencia del sistema, aumentando su vulnerabilidad frente a incidencias.

Hay un factor adicional cuando hablamos de preparar nuestra red para el futuro: la mayor frecuencia de fenómenos climáticos extremos, producto de la actual crisis climática. Solo en los últimos tres años, nuestra red ha tenido que enfrentarse a temporales como Gloria (2019) o Filomena (2021), olas de calor con temperaturas superiores a 47°C, elevación del nivel del mar o incendios de gran magnitud que llegaron a afectar a líneas en servicio. La frecuencia de estos eventos extraordinarios obliga a administradores y operadores a optimizar la vigilancia y monitorización de las infraestructuras, así como a elaborar planes de contingencia que garanticen la prestación del servicio. Todo ello sin menoscabo de la seguridad que siempre caracteriza al tren, tanto para viajeros y plantillas, como para el resto de agentes del entorno.

El turno de las mercancías

Si el despegue en las cifras de viajeros está verificado por los hechos recientes, en los próximos años esta subida tendrá su réplica en el transporte de mercancías.

©Gonzalo Rubio



El Plan Mercancías 30 no se limita solo al ferrocarril, sino que se orienta a la creación de un sistema verdaderamente intermodal.

Durante muchos años, la movilidad de bienes por ferrocarril ha sido la asignatura pendiente, con una cuota de tonelada-km inferior al 5%. Pero, a diferencia de lo que está sucediendo con los viajeros, la entrada de operadores privados en 2007 no supuso un aumento

del volumen de mercancías que se desplazan en tren.

Los sucesivos diagnósticos dejaban claro por qué España estaba a la cola en este aspecto: infraestructuras obsoletas, terminales mal conectadas y baja capacidad de transporte, pero también trabas



burocráticas y una incertidumbre en la seguridad de suministro que desincentivaba al cliente final, a quien simplemente no le salía a cuenta apostar por el tren.

Para corregir todas estas carencias surge la iniciativa Mercancías 30, con el objetivo de duplicar la

cuota modal hasta el 10 % en el año 2030 a través de inversiones en la Red Ferroviaria de Interés General, puertos y cargaderos de titularidad privada, con especial atención en los tramos adscritos a la Red Transeuropea de Transporte (TEN-T). En total, 29 acciones concretas

y más de 8000 millones de euros en inversiones que posibilitarán el trasvase de una parte de los tráficos de mercancías que actualmente se realizan por carretera hacia modos más sostenibles, siguiendo los objetivos del Libro Blanco del Transporte y de la Estrategia de Movilidad Sostenible e Inteligente de la Comisión Europea.

El trasvase de la carretera al ferrocarril puede entenderse incluso en el sentido más literal, subiendo los camiones al tren. A esa idea responden las autopistas ferroviarias: corredores intermodales donde los semirremolques puedan montarse directamente sobre vagones-plataforma, de manera que el grueso del trayecto se realice sobre raíles y con tracción eléctrica. Un concepto sencillo de explicar pero complejo de llevar a cabo, pues son numerosas las obras de fábrica (como túneles, pasos superiores o estaciones) cuyos gálibos deben adaptarse para posibilitar esta modalidad. Un trabajo coordinado entre numerosos agentes (Mitma, Adif, Puertos del Estado, operadores logísticos...) que tendrá como resultado la formación de once corredores en ancho ibérico y cuatro más en ancho estándar.

El objetivo del Plan Mercancías 30 no se limita solo al ferrocarril, sino que se orienta a la creación de un sistema verdaderamente intermodal que aprovecha el potencial de cada modo de transporte. Unas medidas que, en línea con la Estrategia de Movilidad Sostenible, Segura y Conectada de Mitma, tendrán como resultado un beneficio inmediato sobre aspectos como la saturación de las carreteras, los costes internos y externos del transporte, las condiciones laborales de las plantillas y la capacidad de respuesta de una cadena logística cada vez más exigente.

De una red dual a una red multipropósito

Nuestra red ferroviaria acaba de traspasar un punto de inflexión que coincide con un cambio en las políticas de transporte, menos centradas en la construcción y más en la gestión de lo que ya está en marcha. Los sucesivos planes de infraestructuras gestados desde mediados de los años ochenta hasta la crisis económica recogían una ingente inversión en nuevas infraestructuras, tanto en líneas de

alta velocidad como en autopistas y autovías.

En el caso del ferrocarril, esta inversión se ha demostrado necesaria considerando el escenario de partida. Nuestra red ferroviaria había detenido su desarrollo desde mediados del siglo XX, con escasas electrificaciones, bajo desarrollo tecnológico y trazados prácticamente idénticos a los construidos por los promotores privados en el siglo XIX. Para hacernos una idea, hasta mediados de los ochenta la

velocidad máxima de la red estaba en 140 km/h, muy lejos de los 300 que marcó la nueva línea de alta velocidad Madrid-Sevilla, abierta en 1992 y cuyos criterios de diseño sentaron las bases de la red ferroviaria actual.

Estos criterios incluyeron la decisión –tan valiente como polémica– de que la nueva línea Madrid-Sevilla contase con ancho internacional. Hasta entonces, y siguiendo el modelo de países como Francia, Alemania o Italia, los proyectos de alta

El Corredor Mediterráneo, uno de los ejemplos en España de red multipropósito.



velocidad eran concebidos como variantes para sortear obstáculos geográficos complejos o para incrementar la capacidad en los tramos más congestionados, jerarquizando entre trenes rápidos y lentos.

Nuestra alta velocidad arrancó así con unos criterios singulares: diferente ancho de vía, diferente tensión eléctrica y hasta un sistema de señalización específico. Características que provocaron que la nueva red se planificase de espaldas a las vías preexistentes, salvo

para aquellos trenes que estaban dotados de ancho variable. Una red dual a dos velocidades. Su despliegue fue modélico en términos constructivos, con una eficiencia en plazos y costes muy por encima de los países de nuestro entorno. Pero este desarrollo no siempre fue bien entendido por la ciudadanía.

Por una parte, han sido habituales los casos donde la alta velocidad ha sido utilizada para reclamar “AVE a toda costa” pero, también se ha producido el efecto contrario,

con críticas a las inversiones en alta velocidad, aunque, al fin y al cabo, el AVE es un tren eléctrico sobre raíles, que es precisamente lo que demandan todas las estrategias para conseguir una rápida descarbonización en el transporte.

Ambos debates pierden sentido según se van diluyendo las diferencias entre la “alta velocidad” y la “red convencional”. Atrás queda la relación unívoca de alta velocidad y ancho estándar, pues son varias las líneas de alta velocidad en ancho ibérico (incluso aprovechadas por trenes regionales) y corredores de mercancías en ancho estándar. Y también se verán líneas de cercanías y regionales circulando por ancho estándar, como sucederá en el Corredor Mediterráneo. Son ya varios ejercicios donde la mayor parte de las inversiones en los Presupuestos Generales del Estado se focalizan en mejorar y adaptar la red existente a criterios de interoperabilidad para beneficio de todos los servicios: viajeros y mercancías, larga distancia o cercanías.

La construcción de esta red del futuro es un proceso complejo y no exento de perturbaciones. No obstante, tendrá como resultado una red multipropósito más flexible, resiliente, con un mejor empleo de los recursos que permita la puesta en valor de la red. La experiencia demuestra que allí donde el tren ha mejorado sus condiciones de viaje en tiempo, frecuencia y fiabilidad, la demanda ha respondido de manera casi instantánea. Y las expectativas pasan por extender dichas mejoras donde sea necesario para garantizar el derecho a una movilidad limpia, eficiente y accesible a toda la población, en línea con la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030 que el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana está llevando a cabo. ■



© Gonzalo Rubio

Mejores herramientas que predicen el tráfico aéreo

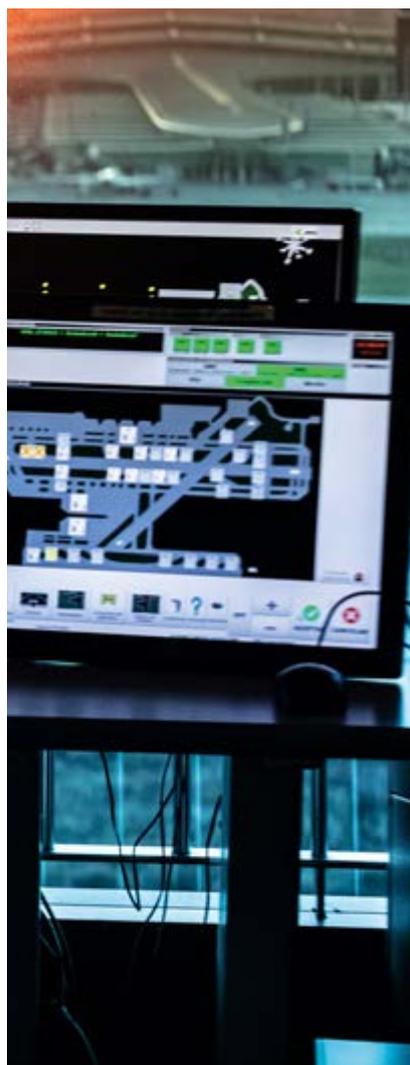
Hace unos meses, el Consejo Rector de ENAIRE aprobó distintos expedientes para mejorar la gestión del tráfico aéreo acorde a la normativa europea. Esto permitirá que los controladores aéreos de ENAIRE y personal asociado a la prestación de servicios ATS cuenten con avanzadas aplicaciones que incrementarán y mejorarán la información disponible. Se trata de ofrecer datos para que el personal en puestos de supervisión, jefatura de sala y técnicos de gestión de afluencia tomen decisiones de manera rápida y segura en lo que respecta al encaminamiento de flujos y equilibrio de demanda acorde a los sectores del espacio aéreo y la capacidad que el sistema puede ofrecer.



Controladora aérea en torre de control del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat.



ENAIRE mejora la gestión de afluencia de vuelos



- Texto: Alejandro Muñiz Delgado, periodista de ENAIRE

En este 2023

se prevé que el tráfico aéreo supere las cifras de 2019 en España, el año de referencia previo a la crisis del COVID-19. La red ENAIRE ha alcanzado este verano picos de 7000 vuelos al día, lo que parece dejar en un mal sueño el desplome que vimos durante la pandemia, que supuso la peor crisis para la aviación. En la previsión del gestor de red europeo EUROCONTROL, publicada para 2023-2029, se estima que el crecimiento de la España peninsular sea del 9 % y en Canarias de un 10 % en el presente año. En 2024 se calcula un 5,2 % de aumento para la Península y 4,9 % para Canarias lo que supone una estabilización.

EUROCONTROL señala que la predicción de vuelos europeos en 2023 y 2024 se ha revisado ligeramente al alza, respecto a los estudios anteriores, debido a una

intensa demanda acumulada con reservas sólidas unidas a fuertes flujos turísticos en el sur de Europa. Después de 2025 se espera que el crecimiento de vuelos promedie en Europa un 1,5 % anual debido a las mayores incertidumbres (mayor inflación, presión sobre los precios del petróleo, preocupaciones medioambientales...).

Por todo ello, el servicio de gestión de afluencia del tráfico aéreo, prestado por ENAIRE, tiene como objetivo lograr un uso eficiente de la capacidad disponible de la red, facilitar la planificación de las compañías aéreas, la coordinación y la ejecución de las medidas ATFCM (Air Traffic Flow and Capacity Management) adoptadas entre las partes operativas interesadas, así como la incorporación de las necesidades militares y las respuestas de gestión de crisis donde se garantiza la conectividad y la

interoperabilidad regionales de la red europea dentro de la región EUR de la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) y con las regiones OACI limítrofes.

Medidas de control de la afluencia

Desde ENAIRE, en coordinación con EUROCONTROL, se aplican medidas ATFCM adecuadas para una afluencia de tránsito óptima y para una demanda y capacidad equilibradas, mediante la coordinación de un uso eficiente de la capacidad del espacio aéreo disponible.

El propósito de dichas medidas de gestión de afluencia de tráfico aéreo (ATFCM) es el de:

- Reforzar la seguridad de las operaciones y evitar una demanda excesiva de tránsito aéreo en comparación con la capacidad ATC declarada de los sectores y los aeródromos.
- Utilizar la capacidad de la red de la forma más eficiente posible

Gestión de afluencia en Centro de Control de ENAIRE en Sevilla.



a fin de optimizar el uso de la misma y minimizar los efectos adversos para los operadores y usuarios.

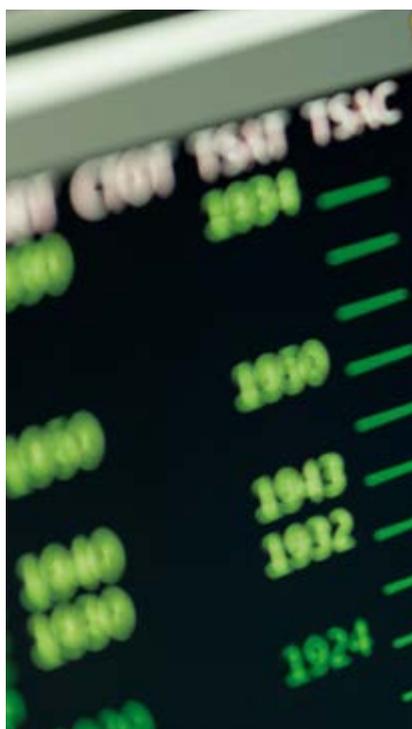
- Optimizar la capacidad de la red puesta a disposición mediante el desarrollo y la aplicación de medidas de mejora de la capacidad por las unidades ATS.
- Prestar ayuda durante la gestión de situaciones críticas.

De igual modo, desde ENAIRE se proporciona al gestor de red central EUROCONTROL los datos locales necesarios para la ejecución de las funciones de ATFCM y se notifican los eventos significativos, incluidos los planes de transición para la entrada en servicio de mejoras importantes en los espacios aéreos o en los sistemas ATM, además de las condiciones meteorológicas adversas que puedan afectar a la navegación del tránsito aéreo o a la demanda, así como las medidas de atenuación propuestas.



Un trabajo en equipo que busca mejorar la experiencia del usuario final.

Pantalla de salidas de la torre de control del Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.



Para poder llevar a cabo este trabajo, ENAIRE trabaja de manera continuada en la mejora de sus aplicaciones propias de gestión de capacidad y afluencia de tráfico aéreo con el objetivo de dar respuesta a nuevos requisitos, de sus centros y torres de control, así como cumplir con la reglamentación europea. El personal de control aéreo, en puestos de supervisión, jefaturas de sala y técnicos de gestión de afluencia emplean, de esta manera, herramientas

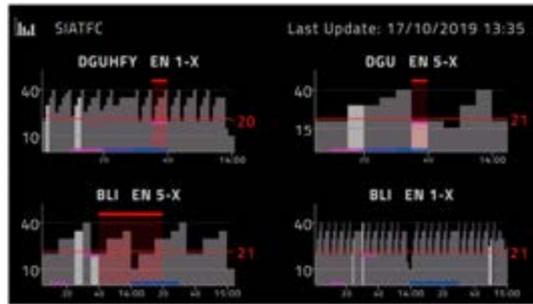
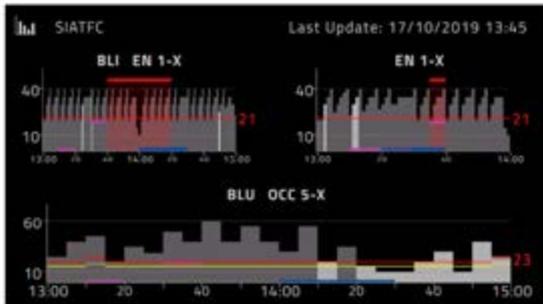
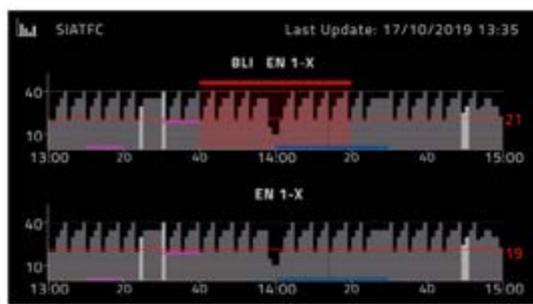
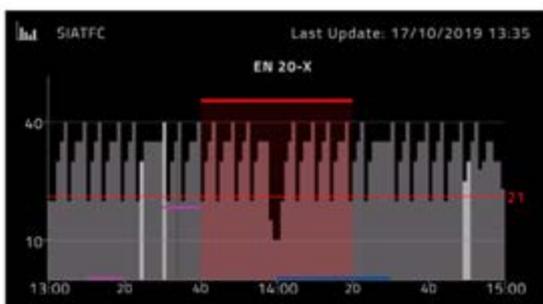
integradas a nivel de interfaz con el gestor de red EUROCONTROL. Esto mejora la interacción y experiencia de usuario al poder utilizar aplicaciones fácilmente configurables, intuitivas, con información precisa y actualizada en tiempo real. Esto facilitará la toma de decisiones operativas ante situaciones cambiantes, como pueden ser las tormentas, y la selección de alternativas operacionales que contribuyan a la minimización de las demoras.

ENAIRe Flow Tools e IMPACT

El Consejo Rector de ENAIRE adjudicó, hace unos meses, un expediente a Indra para dar servicio a sistemas de información de gestión del tráfico aéreo, mediante un procedimiento de licitación negociado sin publicidad, por valor de 3 491 023,96 euros, con un plazo de ejecución de 18 meses.

El objeto de este expediente es cubrir las necesidades de mejoras de la función de gestión de afluencia

Sistema de Información Auxiliar para controladores aéreos de ENAIRE.



Type	Callsign	From	To	ARF	Entry	Origin
→	LFPO	LPPT	370	13:35 (A)	LFRRNS	
↔	RYR10VN	LPPR	EGCC	340	13:45 (S)	LPPRTA
↑	RYR03MK	LEMG	EGSS	360	13:52 (D)	LESCN01
↔	EIN889	LEMG	EICK	14:02 (A)		
↔	TUI88M	EDDV	LPPT	370	15:40 (A)	LFRRG
↔	RYR1FL	EGSS	LEST	14:41 (S)		
↔	RYR1FL	EGSS	LEST	14:41 (S)		

cia y capacidad, resultado de un proceso de análisis y de especificación de necesidades para integrar las nuevas funcionalidades en la versión de IMPACT, ENAIRE Flow Tools y el Sistema de Información Auxiliar (SIA) de las nuevas posiciones de control iFOCUCS. Todo se lleva a cabo a través de metodologías ágiles y *scrum*, para dar soporte a las herramientas de información auxiliar y de gestión de afluencia de tráfico aéreo IMPACT y Flow Tools que permiten lograr el mayor grado de seguridad, disponibilidad, integridad, continuidad y precisión.

Fruto de dicho trabajo, ENAIRE puso en producción, el pasado 12 de mayo de 2023, la versión 2 de IMPACT. Esto ha permitido que, gracias a dicha herramienta, ENAIRE sea el primer proveedor de servicios de navegación aérea de toda Europa que ha enviado una solicitud de regulación de tráfico aéreo de tipo *cherry picking* (que solo se aplica a determinados vuelos)

Aplicación IMPACT de ENAIRE.

mediante la interfaz B2B (negocio a negocio) de EUROCONTROL.

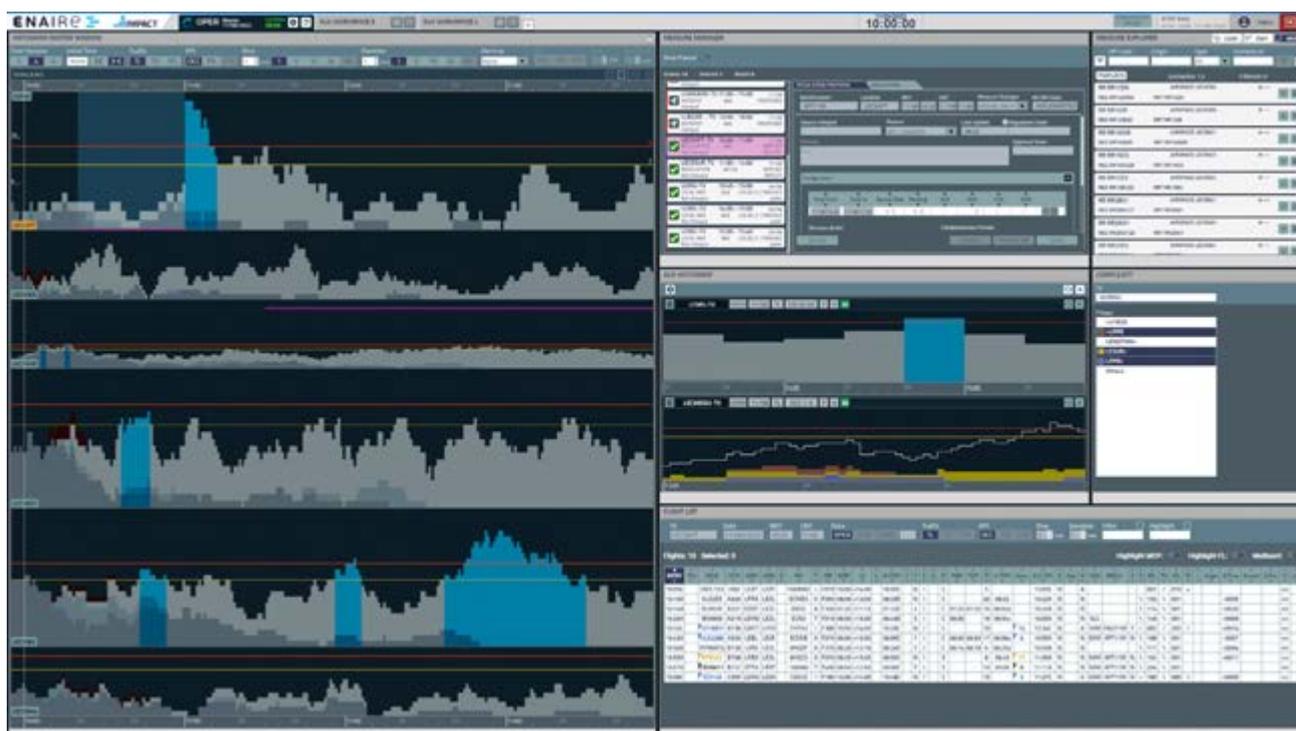
Este tipo de regulación de tráfico permite minimizar las demoras mediante la cuidadosa aplicación de horas concretas de despegue a un conjunto reducido de vuelos, en lugar de las regulaciones de tráfico convencionales, basadas en una determinada tasa de operaciones por hora.

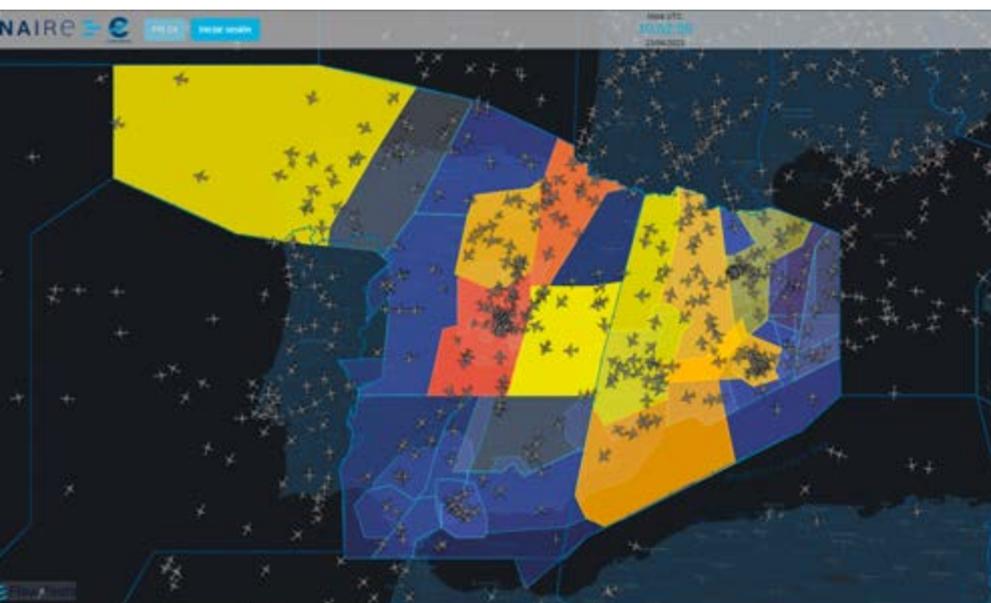
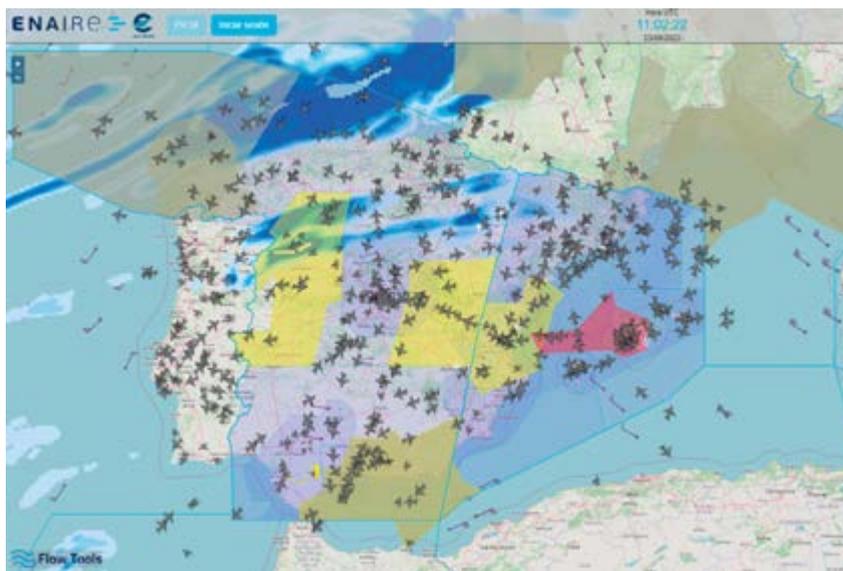
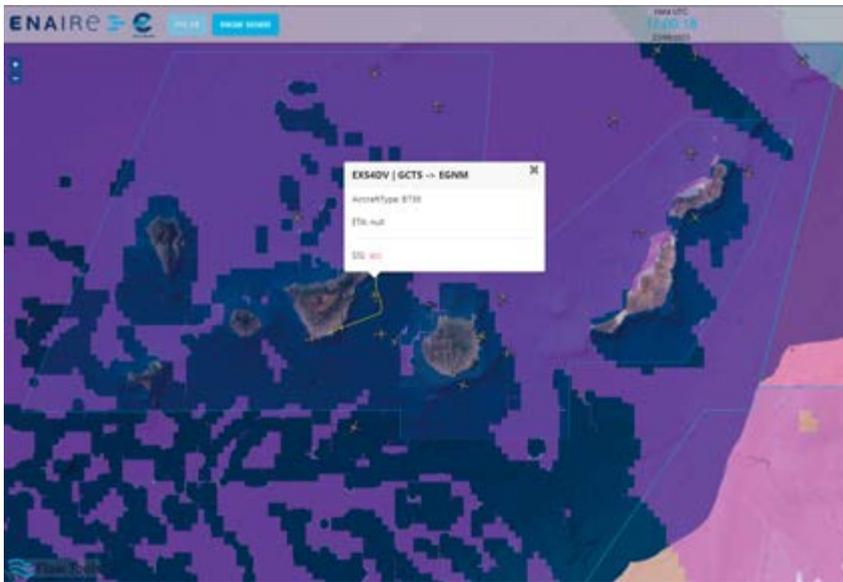
Mejoras añadidas en la nueva versión de IMPACT

- Se mejora la arquitectura del sistema y se incluyen funcionalidades de explotación técnica, como la reducción del consumo de datos para mejorar el rendimiento de la herramienta.
- Mejor accesibilidad a las simulaciones de escenarios mediante accesos rápidos y una mayor flexibilidad.
- Mejoras en los listados de vuelos, su categorización y modos de presentación con cambios

filtros y atajos de medidas, para poder explorar dichos listados con mayor comodidad.

- Mejoras en el histograma principal y auxiliares tanto de visualización como personalización de vistas superpuestas, simulaciones y búsqueda de vuelos por indicativo.
- Inclusión de la Unidad Central ATM y la información de las demás dependencias de ENAIRE.
- Gestión de escritorios avanzada, con mejoras en las actualizaciones de los componentes, diseños revisados, clonado de escritorios y configuración compartida.
- Representación extendida del monitor de FMP (posición de gestión de afluencia), con flexibilidad en el modo de presentación de dependencias.
- Restructuración visual con mejor accesibilidad para el usuario, incorporación de información adicional, con escenarios y medidas de gestión de la afluencia.





Nuevos desarrollos Flow Tools

- Nuevas herramientas para la presentación de información georreferenciada (especialmente información meteorológica) en las pantallas SIA de las nuevas posiciones de control iFOCUCS.
- Presentación de contenidos relevantes para la prestación de servicios ATS en dichas posiciones.
- Información sobre la previsión de tráfico, con la posibilidad de incluir información sobre las medidas ATFCM de corto plazo (STAM) que puedan ser de aplicación.
- Información de vigilancia (posición del tráfico en vuelo o en superficie) suministrada a otros sistemas empleados por jefes de sala y supervisores.
- Datos relativos a la demanda de tráfico instrumental y visual, especialmente relevante en la provisión de servicios de control de aeródromo.
- Desarrollo de herramientas de apoyo a la gestión de situaciones de desvíos masivos por cualquier causa, en especial por mala meteorología.
- Capacidad optimizada basada en los distintos tipos de aeronave para aquellos aeródromos donde dicho factor es un gran condicionante en la operación.
- Ofrecer a los operadores información a la carta que les permita optimizar sus vuelos en tiempo y combustible.

Todas las citadas mejoras son el resultado del trabajo realizado y una serie de reuniones del grupo operativo-técnico de ENAIRE Flow Tools e IMPACT, así como los grupos de usuarios operativos de trabajo dentro del proyecto iFOCUCS (dentro del que se encuadra la evolución funcional del Sistema

Imágenes de ENAIRE Flow Tools.

00 min | 20 min | 40 min | Todos

HORA BARRA HEC (UTC)	FIN BARRA HEC (UTC)	ARR SIN REGULAR LEBLARR	REGULACIÓN APLICAR LEBLARR (RR - los registros)	ARR DEMORADAS (AD)	ARR CON REGULACIÓN	WIDE BODIES & LIGHTS (WBL)	DEF NO PRESENTES (DNP)	REVISIÓN PIETA (PT)	RATE TEÓRICO (RT)	RATE TEÓRICO PONDERADO (RTP)	TRAFCOS QUE ENTAN EN LA HORA	EXPERIENCIA RR VS RTC	TRAFCOS ACUMULADOS EN ESPERA (TAE)	MOTIVO REGULACIÓN (M PROCESO)
14:40	14:45	30	NA	0	0	0	0	NO	30	30	30	0	0	ATC Capacity
15:00	15:05	27	NA	0	0	0	0	NO	30	27	27	-3	0	ATC Capacity
15:40	15:45	31	NA	0	0	0	0	NO	30	31	31	+1	0	ATC Capacity
17:00	17:05	32	NA	0	0	0	0	NO	30	32	32	+2	0	ATC Capacity
18:40	18:45	28	NA	0	0	0	0	NO	30	28	28	-2	0	ATC Capacity
19:40	19:45	23	NA	0	0	0	0	NO	30	23	23	-7	0	ATC Capacity
20:40	21:40	23	NA	0	0	0	0	NO	30	23	23	-7	0	ATC Capacity
21:40	22:40	20	NA	0	0	0	0	NO	30	20	20	-10	0	ATC Capacity
22:40	23:40	8	NA	0	0	0	0	NO	30	8	8	-22	0	ATC Capacity
23:40	00:40	1	NA	0	0	0	0	NO	30	1	1	-29	0	ATC Capacity
00:40	01:40	0	NA	0	0	0	0	NO	30	0	0	-30	0	ATC Capacity
01:40	02:40	1	NA	0	0	0	0	NO	30	1	1	-29	0	ATC Capacity
02:40	03:40	0	NA	0	0	0	0	NO	30	0	0	-30	0	ATC Capacity
03:40	04:40	2	NA	0	0	0	0	NO	30	2	2	-28	0	ATC Capacity



Imagen de ENAIRE Flow Tools.

de Información Auxiliar) y de las validaciones de IMPACT. Dicho equipo está formado por personal de la División de Automatización de la Dirección de Sistemas, del Departamento de Apoyo a la Implantación de Proyectos en la Dirección de Operaciones y la División ATFM/ASM, anteriormente Gestión de Capacidad y Afluencia (GCAT), de la Dirección de Operaciones de ENAIRE, en conjunto con los grupos de trabajo ya mencionados, con personal de las diversas regiones de control y FMPs.

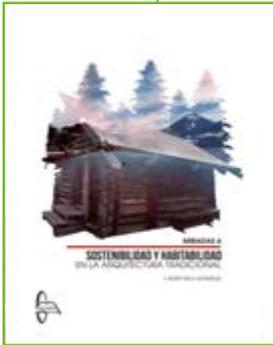
El desarrollo de las ENAIRE Flow Tools e IMPACT que están disponibles, en sus distintas variantes, en todos los centros de trabajo donde ENAIRE presta servicios ATS es siempre el resultado de la toma de requisitos del usuario final de una forma ágil. Frente a metodologías de desarrollo más tradicionales, las ENAIRE Flow Tools e IMPACT evolucionan de manera rápida, siempre basándose en ciclos cortos de desarrollo, que cubren de forma iterativa los requisitos del usuario final. ■



Torre de control del Aeropuerto de Tenerife Sur.



Sostenibilidad y habitabilidad en la arquitectura tradicional

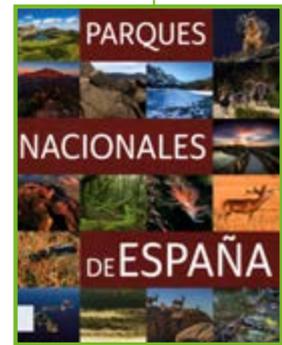


Autor: F. Javier Neila González
Edita: García-Maroto Editores

El autor relata cuatro de sus viajes describiendo todo tipo de arquitecturas de diversa variedad tipológica, funcional, constructiva y cultural. Los destinos elegidos presentan una gran similitud con los cuatro elementos de la naturaleza: isla de La Palma (fuego), Rusia (agua/hielo), cuevas de Gorafe en Granada (tierra), y comarca de la Murgia y las cuevas de Matera al sureste de Italia (aire). Javier Neila, a través de sus líneas, cuenta al lector el porqué y el cómo surgen dichas arquitecturas y experimenta personalmente en los lugares visitados el comportamiento espacial, la habitabilidad, el confort climático y lumínico, la acústica, la belleza de los espacios y la adecuación de sus formas al paisaje próximo y lejano. Este cuarto libro de la colección *Miradas* desmenuza los lugares mencionados con un gran conocimiento tanto bioclimático como cultural, de manera que, partiendo de la actualidad, va analizando en un proceso inverso las distintas capas de la historia hasta llegar al origen de las decisiones que motivaron la construcción de esas arquitecturas. De esta forma, el texto se convierte en una guía que ayuda a entender la profunda relación entre los lugares y sus arquitecturas, explicando porqué algunas funcionan y otras no. Asimismo, deja de manifiesto la necesidad de repensar y proponer nuevas arquitecturas por el cambio de paradigma global, donde el compromiso con la sostenibilidad medioambiental representa uno de los mayores retos de la sociedad.

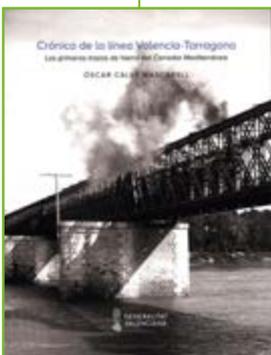
Parques Nacionales de España

Esta publicación, de encuadernación y fotografías muy cuidadas, describe los Parques Nacionales de España resaltando su riqueza y diversidad biológica, geológica, paisajística y cultural. A través de una excelente selección de imágenes, invita al lector a sumergirse en estos espacios naturales que son una seña de identidad de nuestro país y un referente a nivel europeo en términos de biodiversidad. De esta manera, da a conocer el patrimonio natural de estos territorios y fomenta la implicación ciudadana en la preservación y protección de los espacios naturales en la lucha contra el cambio climático y la pérdida de ecosistemas. La obra, con contenido tanto en inglés como en castellano, describe los dieciséis parques nacionales de España: Parque Nacional de los Picos de Europa, Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, Parque Nacional del Teide, Parque Nacional de Doñana, Parque Nacional de las Tablas de Daimiel, Parque Nacional de Timanfaya, Parque Nacional de Garajonay, Parque Nacional de Sierra Nevada, Parque Nacional de la Sierra de las Nieves, Parque Nacional de Monfragüe, Parque Nacional de Cabañeros, Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera, Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia, Parque Nacional de la Caldera de Taburiente y Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici.



Autor: Organismo Autónomo
Parques Nacionales y
Red de Parques Nacionales
Edita: Lunweg Editores

Crónica de la línea Valencia-Tarragona. Los primeros trazos de hierro del Corredor Mediterráneo



Autor: Óscar Calvé Mascarell
Edita: Consejería de Política Territorial,
Obras Públicas y Movilidad
de la Generalitat Valenciana

Esta obra narra la construcción de la línea Valencia-Tarragona del Corredor Mediterráneo (mayo de 1861-junio de 1868). Este trazado, impulsado por la figura de José Campo, ya en sus inicios contemplaba unir mediante caminos de hierro Málaga y Nápoles. A través de más de un centenar de noticias de prensa de época con diversa ideología, se abordan con perspectiva histórica los aspectos más relevantes de la creación de esta línea ferroviaria: desafíos ingenieriles como la construcción de los puentes sobre el Turia en Valencia y sobre el Ebro en Tortosa; los abusos de los promotores haciendo uso del sistema de expropiaciones; las polémicas sobre el trazado asociadas a contar con los beneficios del nuevo transporte; y la diversificación de la mano de obra empleada, desde ingenieros ingleses altamente especializados a niños desamparados que actuaban como mano de obra barata. Haciendo alusión a todas las citas periodísticas que se citan en el libro, la publicación viene acompañada de la Gaceta Histórica de la línea Valencia-Tarragona de la Sociedad de los Ferrocarriles de Almansa, que muestra extractos de las noticias más destacables sobre el nacimiento de la mencionada línea.

2023

Mapa Oficial
de Carreteras®

ESPAÑA



MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

Donde quieras ir

Incluye:

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

También en la aplicación:

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

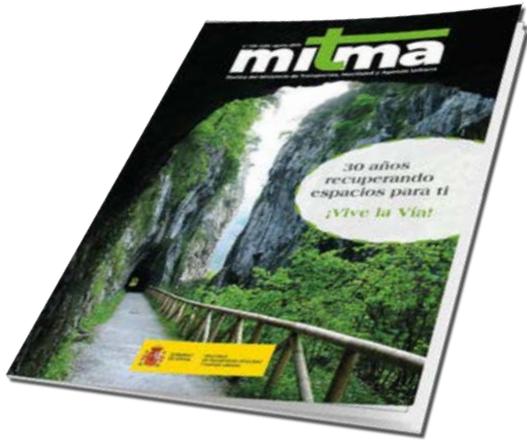


GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA



CENTRO DE PUBLICACIONES



con las

VIAS VERDES



30 AÑOS VIAS VERDES

Naturaleza, cultura y ocio



Visita www.viasverdes.com, <https://cvp.mitma.gob.es/>
Únete y síguenos en Facebook, Instagram y Twitter



CENTRO DE PUBLICACIONES

Paseo de la Castellana, 67, 28046, Madrid
Telf.: 91 597 8267
cpublic@mitma.es