

nº 736 / mayo 2023

mitma

Revista del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

Adif AV **infraestructuras** **sostenibles**



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

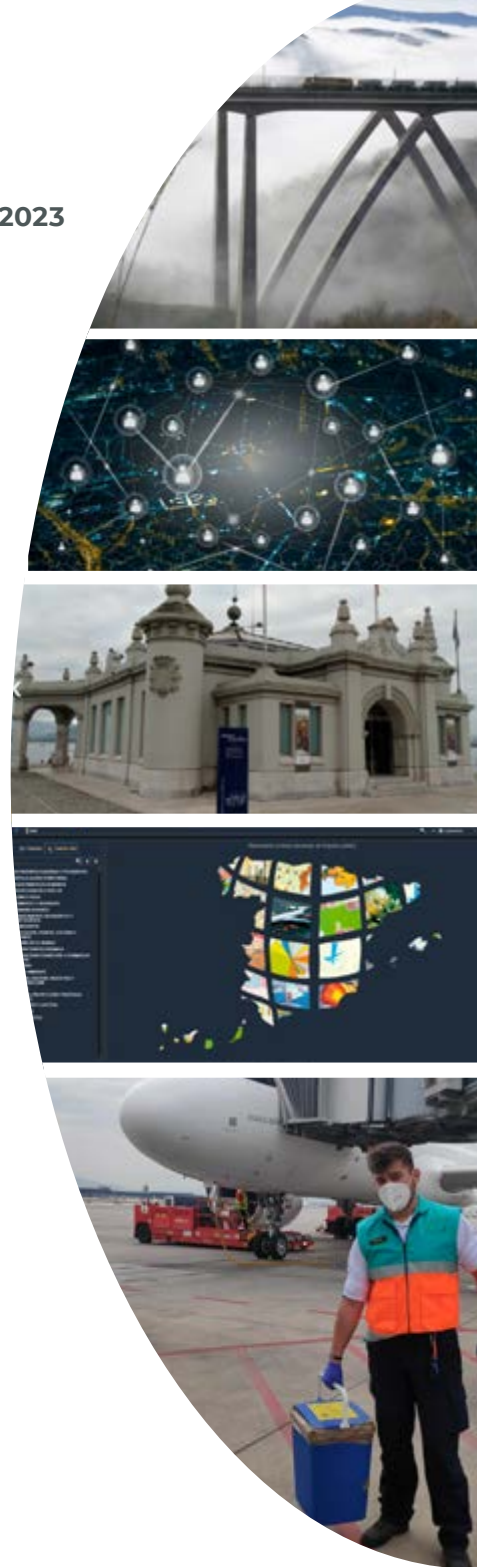


**Trabajamos para ti
en tierra, mar y aire**

Contenido

nº 736 / mayo 2023

- 2 Compromiso con la biodiversidad
- 14 Compra pública innovadora
- 20 Movilidad más precisa con tecnología *big data* e inteligencia artificial
- 30 El patrimonio histórico y cultural de los puertos españoles
- 38 El Atlas Nacional de España, una herramienta para conocer la realidad
- 48 Ayuda de ENAIRE en vuelos trasplante
- 56 Maquetas tridimensionales o el mundo a escala reducida
- 64 175 años de historia ferroviaria en España. La era pública 1941-2023
- 74 Lecturas



Créditos

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

Colaboran en este número: Javier Rodríguez Ventosa; María del Rosario Cornejo Arribas; Tania Gullón Muñoz-Repiso; Armando López Rodríguez; Pilar Sánchez-Ortiz Rodríguez; Alejandro Muñiz Delgado; Concha Aguilera Fernández; Miguel Muñoz Rubio. **Fotografía:** Adif AV; Fototeca del Archivo Histórico Ferroviario (FFE); Flickr de Renfe.

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://cvp.mitma.gob.es/revista-mitma>

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

Dep. Legal: M-666-1958. **ISSN:** 2792-4564. **ISSNe:** 2792-4572.

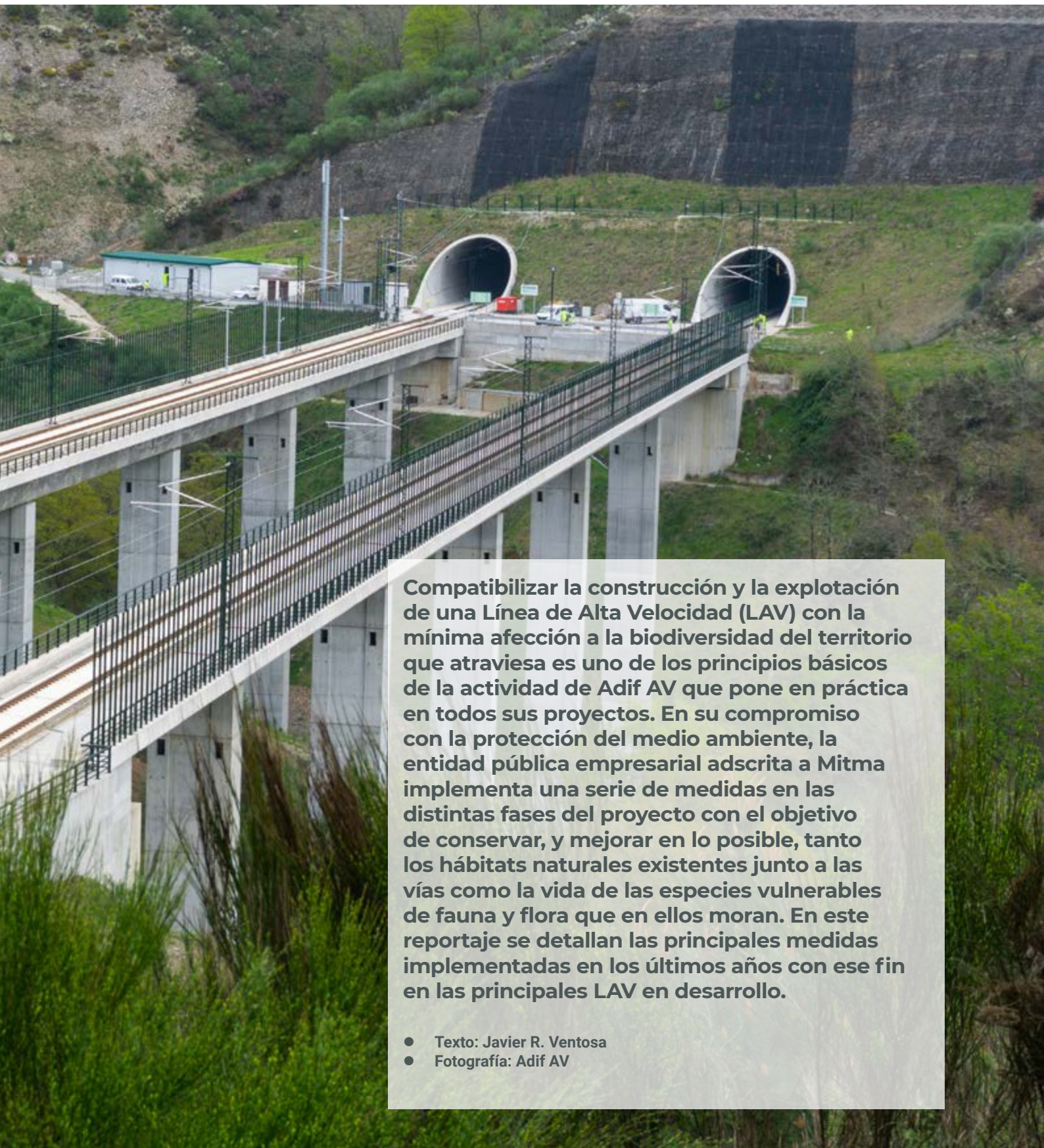
NIPO: 796-20-023-9. **NIPOe:** 796-20-024-4.

Esta publicación no se hace necesariamente responsable solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas. Esta revista se imprime en papel FSC o equivalente.

Actuaciones de Adif AV para conservar y mejorar los hábitats naturales, la flora y la fauna junto a las vías

Compromiso con la biodiversidad

Secuencia viaducto-túnel en el Acceso a Galicia, una medida clave para proteger el entorno de una LAV.



Compatibilizar la construcción y la explotación de una Línea de Alta Velocidad (LAV) con la mínima afección a la biodiversidad del territorio que atraviesa es uno de los principios básicos de la actividad de Adif AV que pone en práctica en todos sus proyectos. En su compromiso con la protección del medio ambiente, la entidad pública empresarial adscrita a Mitma implementa una serie de medidas en las distintas fases del proyecto con el objetivo de conservar, y mejorar en lo posible, tanto los hábitats naturales existentes junto a las vías como la vida de las especies vulnerables de fauna y flora que en ellos moran. En este reportaje se detallan las principales medidas implementadas en los últimos años con ese fin en las principales LAV en desarrollo.

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

La construcción de

una nueva LAV produce un impacto sobre el territorio que atraviesa, afectando en distinto grado tanto a los hábitats naturales como a las especies de fauna y flora que en ellos habitan. Minimizar, o incluso anular, este impacto desfavorable en la biodiversidad, a través del desarrollo de medidas que contribuyan a garantizar la protección de la naturaleza y revertir la degradación de los ecosistemas, reduciendo la presión ejercida sobre los mismos, es uno de los objetivos estratégicos en sostenibilidad del Plan Estratégico 2030 de Adif AV, que se alinea con la estrategia ambiental de Mitma y con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU. El compromiso con la biodiversidad es un principio arraigado desde sus orígenes en el ADN de la compañía, que se ha reforzado con el tiempo. Hoy está presente, con una impor-

tancia creciente, en cada proyecto que lleva a cabo, con el objetivo de conjugar el ferrocarril de Alta Velocidad con su integración ambiental, manteniendo el respeto hacia los espacios naturales y la biodiversidad y recuperando aquellos entornos que hayan podido ser afectados.

Con este fin, Adif AV dispone de un conjunto de herramientas en las distintas fases del proyecto para lograr que el diseño, construcción y explotación de una LAV tenga el mínimo impacto sobre la biodiversidad del entorno. La medida más eficaz, prevista en la fase de planeamiento, es la definición del trazado, que se diseña en función de las características del territorio. Los trazados que proyecta Adif AV buscan las alternativas más favorables para el medio ambiente, aquellas que reducen, o incluso evitan, la ocupación del suelo en los hábitats protegidos, minimizando la afección a las comunidades

vulnerables de flora y fauna. Un ejemplo de este tipo de trazado en servicio es el tramo Pedralba de la Pradería-Taboadela (103 km) del Acceso a Galicia, que discurre en un 60 % sobre viaductos o por túneles. Otro ejemplo similar, este en fase de obras, es el trazado de la Y Vasca (180,5 km, sin el acceso a las tres capitales), que será invisible durante más del 60 % del recorrido (80 túneles) y elevado en otro 10 % (71 viaductos).

En la fase de obra, las actuaciones de protección ambiental para proteger la biodiversidad figuran en los proyectos básico y de construcción, que deben recoger las medidas de integración ambiental y las destinadas a minimizar el impacto de la obra en el entorno, previstas tanto en el estudio informativo como en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Estas medidas son de tres tipos: preventivas (evitan que se produzca el impacto), correctoras (anulan o

Escape de fauna junto una LAV, para favorecer la salida de animales de la zona de vías.



minimizan el impacto producido) y compensatorias (compensan el impacto producido, pues ni lo anulan ni lo corrigen). Su implementación, individual o conjunta según el caso, es de obligado cumplimiento y se lleva a cabo siguiendo el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) de la obra. Al término de las obras, además, Adif AV restituye a su estado original las zonas afectadas, a veces incluso mejorándolas. Finalmente, en la fase de explotación de la LAV se realiza el control y el seguimiento de todas las medidas implementadas.

A continuación se detallan varias actuaciones destacadas realizadas por Adif AV en los últimos años para minimizar el impacto de las obras sobre los hábitats y la fauna y la flora vulnerables en el entorno de las últimas líneas en desarrollo.

Fauna

El efecto barrera en el lobo (LAV Palencia-León)

En septiembre de 2020, Adif AV comenzó las labores de seguimiento faunístico en la LAV Palencia-León para comprobar la eficacia de las medidas ambientales implantadas. Los resultados del primer año de seguimiento han sido prometedores en varios ámbitos, al constatar el uso elevado por zorros, conejos y liebres de los pasos de fauna transversales construidos (medida muy extendida para garantizar la permeabilidad del territorio), así como la baja mortalidad de animales asociada a la LAV (la zona de vías de estas líneas tiene un cerramiento perimetral). Especialmente relevantes han sido las conclusiones de un estudio para analizar el impacto del efecto barrera causado por la línea en el lobo ibérico, animal que abarca grandes extensiones y que

es muy sensible a las infraestructuras ferroviarias. Se trata del primer estudio de este tipo llevado a cabo en España.

El estudio, realizado en colaboración con expertos de primer nivel en este campo, incluyó la captura en 2021 de dos ejemplares de lobo ibérico, a los que se colocó un collar GPS equipado con sensores de actividad para monitorizar sus movimientos (actividad, inactividad e incluso la mortalidad del ejemplar). Los resultados han permitido constatar que los lobos cruzan la LAV con bastante frecuencia (un cruce cada 5,6 días para una loba periférica y un cruce cada 2,4 días para una loba no reproductora integrada en una manada), lo que pone de manifiesto un aparente escaso efecto barrera provocado por las vías en la especie. Estos resultados deberán ser enriquecidos en el futuro con nuevos estudios.

Censos faunísticos en préstamos restaurados (LAV Palencia-León)

La restauración como humedales de zonas de préstamos (espacios de los que se ha extraído el mate-



Ejemplar de lobo en un paso de fauna.

rial para construir la LAV, en este caso la LAV Palencia-León) es un caso de éxito de la efectividad de las medidas implantadas para mejorar la biodiversidad preexistente en una zona degradada.

Durante 2020-2021 se realizaron varios censos para monitorizar la evolución de la fauna en los nuevos humedales, tanto de aves (población reproductora e invernante) como de anfibios (población reproductora). Los censos reflejaron que los humedales presentan una mayor relevancia durante el periodo invernal que durante el reproductivo. El número de especies detectadas es mayor en el periodo invernal, con un máximo de 28 especies de aves en el humedal de Palanquinos en el invierno de 2022 (entre ellas el aguilucho lagunero, el milano real, la garza imperial y la avefría europea), mientras que en



Una nutria en un paso de fauna de la LAV Palencia-León.

el periodo reproductivo se detectaron 13 especies en el humedal de Calzada de Coto durante la primavera (destacando el aguilucho lagunero, el milano real, la garza real, la garza imperial, el chorlito chico y el ánade frisón). También se detectó la presencia de seis especies de anfibios (entre ellos, la salamandra, la ranita de san Antonio y la rana común). Asimismo, se verificó la utilización de los humedales por una familia de nutria común y la visita esporádica de lobos ibéricos.

Los resultados obtenidos han permitido constatar cómo la restauración de préstamos de material

puede incrementar la biodiversidad preexistente de una zona, especialmente en el periodo de invernada, creando un nuevo polo de atracción para numerosas especies que contribuye a mitigar la afección sobre la fauna producida por una línea de Alta Velocidad.

Seguimiento de quirópteros (Corredor Mediterráneo)

Una de las preocupaciones medioambientales de Adif AV es determinar cuál es el impacto de las obras sobre una especie protegida que habita en las cercanías, con objeto de aplicar las medidas preventivas correspondientes.

Esta situación se ha podido evaluar durante las obras del tramo Moixent-Alcúdia de Crespins de la LAV Nudo de la Encina-Xátiva fase I, del Corredor Mediterráneo, en la provincia de Valencia. A menos de 1 kilómetro de la zona de obras, y dentro de la Zona de Especial Conservación (ZEC) Mosseguellos-Vallada, se encuentra la cueva del Mosseguellos, cavidad de relevancia quireptológica sometida a protección especial en la que habita una colonia de murciélagos. El órgano gestor del espacio aconsejó monitorizar esta colonia para averiguar si existía algún tipo de impacto por las obras.

Antigua zona de préstamo restaurada como humedal en la LAV Palencia-León.





Entrada a la cueva de Mosseguellos.



Ejemplar de visón junto a un cauce fluvial.

En 2021 se realizó un censo de esta colonia mediante tecnología avanzada (cámaras de infrarrojos y detector de ultrasonidos). Las visitas quincenales de los expertos a la cueva determinaron la existencia de una población estable de murciélagos, oscilante entre 585 y 986 individuos de seis especies, así como porcentajes muy elevados de individuos de la población de referencia para el murciélago grande de herradura y el murciélago ratonero grande. En esa anualidad, además, se obtuvo el máximo histórico de la cavidad respecto a los seguimientos previos realizados por la Comunitat Valenciana. Todo ello ha puesto de manifiesto que las obras no han tenido impacto alguno en las colonias que habitan la cueva.

Paradas biológicas (Y Vasca)

Las paradas biológicas, medida habitual en las obras ferroviarias

para preservar la biodiversidad, consisten en la suspensión temporal de actividades de construcción molestas para especies de fauna vulnerables en zonas aledañas al trazado, en especial durante el periodo de reproducción y cría. En la construcción del nudo de Bergara, zona montañosa de elevado interés ambiental donde convergen los tres ramales de la Y Vasca, a caballo de Bizkaia y Gipuzkoa, se ha implantado esta medida, además de otras complementarias, para minimizar las afecciones a dos especies protegidas: el alimoche común (*Neophron percnopterus*), ave rapaz incluida en el catálogo español de aves amenazadas, y el visón europeo (*Mustela lutreola*), mamífero semiacuático en peligro de extinción. También para evitar molestias a una colonia de murciélagos en una cueva cercana.

Para la protección del alimoche común durante su periodo de repro-

ducción y cría, se estableció una zona de exclusión de actividades de 1000 metros de diámetro desde las zonas de nidificación, paralizándose las obras en el interior de ese diámetro. Para proteger al visón, se han evitado las actividades en el Dominio Público Hidráulico entre el 15 de marzo y el 31 de julio. El seguimiento de ambos casos ha permitido constatar la reproducción del alimoche en la zona por primera vez en los últimos 10 años, así como la presencia de un ejemplar de visón en un arroyo local.

Traslocación de especies y pantallas anticolidión (Acceso a Galicia)

Durante la obra del trazado Pedralba de la Pradería-Taboadela del Acceso a Galicia, Adif AV adoptó una serie de medidas preventivas y correctoras para minimizar el impacto sobre algunas especies protegidas del hábitat atravesado.

Viaducto de Teixeiras, equipado con pantallas anticolidión de aves.



Así, en varios cursos fluviales del entorno de Requejo (Zamora) se procedió a la captura y traslocación de ejemplares de desmán ibérico (*Galemys pirenaicus*), mamífero endémico del norte peninsular en peligro de extinción, y de trucha común (*Salmo trutta*), ambos muy sensibles a la calidad del agua; también se adoptaron medidas específicas para proteger el medio hídrico. La monitorización posterior ha constatado la nula afección de las obras a estas especies.

En varios viaductos del trazado se instalaron más de 12 000 metros de pantallas anticolidión para forzar a las aves (especialmente al águila real, también objeto de monitorización) a elevar el vuelo y evitar choques con los trenes o la catenaria, una medida correctora surgida de un programa europeo de I+D+i que Adif AV ya implantó previamente en viaductos de la LAV Madrid-Extremadura. Otras medidas que

en la fase de explotación refuerzan la permeabilidad del trazado y minimizan el efecto barrera han sido la adaptación de 59 obras de drenaje transversal como pasos de fauna y la colocación de 122 dispositivos de escape para propiciar la salida de animales que hayan ingresado en la zona vallada de las vías.

Refugios para quirópteros (LAV Madrid-Extremadura)

Extremadura es una de las comunidades españolas con mayor variedad de quirópteros, especie fundamental para el control de plagas y la conservación de bosques que se encuentra en situación de vulnerabilidad y protegida por ley. Durante las obras de la LAV Madrid-Extremadura en esta comunidad, Adif AV ha habilitado varias cajas-refugio para favorecer el asentamiento de los quirópteros en zonas del trazado con ausencia o escasez de refugios naturales. Estos habitáculos

se colocan en la parte superior de estructuras, generalmente pasos inferiores, con el objetivo de que la infraestructura ferroviaria permita incrementar el hábitat favorable para estos mamíferos nocturnos. En algunos viaductos de la línea también se han instalado nidales para la avifauna (vencejo real).

Flora

Control y erradicación de especies exóticas invasoras (Y Vasca)

En los últimos años, Adif AV está adoptando medidas para evitar la proliferación de especies exóticas invasoras en algunas obras, dado que son una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en el mundo. La presencia de estas especies supone una amenaza tanto para la flora autóctona como sobre la estructura de los propios ecosistemas. Estas medidas se llevan a cabo en media docena de

Obra de plataforma del tramo Toril-Río Tiétar, de la LAV Madrid-Extremadura, junto a un humedal.



Supervisión ambiental

Seguimiento: Adif AV dispone de un sistema de supervisión, coordinado desde la Subdirección de Medio Ambiente, para garantizar que las medidas ambientales de un proyecto se ajustan a lo previsto, tanto en la DIA como en la normativa ambiental, y que se han ejecutado según lo planeado. También cuenta con mecanismos para determinar la efectividad de esas medidas y la aparición de impactos no previstos. En la fase de obras, esta labor la asumen los Directores Ambientales de Obra (DAOs), en obras con DIA, y los Vigilantes Ambientales de Obra (VAOs), en obras sin DIA, que son designados para una obra concreta. La Subdirección de Medio Ambiente tiene equipos de coordinación de DAOs y VAOs.

Misión: Tanto los DAOs como los VAOs realizan su trabajo en el marco de un Sistema de Gestión Integrado. Ellos se encargan del control de la ejecución y efectividad de las medidas preventivas y correctoras definidas en el proyecto, labor que coordinan con la dirección facultativa. Entre los aspectos que supervisan destacan la afección de las obras a la Red Natura y las especies protegidas, la calidad de las aguas de los ríos próximos, la restauración de las superficies afectadas y la gestión adecuada de los residuos.

Informes: La vigilancia se plasma en informes que dan cuenta de la evolución ambiental de los proyectos, tanto en la fase de obra como en el seguimiento posterior a la

recepción. En relación con la gestión medioambiental de los proyectos, en 2021 Adif AV emitió 274 informes de revisión ambiental, según la *Memoria Medioambiental* de ese año. Además, se redactaron 360 informes de cumplimiento de las DIA, así como 285 informes periódicos en obras sin DIA.

Indicadores: Varios indicadores, tanto de cumplimiento como de desempeño ambiental, permiten monitorizar las variables ambientales de cada obra. Entre ellos destacan los de protección de la biodiversidad: superficie ocupada en espacios naturales protegidos, respeto al periodo de alta sensibilidad de especies de interés, permeabilidad de la infraestructura para ungulados y para mamíferos pequeños y medianos, acondicionamiento del vallado en zonas con ungulados, superficie remodelada con criterios ecológicos y paisajísticos, etc.

Contratación: En el próximo cuatrienio, Adif AV destinará un total de 32,2 M€ a trabajos de supervisión ambiental de obras a lo largo de toda su red. En concreto, invertirá 13,1 M€ en la vigilancia ambiental de obras no sometidas a DIA, mediante la prevista contratación de VAOs; 13,3 M€ en la vigilancia ambiental de obras sometidas a DIA, y otros 5,8 M€ en la integración ambiental de proyectos y la coordinación ambiental de las obras de Adif AV y Adif enmarcadas en procesos de evaluación ambiental.

Eliminación de especies invasoras junto a la zona de vías.



tramos de la Y Vasca, donde se ha detectado la presencia del plumero de la pampa (*Cortaderia selloana*) y el árbol de las mariposas (*Buddleja davidii*). Las medidas comprenden tratamientos de eliminación con medios mecánicos y químicos, así como tratamientos adicionales para la eliminación del material vegetal obtenido (enterramiento, trituración y entrega al gestor autorizado).

Ante la falta de referentes técnicos para comprobar la efectividad de estas medidas, Adif y Adif AV están elaborando un *Catálogo de medidas para la erradicación de especies exóticas invasoras en terrenos afectados por las obras de infraestructuras ferroviarias*, que se configura como un manual de buenas prácticas para la aplicación futura de este tipo de tratamientos.



Imagen aérea con las zonas de rescate y reubicación de tamujos y ejemplares ya trasplantados junto al arroyo Molinillo.

Traslocación de tamujo (LAV Madrid-Extremadura)

Las obras de plataforma del tramo Malpartida de Plasencia-Estación de Plasencia, en curso en 2020-2021, producían afección a una zona con ejemplares de tamujo (*Flueggea tinctoria*), especie vegetal que crece en los márgenes de los ríos y que está incluida en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura. Para su preservación, a finales de diciembre de 2021 se procedió al rescate de varios ejemplares localizados en el arroyo Sacristán, afectado por las obras, y a su traslado a zonas favorables preseleccionadas en las márgenes del arroyo Molinillo,

donde faltaba vegetación de ribera. El trasplante se realizó en periodo de parada vegetativa, antes del comienzo de la floración.

Ocultación de antena para reducir el impacto visual (LAV Madrid-Extremadura)

En febrero de 2021, Adif AV puso en marcha una medida correctora en el tramo Plasencia-Cáceres destinada a ocultar las instalaciones de una antena de telecomunicaciones móviles GSM-R (estándar en las LAV españolas) próxima a la calzada romana Vía de la Plata y catalogada como Bien de Interés Cultural (BIC). El objetivo: minimizar el impacto visual de esta instala-

ción mediante la colocación de vallas vegetales que mimetizaran la caseta y la parte baja del conjunto. Los trabajos comprendieron la colocación de una malla natural de brezo en el lado oeste de la antena y en la esquina sureste del cerramiento del emplazamiento, además de la plantación de medio centenar de especies arbustivas, de forma que las instalaciones han quedado ocultas tras la nueva vegetación.

Empleo de tecnosoles (Acceso a Galicia)

El tramo Pedralba de la Pradería-Ta-boadela, en servicio desde diciembre de 2021, es uno de los mejores ejemplos de la preocupación de Adif AV por preservar la biodiversidad. El presupuesto destinado a las medidas ambientales (65,6 millones de euros, el 2,21 % del presupuesto de obra) así lo atestigua. En este tramo, que se desarrolla por espacios de gran valor natural, se ha puesto en marcha un completo catálogo de medidas para preservar los distintos ecosistemas. Desde la elección del trazado (la mayor parte subterráneo o aéreo, no cruza espacios protegidos excepto un tramo de 593 metros que se salva mediante túnel y viaducto) hasta las medidas para depurar las aguas procedentes de los túneles en zonas sensibles, la gestión de

Mimetización con especies vegetales de una antena de GSM-R.





El viaducto de Teixeiras adaptó su diseño y construcción para minimizar la afección a un LIC.

los gigantescos movimientos de tierras o la integración paisajística (167 hectáreas).

Entre estas medidas destaca, por su carácter pionero, la utilización de tecnosoles (suelos artificiales elaborados a partir de residuos orgánicos e inorgánicos) en la integración ambiental de vertederos para contrarrestar el poder contaminante de los materiales extraídos de la excavación de túneles. Este tratamiento se empleó en los vertederos de los túneles de Espiño y Cerdedelo. Seis años después, se ha constatado que neutraliza la contaminación de esos materiales, como ponen de manifiesto la falta de afección a las aguas del entorno y el crecimiento de vegetación en los terrenos tratados con tecnosoles igual que en las tierras vegetales.

El viaducto de Teixeiras es otro ejemplo de la preocupación medioambiental de Adif AV. De forma análoga a otros viaductos, esta estructura adaptó el diseño a su emplazamiento en el LIC del río Támega, zona ambientalmente sensible, dando como resultado un viaducto doble de gran longitud (508 m) y altura (90 m), con un gran vano central y pilares fuera del cauce para evitar afecciones al LIC y minimizar el impacto en el paisaje. También se adaptó la obra

para proteger al máximo la vegetación de ribera, lo que se tradujo en la reducción al máximo del espacio necesario para el despliegue de la maquinaria, aprovechando las zonas de mayor pendiente para abrir caminos, zonas de instalaciones en recodos de curvas o entre cimentaciones, e incluso excavando en mina, bajo terreno natural. Es decir, se ejecutó una obra dentro de la obra para minimizar el impacto ambiental.

Replantaciones forestales compensatorias (Acceso a Galicia y LAV León-Asturias)

En el ámbito de las medidas compensatorias, Adif AV ha llevado a cabo dos notables actuaciones de repoblación forestal como contrapartida por la afección a espacios

de la Red Natura 2000 causada por las obras de construcción de dos líneas. En el tramo Cernadilla-Pedralba de la Pradería del Acceso a Galicia, cerca del LIC Sierra de la Culebra, se repoblaron 22,5 hectáreas del monte Valdediego (Zamora), que había quedado sin cobertura arbórea a causa de un incendio. En concreto, se plantaron 34 200 ejemplares de pino resinero (*Pinus pinaster*) y 1800 de abedul (*Betula alba*).

Y en las cercanías del Lote 3 de los Túneles de Pajares de la LAV León-Asturias se realizó una plantación compensatoria de 4,5 hectáreas en el LIC Valgrande, también afectado por un severo incendio en 2012. Se plantaron 6000 ejemplares de abedul, roble (*Quercus robur*), serbal de los caza-

Ejemplares de pino resinero dispuestos para una repoblación.





Especies vegetales conservadas en un vivero almeriense para su próxima plantación.

dores (*Sorbus acuparia*) y mostajo (*Sorbus aria*), especies seleccionadas para satisfacer las necesidades de animales emblemáticos de esta zona asturiana, como el oso pardo (*Ursus arctos*) y el urogallo (*Tetrao urogallus*). En ambos casos, las medidas compensatorias han favorecido el crecimiento de la biodiversidad en espacios naturales deteriorados.

Traslocación de especies endémicas (Corredor Mediterráneo)

La LAV Murcia-Almería del Corredor Mediterráneo, en el extremo sureste peninsular, discurre por uno de los terrenos más áridos de

Europa, con altas temperaturas, precipitaciones escasas y elevada insolación, donde crece una vegetación cercana a la de tipo subdesértico, con un alto porcentaje de especies endémicas que, debido a ello, disponen de distintos grados de protección.

En los proyectos de construcción de tres tramos de esta línea en Almería (Los Arejos-Níjar, Níjar-Río Andarax y Pulpí-Vera), Adif AV dispuso medidas de protección específicas para ocho especies vegetales singulares potencialmente afectadas por la línea, que bien están incluidas en el Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía, o bien están

contempladas en otras normativas de protección ambiental. La medida correctora, ejecutada en tres obras diferentes, ha consistido en el trasplante de ejemplares en aquellos lugares donde no ha cabido otra solución a otras zonas más favorables. El trasplante, como el resto de medidas ambientales aplicadas, se ha realizado en coordinación con el órgano ambiental autonómico. Dada la singularidad de esta actuación por el tipo de especie trasplantada, se está realizando un seguimiento exhaustivo para verificar la eficacia de esta medida.

Recuperación de vertederos (Corredor Mediterráneo)

La obra de plataforma de la LAV Murcia-Almería se topó en los tramos Níjar-Río Andarax y Río Andarax-El Puche con la presencia en varios puntos de depósitos incontrolados de residuos ajenos a Adif AV, con materiales procedentes de obras de construcción y demolición (hormigón, azulejos, ladrillos, tierras de relleno y plásticos), que, dada su ubicación en mitad del trazado, hacían necesaria su excavación y gestión para continuar con las obras. Con ese fin se procedió al tratamiento de estos residuos, segregándolos para reducir el volumen destinado a vertedero, y posteriormente se ejecutó la restauración ambiental e integración paisajística de los terrenos degradados. En el depósito de Viator, el de mayor volumen de residuos (123 000 m³), la superficie ha sido restaurada mediante el trasplante de ejemplares de salado (*Salsola papillosa*) afectados por la obra y mantenidos en vivero temporal. Este trasplante también pretende propiciar el hábitat del camachuelo trompetero, ave que basa su dieta en estos arbustos. ■

Vista aérea del tratamiento de un vertedero situado en la LAV Murcia-Almería.



Transferencia de conocimiento

Punto de encuentro y foro de discusión entre los especialistas de cada una de las diferentes áreas de la ingeniería civil.

Instalaciones singulares

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

Imparcialidad

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

Formación y especialidad

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



El 30 de noviembre de 2022 se presentó en Madrid, en la sede nacional del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, el programa de Compra Pública de Innovación de la Dirección General de Carreteras



Compra Pública de **Innovación**

- **Texto: Charo Cornejo Arribas,**
Dirección General de Carreteras
y Antonio Muruais Rodríguez,
Subdirector General de
Sostenibilidad e Innovación

La Dirección General de Carreteras (DGC) es una de las entidades más antiguas de la Administración. Con diferentes denominaciones y adscripciones, durante más de dos siglos ha planificado, proyectado, construido y conservado buena parte de las infraestructuras viarias del país. El reparto competencial, que surgió en la Constitución de 1978 y que derivó en las transferencias a las comunidades autónomas, ha ido matizando el modelo hasta la situación actual. Durante todo este tiempo y con los cambios derivados en la organización del Estado y en la Administración que lo vertebra, la Dirección General de Carreteras siempre ha pretendido ser un ejemplo de innovación tecnológica en cuanto a normativa, procedimientos de planificación, proyectos y ejecución de obras, así como en el ámbito de la conservación y explotación.

Durante los últimos

sesenta años, por un conjunto de razones de toda índole, España ha experimentado un desarrollo social y económico sin precedentes, que ha hecho que alguno de los indicadores que

permiten su visualización crezcan de manera exponencial. Este crecimiento se ha visto favorecido en gran medida por el desarrollo de la red viaria. La segunda mitad del periodo recién mencionado ha permitido alcanzar logros casi inimaginables, tales como, en el

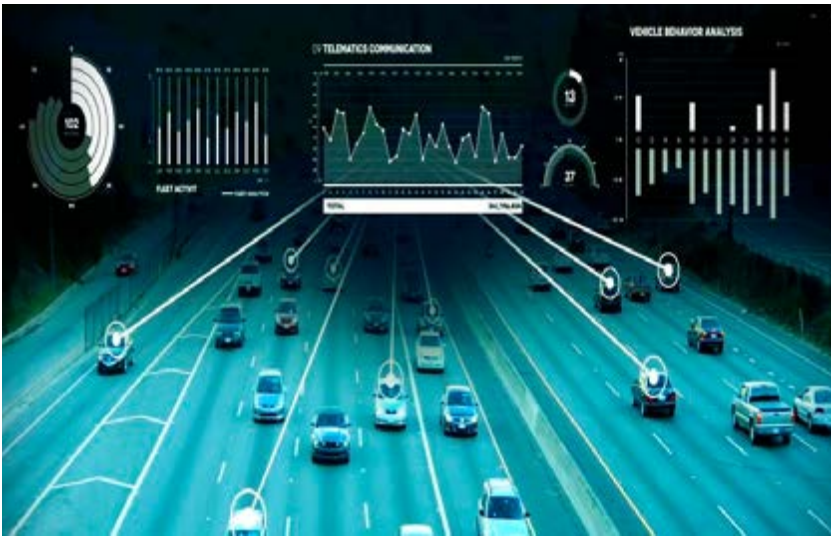
ámbito peninsular, tejer una red de carreteras que malla el territorio en todas las direcciones y permite comunicar con autopistas y autovías todas las capitales de provincia y las principales ciudades de nuestro país.

Unido a este desarrollo de la red, en lo que respecta al número de kilómetros y tipo de carretera, se ha ido produciendo una mejora de la seguridad vial, en cuanto a procedimientos para localizar tramos y actuaciones para tratar de disminuir la accidentalidad y la mortalidad, situándonos en puestos cimeros de seguridad a nivel continental.

Pero además de lo ya hecho por las generaciones que nos han precedido, la DGC ha de mirar al futuro. La Dirección lleva la innovación en sus genes, no solo en cuestiones técnicas aportando expertos a los foros nacionales e internacionales en los que se produce la innovación y se concibe o redacta la normativa, sino también en cuestiones ambientales, en la mejora de la gestión interna, en los análisis de rentabilidad de las actuaciones y en la transparencia.

Los diez primeros retos del Programa de CPI de la DGC





En los últimos años las tecnologías rupturistas han hecho que el mundo cambie a gran velocidad, haciendo que la innovación se convierta en algo esencial: innovar o desaparecer, aunque el éxito conlleve riesgo y pueda no ser inmediato. Hay momentos en que se generan cambios profundos en las organizaciones y, entendemos, que este es uno de ellos con la innovación como motor principal. Este cambio requiere necesariamente y desde el principio, el concurso de las em-

presas innovadoras del sector, que conocen en primera persona del singular lo que acaece dentro y fuera de nuestras fronteras. En unas áreas, las soluciones innovadoras tienen una rápida implantación, mientras que en otras se requiere de un proceso de maduración, estudio y desarrollo tecnológico, pero siempre, se plantea la necesidad de innovar para mejorar.

La DGC está abierta a todas las iniciativas y evalúa conjuntamente cuáles de ellas abren los caminos

más prometedores. Este renacer de la innovación tecnológica aplicada a la carretera se inició tímidamente con la licitación de un procedimiento de Compra Pública de Innovación para mitigar los efectos de la niebla en un tramo de la A-8, en la provincia de Lugo, que ha culminado con la selección de dos prototipos, siendo ahora necesaria una licitación pública para su implantación.

La voluntad de apuesta por la innovación se hizo patente por escrito y en forma de instrucción en abril de 2022, con la aprobación de la Orden Circular 1/2022 sobre las declaraciones de excepcionalidad normativa para impulsar la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica en carreteras. Con dicha instrucción, se ha pretendido generar una especie de *sand-box*, tramos en donde, con las debidas salvaguardas, se puede ir un paso más allá de la normativa y tratar de eliminar los obstáculos o frenos para facilitar, mediante una previa declaración de excepcionalidad normativa, la realización en la propia carretera o sus márgenes de pruebas controladas que sirvan para confirmar la bondad de la solución innovadora, mejorar su conocimiento o elaborar una normativa apropiada que la regule y en la que se incluya el resultado de las experiencias realizadas y lecciones aprendidas. Hasta la fecha, se han informado cuatro excepciones normativas relativas a firmes y está en estudio una quinta relativa a la señalización vertical. Esto indica que las demarcaciones de carreteras son otro de los grandes activos de la DGC a la hora de innovar, además, su implantación en el territorio y su cercanía a universidades y centros de investigación es otro de los pilares de este proceso de cambio.



Como se ha indicado al principio de estas líneas, el pasado 30 de noviembre, se dio el pistoletazo de salida a un nuevo proceso de Compra Pública de Innovación (CPI). Se trata de una consulta preliminar al

mercado en la que se plantean diez retos con otros aspectos sobre los que se quiere incidir para mejorar y, sobre los cuales, el sector tiene mucho que aportar y definir. El proceso ha contado desde su origen



Estado de la carretera

con el firme impulso del director general de Carreteras y del secretario general de Infraestructuras, para lo que se remite al lector al video de la mencionada jornada. Las ideas transmitidas son claras y tajantes: “es momento de innovar, no hay excusas”. No obstante, el hecho de afrontar esta nueva etapa de innovación en todos los ámbitos posibles no exime del cumplimiento estricto de las normas sobre contratación pública. Así, la vigente Ley de Contratos del Sector Público (LCSP), trasposición al ordenamiento jurídico español de la directiva equivalente, permite y potencia una serie de nuevas figuras jurídicas concebidas desde la perspectiva europea de la innovación, pero que, en buena medida y debido a las diferencias respecto de los modelos tradicionales, plantea dudas de interpretación. Por ello, antes del verano se decidió contar durante todo el proceso con el apoyo de una empresa especialista en CPI que tiene una perspectiva transversal que comprende ámbitos tan diferentes como el sanitario o el de la ciberseguridad.

El primer paso que se ha llevado a cabo ha sido la realización de una jornada de formación para todo el personal implicado en la tramitación. Para lograr despertar

El marco de la Consulta Preliminar de Mercado (CPM)



el interés y asegurar una participación importante del sector, el 18 de noviembre de 2022 se efectuó una presentación anticipada convocando a asociaciones, colegios profesionales y universidades con objeto de explicar los retos para que en esos ámbitos se pudieran transmitir, ya a priori, las líneas generales de la convocatoria.

La jornada de presentación, realizada en la el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, contó con las intervenciones iniciales de los titulares de la Secretaría General de Investigación (SGI) y de la DGC. Ambos plasmaron la voluntad del Ministerio y por ende de los órganos que representan, de innovar y transmitir esta innovación al tejido empresarial con objeto alcanzar una mayor eficiencia en la inversión pública y mejorar el servicio ofrecido al ciudadano. La jornada contó con más de doscientas personas en la versión presencial y de cuatrocientas en formato virtual, mediante transmisión en directo por diferentes canales.

Los retos objeto de la jornada se plantearon de forma bastante abierta en una decena de pro-

puestas que pueden agruparse en cuatro categorías:

- La primera es relativa a planificación e incluye dos retos con los que se pretenden conseguir soluciones innovadoras para mejorar la capacidad de la infraestructura sin la realización de obras y, estudiar las necesidades de la carretera para facilitar el tránsito del vehículo autónomo, cuestión muy debatida y con diferentes tendencias a nivel europeo y universal.
- El segundo grupo comprende otros dos retos y se dedica a la mejora de los procedimientos constructivos y al seguimiento de las obras.
- El tercero se refiere a la conservación y explotación de las carreteras, e incluye cuatro retos relativos a la inspección automatizada de elementos, la racionalización y modernización de la gestión de los túneles, el diagnóstico y pronóstico de la evolución del estado de los firmes y la eficiencia energética en la Red de Carreteras del Estado (RCE).
- El cuarto bloque sobre la seguridad vial se divide en dos retos

que pretenden la consecución de una gestión avanzada de dicha materia y el estudio y planteamiento de medidas de protección para usuarios vulnerables y para accidentes con fauna.

Para mayor concreción de los conceptos anteriores y como una referencia específica a la que acudir, la página web de Mitma alberga un espacio dedicado al programa, [Mitma.es/CarreterasInnova](https://mitma.es/CarreterasInnova). Asimismo, se ha creado un buzón para consultas: CarreterasInnova@mitma.es. El plazo para la presentación de propuestas finalizó el 30 de enero de 2023. En el espacio web mencionado se ha recogido la descripción de cada uno los retos, el formulario de presentación de propuestas, el video y las presentaciones de la jornada junto con un listado de las empresas inscritas en el evento para facilitar el contacto entre ellas y aprovechar sinergias. Se busca la máxima difusión y participación, porque se entiende que ello incrementará las posibilidades de éxito para encontrar soluciones innovadoras satisfactorias que resuelvan los retos planteados. De las propuestas recibidas, algunas

de ellas tendrán implantación inmediata como requisito de solvencia o valoración en los pliegos de contratación, otras requerirán la licitación de contratos para su implantación y otras (las que necesiten un desarrollo tecnológico) podrán a su vez demandar otras figuras contractuales de las recogidas en la LCSP.

Como resultado de esta convocatoria, se han recibido más de 500 propuestas de solución innovadora que provienen de más de 300 empresas. Este nivel de participación ha superado las expectativas iniciales y ha dado la oportunidad a la DGC de conocer tecnologías y soluciones innovadoras que permitirán impulsar la innovación dentro del desarrollo, la gestión y el diseño de la RCE.

Se prevé que entre el mes de marzo y abril se pueda concluir el

análisis y evaluación de las propuestas recibidas. También se irá convocando a las entidades cuyas propuestas requieran una ampliación de la información.

Durante los meses de febrero y marzo de 2023 se ha llevado a cabo una revisión exhaustiva de todas las propuestas recibidas. A lo largo del mes de abril y de mayo está prevista la celebración de entrevistas con algunos de los proponentes con objeto de ampliar información y aclarar dudas sobre sus propuestas. Finalmente, se estima que en el mes de junio se emitirán las conclusiones de la consulta preliminar al mercado para cada uno de los diez retos planteados. En estas conclusiones se informará sobre los eventuales procedimientos que serán necesarios desplegar para realizar los proyectos dentro de la LCSP. Para llevar a cabo la

comunicación de estas conclusiones, además de su publicación en la plataforma de contratación, está previsto que a lo largo de ese mismo mes de junio se realice un nuevo evento público de difusión al sector, evento al que se le dará la máxima difusión posible.

Son muchas las expectativas que se han despertado en este proceso, pues, aunque siempre ha existido un cierto diálogo entre la Administración con todo tipo de entidades, ahora se hace de forma sistemática, universal y transparente. La concurrencia tan amplia refleja una increíble acogida de numerosos sectores para participar en un proceso de mejora, que, con seguridad, beneficiará a todos los ciudadanos. Los resultados finales de las propuestas se irán comunicando una vez se hayan logrado los objetivos. ■

El *big data* y la inteligencia artificial revolucionan la forma de conocer la movilidad de las personas

An aerial view of a busy city street at dusk, with a network overlay of white nodes and lines connecting various points across the scene. The street is filled with pedestrians and cars, and the sky is a mix of purple and orange. The text is overlaid on the center of the image.

Mitma
analiza la
movilidad
con *big data*
e *inteligencia*
artificial



El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma) utiliza desde 2018 la tecnología *big data* aplicada a los registros anonimizados de telefonía móvil para analizar la movilidad de las personas. Conocer y caracterizar la demanda de forma precisa y actualizada resulta fundamental para mejorar nuestro sistema actual de transporte, adaptando la oferta de infraestructuras y servicios a la demanda existente y también a la demanda prevista según nos indican los modelos de transporte.

- **Texto:** Tania Gullón Muñoz-Repiso, Unidad de Análisis de Movilidad e Infraestructuras; Subdirección General de Planificación, Red Transeuropea y Logística. Miguel Picornell, Nommon.

Nuestra huella digital

La digitalización y el acceso cotidiano a nuevas tecnologías de movilidad está cambiando de manera radical la forma en la que viajamos. Hoy en día, nos parece extraño viajar en coche sin encender el **navegador de conducción con GPS** para consultar el camino más rápido a nuestro destino. Circulamos por carreteras desde las que multitud de **cámaras** nos observan y varias **espiras magnéticas** registran el paso de nuestras ruedas. Muchos de **nuestros coches** están registrando la meteorología o la rugosidad del pavimento por el que circulan y están generando y enviando datos a medida que sube el cuentakilómetros.

Cuando cogemos el metro, rara vez nos planteamos que la **tarjeta inteligente de transporte** que validamos a la entrada, y en algunas ocasiones también a la salida,

deja un registro digital de nuestro paso por el sistema de transporte público. Tampoco concebimos salir de casa sin llevar encima nuestro **teléfono móvil** y varias veces al día lo utilizamos para realizar llamadas, mandar mensajes, buscar en Internet o conectarnos a las redes sociales.

Dispositivos como los mencionados generan una **huella digital** que proyecta un reflejo muy fiel de nuestra actividad y movilidad cotidiana. Actualmente, gracias a las enormes posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías de **big data** e inteligencia artificial, siempre respetando el anonimato y la privacidad de los usuarios, se pueden llevar a cabo análisis más precisos y actualizados sobre la movilidad de la población, con una caracterización detallada de los patrones de actividad y movilidad, lo que nos ayuda a diseñar **mejores**

políticas públicas, más eficientes y sostenibles, para dar un mejor servicio a la ciudadanía.

Estudios de demanda: piedra angular de Mitma

Los estudios de demanda son una de las piedras angulares de Mitma para la monitorización, evaluación y diseño de mejoras en el Sistema Nacional de Transportes en favor de una movilidad sostenible. Disponer de información acerca de la movilidad de las personas ha sido siempre de vital importancia para la planificación, seguimiento y gestión de sus infraestructuras y servicios de transporte. Tradicionalmente, para conocer los hábitos de viaje de las personas a nivel nacional, Mitma realizaba las **encuestas** conocidas como "Movilia", las cuales suponían un importante esfuerzo económico, técnico y hu-



mano. La última encuesta realizada por Mitma se hizo en 2007.

En 2018 Mitma se embarcó en este viaje de **innovación de la mano del big data**, buscando nuevas formas de obtener información de la demanda de transporte a nivel nacional, con el objetivo de superar las limitaciones que las metodologías tradicionales planteaban.

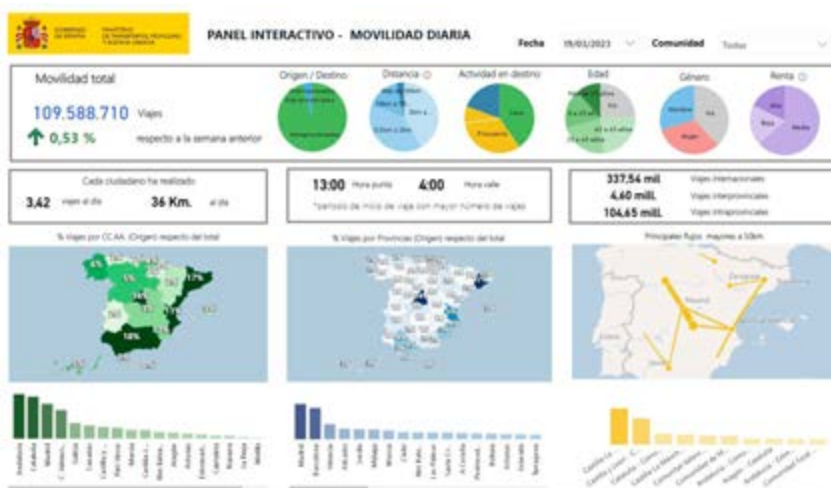
La llegada del big data

La fuente de datos seleccionada para llevar a cabo este primer estudio de movilidad con tecnologías **big data** fue la información procedente de **teléfonos móviles**, la tecnología que por aquel entonces (y también actualmente) ofrecía el mayor potencial para caracterizar la movilidad de la población a gran escala. El estudio tomó el nombre de **“Estudio piloto de movilidad interprovincial”** y en él se analizaron dos meses tipo, uno de invierno y otro de verano, generando matrices origen-destino de viajes y etapas a nivel provincial para aquellos viajes superiores a 50 km. La técnica utilizada permitía identificar los modos de transporte, diferenciando entre carretera, aéreo, ferroviario y marítimo.

Los resultados de aquel estudio alimentaron el primer **Modelo Nacional de Transportes** y sirvieron como primera toma de contacto con esta nueva tecnología que abría paso a un mundo desconocido para nosotros.

Herramienta contra la COVID-19

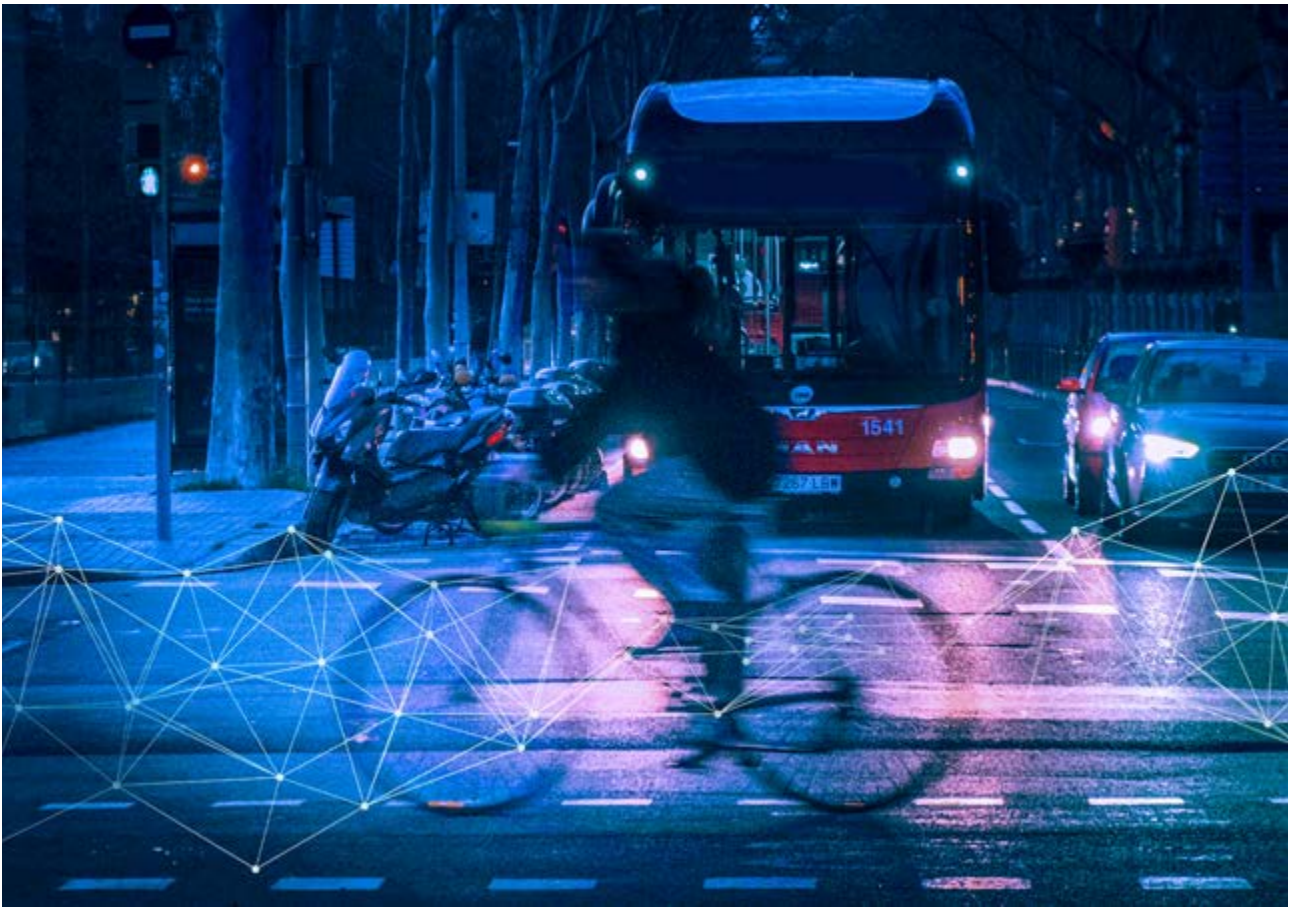
En 2020 llegó la pandemia. El virus COVID-19 sacudió los hogares de todo el mundo e hizo que las autoridades tuvieran que tomar medidas de restricción de la movilidad con



Disponer de información acerca de la movilidad de las personas ha sido siempre de vital importancia para la planificación, seguimiento y gestión de las infraestructuras y servicios de transporte.

el único objetivo de **luchar contra la pandemia** que amenazaba las vidas de los ciudadanos. En ese contexto mundial de emergencia sanitaria, en España se declaró el

Estado de Alarma el 14 de marzo de 2020. Pocos días después, el Gobierno encargó a Mitma **medir la movilidad diaria** en el territorio nacional de la forma más rápida y



precisa posible, así que, basándose en la experiencia previa adquirida en 2018, se puso en marcha un nuevo estudio con tecnología *big data* a partir de los registros de telefonía móvil: *Estudio de movilidad con big data durante la pandemia*.

La maquinaria se puso en marcha enseguida. Se creó un **grupo de trabajo** formado por seis expertos en tecnologías geoespaciales, movilidad e informática de Mitma y por varios expertos en *big data* e inteligencia artificial de la empresa tecnológica Nommon, encargada del estudio de 2018 y seleccionada para contribuir a este nuevo reto. Al igual que en 2018, se emplearon datos procedentes del operador Orange España y se aplicaron técnicas de elevación muestral para estimar la movilidad del total poblacional.

El objetivo principal fue la actualización de información de movilidad a nivel nacional de forma diaria (con un decalaje de tres días para

la recogida del dato y el cálculo de los indicadores), algo nunca acontecido y que suponía un **gran reto** y un importante **avance tecnológico**.

Se trabajó de forma intensa y se **tomaron decisiones** conjuntas con el objetivo de que se pudieran publicar los datos en abierto, **proporcionando herramientas de visualización** que permitieran facilitar la explotación e interpretación de los resultados. Se facilitó información de movilidad por **hora del día y a nivel de comunidad autónoma, provincia y municipio**, llegando en algunos casos a niveles de distritos censales, siempre cumpliendo la legislación en materia de protección de datos personales.

Los resultados del estudio fueron utilizados como soporte a la toma de decisiones por parte de las autoridades y para evaluar las difíciles medidas de restricción de la movilidad que se iban adoptando. Este estudio de movilidad fue

de vital importancia para alimentar los modelos epidemiológicos y los diferentes estudios e investigaciones que organizaciones como el Instituto Carlos III o el Barcelona Supercomputing Center llevaron y siguen llevando a cabo, con objeto de luchar contra la COVID-19. Afortunadamente, el virus fue perdiendo terreno, el Estado de Alarma finalizó el 9 de mayo de 2021 y con él el segundo estudio de movilidad.

Un nuevo estudio mucho más preciso que los anteriores

A partir de 2020 Mitma no se planteó dejar de medir la movilidad haciendo uso de la tecnología *big data*; esta nueva forma de analizar viajes había venido para quedarse. Así pues, tras este forzoso pero valioso período de aprendizaje, en mayo de 2022 Mitma comenzó un nuevo estudio, *Estudio de movilidad de viajeros de ámbito nacional*

En los nuevos estudios, no solo se ha ampliado el alcance, sino que también se ha evolucionado la tecnología empleada.

aplicando la tecnología big data, mucho más preciso y completo que los anteriores, con el objetivo inicial de dar continuidad a esta tipología de estudio hasta 2025.

El proyecto actual presenta un estudio enmarcado en tres grandes ámbitos: estudios básicos, estudios completos y estudio de rutas por carretera. Los estudios básicos pretenden dar continuidad a la monitorización continua de la movilidad llevada a cabo durante la COVID-19, proporcionando información similar pero con mayor resolución espacial y con nuevos indicadores, como información sociodemográfica de los viajeros o viajes fuera del territorio nacional. Los estudios completos y el estudio de rutas tienen como objetivo dar continuidad a los estudios realizados en 2018. El objetivo principal de estos dos estudios es analizar la movilidad (viajes, etapas y tours) por modo de transporte y proporcionando información de ruta. Al igual que los estudios básicos, estos estudios presentan mejoras con respecto a su proyecto antecesor, ampliando, entre otros aspectos, su resolución espacial y su alcance temporal. Los productos generados dentro del proyecto serían los siguientes:

- Estudios básicos
 - Matrices de viajes básicas (sin modo de transporte)
 - Matrices de viajes por persona
 - Matrices de pernoctaciones
- Estudios completos
 - Matrices de viajes completas (con modo de transporte)

- Matrices de etapas
- Matrices de tours
- Matrices del área de influencia de terminales de transporte
- Matrices de la movilidad transfronteriza
- Matrices de frecuencia de viaje
- Rutas de carretera
 - Matriz de rutas por carretera

Para más información del alcance del proyecto actual, puede consultarse la siguiente página web:

<https://www.mitma.gob.es/ministerio/proyectos-singulares/estudio-de-movilidad-con-big-data>

En estos nuevos estudios no solo se ha ampliado el alcance, sino que también se ha evolucionado en relación con la tecnología empleada. En proyectos anteriores se empleaban principalmente Call Detail Records (CDRs) para caracterizar la movilidad. Estos datos recogen información activa del dispositivo móvil (llamadas, SMS, sesiones de datos, etc.), proporcionando información sobre el instante preciso de interacción con la red y la ubicación del dispositivo a nivel de antena de telefonía móvil. En el proyecto actual se están empleando, además, datos procedentes de sondas de red (eventos pasivos), que generan un registro cada vez que el dispositivo móvil se conecta a una nueva antena, siendo el volumen de datos empleado en este

proyecto cuatro veces superior al empleado en el proyecto anterior, alcanzando los 6000 millones de registros al día. La mejora del dato permite aumentar la cantidad de muestra útil (aquella muestra con un número de registros suficiente para su análisis) y caracterizar mejor la cadena de actividades y viajes de la población.

Profundizando en el estudio de la movilidad

El análisis de la movilidad que se está haciendo desde mayo de 2022, por un lado, tiene mayor alcance que el estudio realizado durante la pandemia de la COVID-19 y, por otro lado, es mucho más completo. Respecto al alcance, durante la pandemia solo se estudiaron los viajes realizados por los residentes en España en territorio nacional, ahora, en cambio, se analizan los viajes tanto de residentes nacionales como de extranjeros y no solo se tienen en cuenta viajes dentro de España, sino también cualquier viaje internacional con origen o destino en España.

Además, resulta más completo porque incluye productos nuevos, como por ejemplo, el estudio de las rutas por carretera o el estudio de movilidad obligada o recurrente.

¿Cómo se procesan los registros de telefonía móvil?

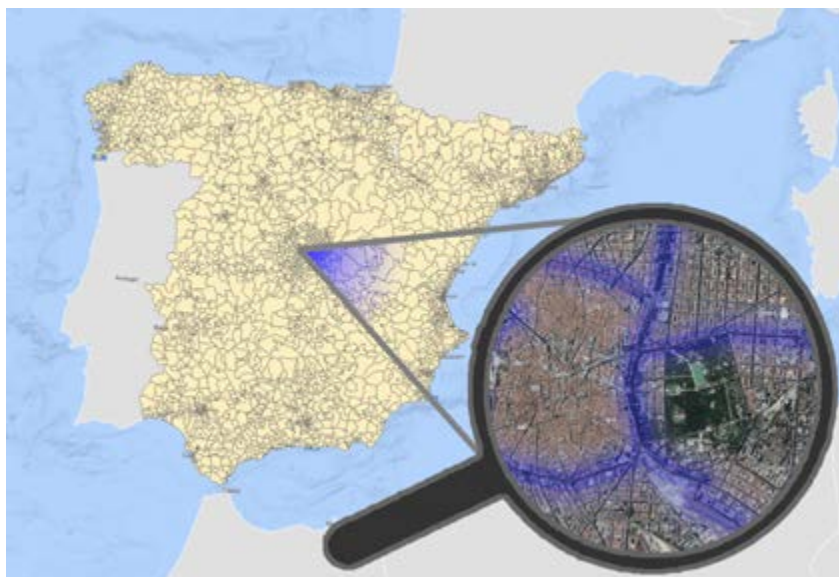
El objetivo principal del proceso de análisis de datos de telefonía móvil consiste en la generación de los denominados diarios de actividades y viajes de la población que, como su nombre indica, reflejan las distintas actividades y viajes realizados por la población a lo largo del día. Para detectar las actividades se emplean técnicas de clusterización espacio-temporal que permiten detectar la estancia de un dispositivo

anónimo en un lugar determinado durante un cierto tiempo. A partir de la **detección de estancias**, se emplean distintos algoritmos basados en la duración de la estancia, ubicación, frecuencia de aparición, relación con estancias anteriores y posteriores, etc., para caracterizar si la estancia hace referencia a una actividad o a una parada intermedia asociada a un viaje más largo (por ejemplo, una parada en un aeropuerto antes de embarcarse en un avión). A partir de esta clasificación, es posible identificar posteriormente los viajes como **desplazamientos entre actividades**.

La información contenida en el diario de actividades y viajes se complementa a través de distintos procesos de análisis de los datos, entre los que destacan: la **caracterización socio-demográfica** de los usuarios empleando como fuente de datos principal los datos de cartera de cliente del operador; la determinación del **modo de transporte** a partir de técnicas de **map-matching**; y la caracterización de las actividades y los viajes a través del **análisis longitudinal** de los datos (por ejemplo, para la detección del lugar de residencia o para la detección de viajes realizados por conductores profesionales).

Asegurando y midiendo la calidad

A pesar de tener una fuente de datos más precisa y de utilizar una metodología suficientemente depurada y testeada, es necesario, como en cualquier proceso de análisis, evaluar sistemáticamente la calidad de los resultados para depurar la metodología y **detectar de forma temprana posibles anomalías** en los datos de origen de los registros de telefonía. Además, este proceso es especialmente relevante porque ofrece un servicio



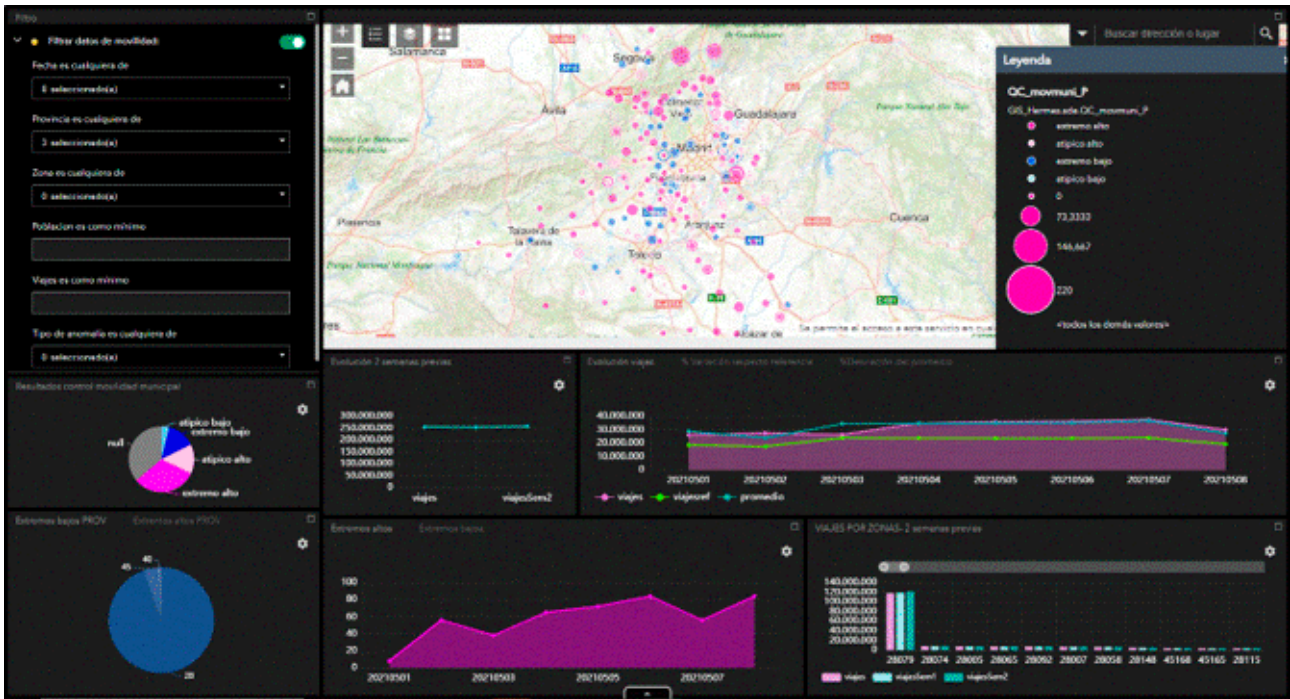
La tarea de validación de los resultados ha ido avanzando con cada proyecto, añadiendo nuevos controles, ajustando parámetros y desarrollando un ojo cada vez más crítico para identificar la procedencia de las posibles anomalías en los datos.

público y produce unos datos que son la base de numerosos estudios y modelos, por lo que se debe garantizar la calidad requerida y conocer el grado de exactitud de los datos realizando las medidas comparativas oportunas.

En 2018, cuando se empezó a realizar este tipo de análisis *big data*, no se sospechaban los exhaustivos controles de calidad que se llegarían a desarrollar años después gracias al conocimiento adquirido cada día. En esta tarea de validación de los resultados se ha ido avanzando con el proyecto, aprendiendo con cada tropiezo, añadiendo nuevos controles y

ajustando parámetros. Se ha desarrollado un ojo cada vez más crítico para identificar la procedencia de las anomalías detectadas, a veces justificadamente, por algún festivo local o eventos que movilizan a la población, y a veces por retrasos en los datos fuente o diferentes casuísticas que no hubieran sido contempladas de antemano en la metodología.

En el primer estudio, así como en la primera fase del estudio que se realizó durante la pandemia, debido a la premura y urgencia en la obtención y publicación de resultados, se revisó **visualmente mediante gráficos** todas las matrices a diferentes



El estudio que realiza actualmente Mitma permite diferenciar el modo de transporte empleado en los desplazamientos, así como la actividad en destino o la residencia del viajero.

niveles de agregación, lo cual era una tarea tediosa que requería algunas horas cada día. Poco a poco se fueron introduciendo controles en los datos crudos que proporcionaba la operadora de telefonía (a veces no llegaban a tiempo y/o se proporcionaban incompletos) y en los volúmenes totales de viajes, pero cuando todo parecía ir bien, y la metodología estaba suficientemente probada, aparecían eventos que precisaban revisar los datos y seguir mejorando los controles. Por ejemplo, un día, al inicio de la fase de desescalada, se descubrió que el número de viajes entre islas superaba con creces los datos facilitados por las navieras en ese

momento. En este caso se aprendió que no todos los desplazamientos entre antenas (compatibles espacio-temporalmente con viajes plausibles) pueden ser interpretados como viajes reales y que es necesario introducir **constricciones adicionales** (por ejemplo, criterios basados en la repetición de los viajes en el día) y/o un contraste con datos de oferta o demanda, procedente de los operadores de servicios de transporte, que permita calibrar los modelos para diferenciar entre un viaje a la isla vecina y una conexión de un teléfono móvil a la isla vecina sin desplazamiento del dispositivo. Este es solo un ejemplo de los varios retos

que se han ido encontrando en el camino, mientras se implementaban los controles de calidad diarios que nos han permitido aprender, mejorar todo el proceso y depurar los algoritmos.

Controles automáticos con ETL y visualizadores GIS

En verano de 2020, mientras se generaban las matrices origen-destino diarias y varias personas se dedicaban diariamente a la revisión, se comenzó a desarrollar un control automático mediante herramientas ETL (Extract Transform and Download). Los resultados de este control automático se redirigen dinámicamente a un **visualizador GIS web** que permite descubrir patrones anómalos agrupados espacialmente, que, de otra forma, sin esta **visión integral geoespacial**, serían imposibles apreciar.

Estos controles automáticos se basan en la comparación de los viajes de cada día respecto a los viajes del mismo día en las **semanas previas** y respecto a los viajes de una **semana de referencia** elegida a conciencia, además de comprobar aspectos más obvios

02/03/2023 23/03/2023

Provincia origen

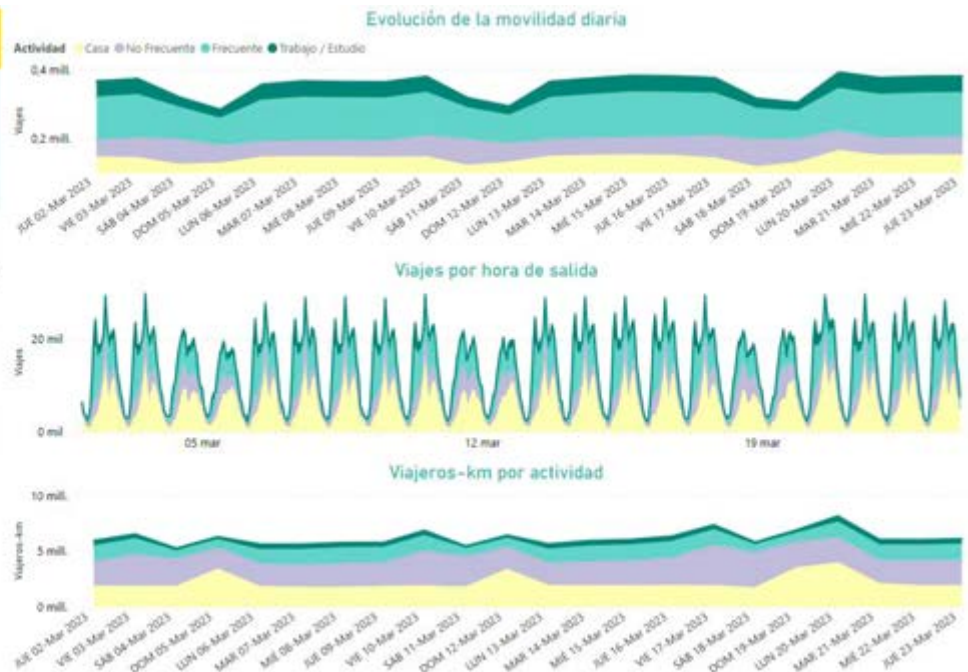
Cuenca

Provincia destino

Todas

Actividad

- Casa
- No Frecuente
- Frecuente
- Trabajo / Estudio



como el volumen diario de viajes a nivel nacional, provincial y local. La idea es transformar, en fórmulas matemáticas basadas en operadores estadísticos, el criterio que impondría un experto en movilidad al revisar los datos diarios para discernir entre lo que pudiera ser un valor normal y lo que, presumiblemente, pudieran ser valores atípicos, extremos o excepcionales.

El objetivo es que salten las alarmas si se detecta un número de viajes anómalo en algún par origen-destino o en alguna zona. No obstante, que salten las alarmas no significa que sea un error en la fuente de datos o en la metodología, sino que se deben revisar las causas que han producido esa anomalía para discriminar los errores de lo que no lo son (por ejemplo, podría darse el caso de estar ante fechas festivas, partidos de fútbol, conciertos, ferias o congresos importantes). Diariamente se van detectando dichas anomalías y se van justificando, o corrigiendo la incidencia si es el caso, para garantizar la calidad de los resultados obtenidos.

La movilidad de estos últimos años es cada vez menos predecible. Nada tiene que ver de un mes al siguiente si ocurre algún evento relevante para los hábitos de movilidad de las personas.

Ajustando los parámetros del control de calidad

¿Es normal que un martes, en una zona determinada, haya un 16 % más de viajes que el martes anterior? Establecer los umbrales y el ajuste de los parámetros del control de calidad no es una tarea sencilla y ha requerido de muchos meses de entrenamiento y aprendizaje. Se trata de un ajuste variable, ya que los parámetros que eran lógicos, por ejemplo, en época de pandemia, no resultan válidos a día de hoy. La movilidad de estos últimos años es cada vez **menos predecible** y poco o nada tiene que

ver un mes al siguiente si ocurre algún evento relevante para los hábitos de movilidad de las personas. Este aprendizaje nos ha hecho ser conscientes, por una parte, de que hay que seguir **ajustando estos parámetros** de control de calidad en base a las circunstancias de cada momento y, por otra, de la gran relevancia que tiene el uso de estas tecnologías que nos permiten seguir el ritmo a estos cambios acelerados de los patrones de movilidad. Finalmente, el poder ejecutar estos controles automáticos de forma diaria y liberarnos, en gran parte, de las revisiones visuales ha supuesto un **ahorro considerable en el tiem-**

po de revisión y una objetividad que, sin duda, hace que se pueda garantizar una calidad homogénea en los resultados.

Utilidad para el Ministerio

Mitma utiliza y utilizará la información de movilidad generada para alcanzar multitud de objetivos. El primer objetivo es, sin duda, el propio conocimiento de la demanda que tiene en cada momento el **Sistema Nacional de Transportes (SNT)**. Cuantificar la movilidad y detectar patrones, asimetrías estacionales, cuota modal, diferencias entre territorios, etc. es la base sobre la que trabajar para mejorar este SNT hacia una movilidad más sostenible y equitativa en todo el territorio nacional.

Otro objetivo fundamental, derivado del anterior, es el análisis del impacto sobre el SNT que tendrían las diferentes alternativas de mejoras que se están planteando sobre las infraestructuras y los servicios de transporte, mediante la **simulación de diferentes escenarios futuros** y la predicción de la demanda y del comportamiento del SNT en su conjunto. Esto es posible gracias a la inclusión de estas matrices origen-destino obtenidas con tecnologías *big data* en el **Modelo Nacional de Transporte**, una herramienta fundamental para el apoyo a la toma de decisiones en el ámbito de la planificación.

Aparte de estas dos utilidades, Mitma aprovecha todo el potencial de estos datos de movilidad para, entre otras cosas, la detección temprana de necesidades de ampliación de la capacidad de las carreteras del Estado, la gestión del tráfico en determinados tramos de la red, la priorización de las actuaciones, la conservación de la red de carreteras y la red de vértices

geodésicos, o la identificación del déficit de servicios de movilidad.

Utilidad para la sociedad

Conocer y caracterizar la movilidad con este grado de detalle es de gran utilidad tanto para Mitma como para el resto de administraciones públicas, así como para empresas, instituciones, universidades y otros usuarios, que ya están empleando los datos de movilidad (descargables de forma gratuita desde la web de Mitma) en multitud de proyectos.

Además, el uso de estas tecnologías facilita el diseño de iniciativas públicas basadas en datos, lo que se traduce en servicios adaptados a las necesidades reales de los ciudadanos, con medidas más eficientes respecto al uso de recursos públicos y más sostenibles, ya que permiten analizar mejor las distintas realidades sociales y los cambios que éstas sufren.

Qué nos depara el futuro

El futuro, desde luego, irá de la mano de la fusión de diversas fuentes de datos para mejorar la caracterización de la movilidad. Es probable que en los próximos años aparezcan nuevas fuentes de datos que puedan sustituir y/o complementar a las fuentes de datos con las que se trabaja actualmente, por lo que es importante estar siempre pendiente de las nuevas tendencias. Por ejemplo, los datos procedentes de **apps móviles** podrían ser una alterna-

tiva en el futuro si se mejora su tamaño muestral o su granularidad temporal. Por otro lado, los datos de **coches conectados y autónomos** pueden ser una fuente de datos muy relevante para analizar la movilidad por carretera. La aparición de nuevas fuentes de datos también supone un reto desde el punto de vista metodológico, que hará necesario repensar la aproximación empleada para obtener información de movilidad.

Muchas personas podrían plantearse si dejarán de ser necesarias fuentes clásicas, como **las encuestas** o los datos de demanda de viajeros obtenidos a partir de los datos de **billetaje**. Es posible que, durante los próximos años, se sigan utilizando e incluso continúen siendo una fuente complementaria y necesaria para el ajuste y calibración de los modelos de demanda empleados en los estudios *big data*. Seguramente se mejore la forma en la que esta información es recogida para aprovechar las sinergias con las nuevas fuentes de datos procedentes del *big data*, permitiendo hacer un uso más eficiente de los recursos (por ejemplo, realizando encuestas más reducidas para recoger la información que no puede extraerse de manera sencilla a través de otras fuentes de datos). También se espera que la compartición de datos de movilidad permita evolucionar los modelos existentes y que se puedan seguir mejorando los análisis, integrando las mejoras que las nuevas tecnologías nos depararán en el futuro. ■

El uso de estas tecnologías nos permite seguir el ritmo a los cambios acelerados de los patrones de movilidad.

Portal de la Pau. Barcelona.





El patrimonio histórico y cultural de los puertos españoles

Es conocida la relevancia especial de los puertos españoles como nodos logísticos generadores de actividad económica y empleo y su consecuente repercusión en la economía nacional. Ese impacto es, lógicamente, más notorio en el área de influencia directa del puerto por cuanto supone dicha actividad como motor de desarrollo y crecimiento, con todo lo que ello implica.

En el ámbito local, además, se ha venido trabajando en los últimos años para revitalizar las relaciones puerto-ciudad que, conscientes los agentes implicados de su importancia creciente, se pretenden impulsar aún más, al haberse incluido como línea estratégica del recientemente aprobado Marco Estratégico de los puertos españoles, un compromiso para implicar a los puertos en el desarrollo de sus ciudades, estableciendo para ello criterios de excelencia sobre la estética, la funcionalidad y la viabilidad.

- Texto: Armando López Rodríguez,
jefe del área de Asesoría
Técnica y Patrimonio Cultural.
Puertos del Estado



La importancia de

la actividad portuaria para la ciudadanía, incuestionable en los tiempos actuales, lo ha sido igualmente a lo largo de los siglos. Los puertos constituyen y han

constituido una vía fundamental para la entrada y salida de mercancías, naturalmente; pero también para la de personas e ideas que, aparte de una neta influencia social o cultural en la población local, en ocasiones dejaban muestras de esa influencia en forma de monumentos o edificios emblemáticos cuyos estilos a veces recogían rasgos estéticos provenientes de otros lares. Pueden servir de

ejemplos ilustrativos de lo que a día de hoy puede encontrarse en el dominio público portuario, aunque hay muchos otros que podrían citarse: el imponente Portal de la Pau, de 1908, actual sede de la Autoridad Portuaria de Barcelona; el Edificio del Reloj de Valencia, erigido en 1916, o el Palacete del Embarcadero en Santander, de 1931; destinados estos últimos hoy en día a usos culturales. Como curiosidad, cabe citar también en este

apartado un plan de recuperación de la que en su tiempo se conoció como la Escalera Real, una escalinata construida en 1895 en el muelle del Grao del puerto de Valencia, que en su día quedó oculta por unas obras de adecuación de las infraestructuras, y que por su especial simbolismo se desea recuperarla para instalarla en otro emplazamiento que no interfiera con el uso portuario actual.

Imagen histórica de la Escalera Real (a la izquierda). Valencia.





Muelle de Tharsis. Huelva.



Muelle de Tharsis. Huelva.

Existen además numerosos vestigios relacionados con una función ejercida en su momento en el propio puerto o en sus proximidades, y que en la mayoría de los casos están relacionados con un modo de ejercer una actividad abandonada ya en la actualidad. En este apartado pueden mencionarse los cargaderos de mineral, algunos de ellos objeto preferente de restauración en los últimos años, o antiguos modelos de grúas ya en desuso. Hay cargaderos restaurados ya, o con

planes para ello, en

Almería, Bilbao y Melilla, y asimismo está en proceso de recuperación el muelle de carga de la antigua Compañía Española de Minas de Tharsis, en Huelva. Todos ellos constituyen magníficas muestras de ingeniería industrial de la segunda mitad del siglo XIX y comienzos del XX, y algunos de ellos, como este comentado de Huelva, el de Melilla o el de Almería, conocido popularmente como el Cable Inglés, están catalogados como Bienes de Interés

Cultural del patrimonio histórico español.

De igual manera, hay proyectos para rehabilitar antiguos tinglados, edificios industriales o talleres, algunos de ellos de finales del siglo XIX, y que por su valor histórico y estético merecen preservarse y ser destinados a un uso compatible con su conservación. También se pueden observar en algunos recintos portuarios muestras de grúas o



Palacete del Embarcadero. Santander.



Cargadero de mineral. Melilla.



Cargadero de mineral
El Alquife o Cable inglés.
Almería.

utillaje específico para la manipulación de las mercancías.

Merece la pena destacar también la pervivencia de restos de una pasada función defensiva en las zonas portuarias o en sus proximidades, como pueden ser los fuertes o baluartes, así como las construcciones con una finalidad específica de vigilancia o protección del litoral, como sería el caso de las muchas atalayas

o torres que salpican nuestra geografía costera, y que en ocasiones compete a la Autoridad Portuaria correspondiente las labores para su rehabilitación y conservación en condiciones adecuadas. En este aspecto, cabe señalar el Fuerte de la Isla Verde de Algeciras (Bien de Interés Cultural), rehabilitado en fechas





recientes y cuya construcción original data de comienzos de siglo XVIII, destinado originalmente a una función militar abandonada hace ya más de un siglo. De igual manera destaca la Torre de vigilancia de Virgili, en Vila-Seca (Tarragona), erigida muy probablemente en el siglo XVI, aunque hay autores que proponen una antigüedad mayor, ante la necesidad de protección frente a las incursiones piratas provenientes en su mayoría del norte de África. Por supuesto, cabría incluir aquí también todo lo relativo a la labor de preservación de los faros, pero solo por el simbolismo y la carga histórica que atesoran algunos de los más emblemáti-

Grúa 6T1. Santa Cruz de Tenerife



Naves de Gamazo. Santander.



pretación en A Coruña para la puesta en valor de un poblado celta, conocido como el Castro de Cociñadoiro.

En suma, existe un amplio y variado conjunto de bienes histórico-culturales que, por su singularidad y por componer una excelente muestra de un rico pasado en los puertos españoles, debe ser preservado y puesto en valor. En este sentido,

las Autoridades Portuarias del sistema portuario de titularidad estatal están llevando a cabo una importante labor de recuperación y rehabilitación de ese patrimonio

que igualmente merece la pena señalar.

A este respecto es justo destacar también la importancia de las subvenciones destinadas a tal fin y, en especial, el hasta hace poco conocido como

Fondo 1,5% Cultural que gestiona el Ministerio de Cultura, y que desde este año ha pasado a denominarse Fondo 2% Cultural, precisamente por el incremento porcentual de las cuantías con las que debe nutrirse dicho fondo financiero. Algunas de las actuaciones recientes en algunos puertos españoles han sido cofinanciadas con cargo a este fondo y constituyen una muestra valiosa de la colaboración interinstitucional que hacen posible la puesta en marcha de estas actuaciones tan apreciadas por los ciudadanos. ■

Torre de Virgili. Tarragona.



cos se hacen merecedores de un artículo exento.

Es menos frecuente, pero todavía pueden encontrarse en las proximidades de algunos puertos, restos arqueológicos que, en su caso, también compete a la Autoridad Portuaria correspondiente recuperarlos y hacer lo posible para

mostrarlos a la ciudadanía. Así, por ejemplo, hay planes para la excavación y mantenimiento de un poblado íbero y de una villa romana en el yacimiento de Cal-lípolis, en Tarragona, y existe un proyecto de construcción de un centro de inter-

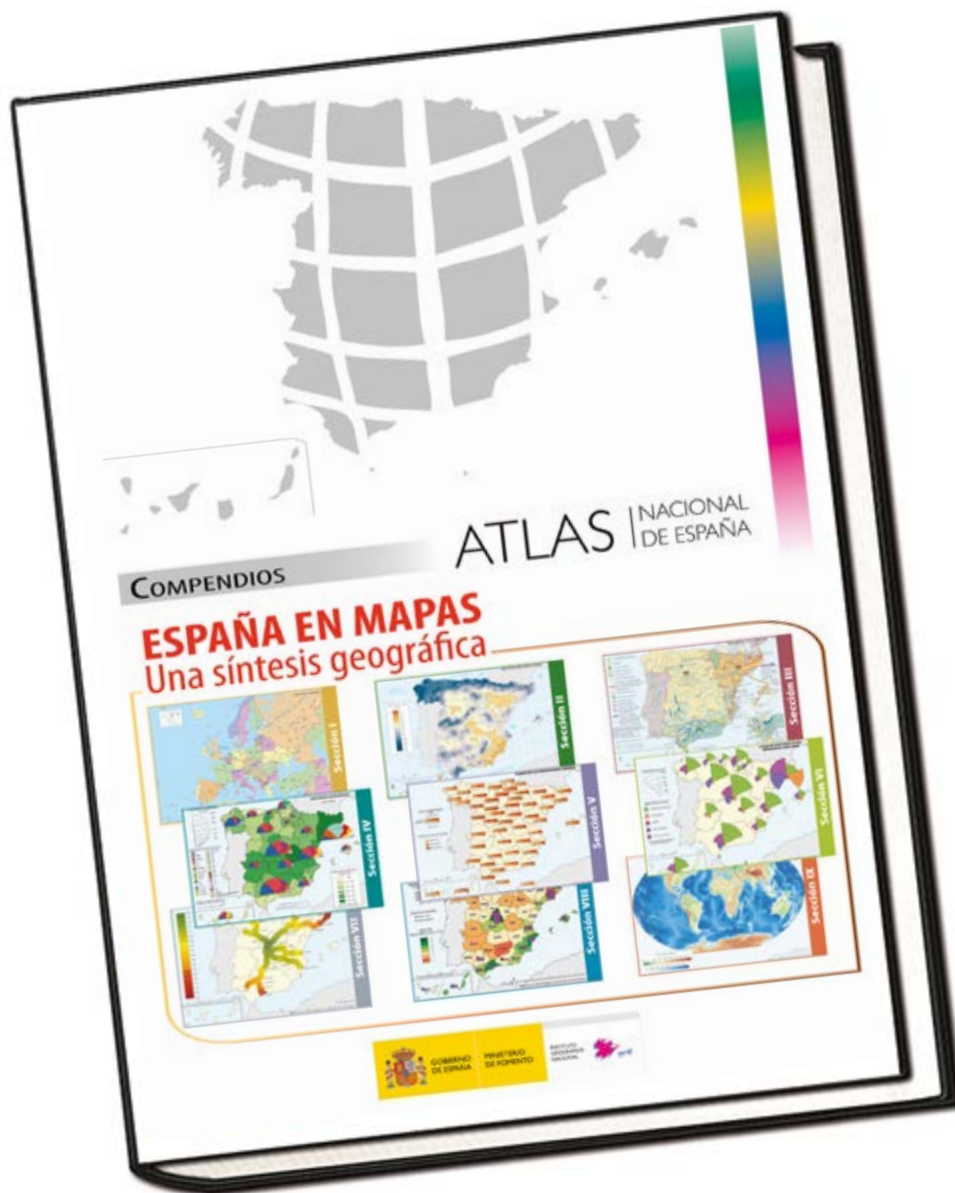
RUMBO COMPARTIDO

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



Puertos del Estado





Portada del compendio *España en mapas. Una síntesis geográfica.*

Una herramienta para conocer la realidad

- **Texto:** Pilar Sánchez-Ortiz, jefa de servicio Redacción Cartográfica del Atlas Nacional de España

Un **Atlas Nacional** es un atlas geográfico fundamental y complejo que contiene una recapitulación y una generalización de los conocimientos científicos contemporáneos en el campo de la geografía física, económica, cultural y política del país considerado.

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) viene elaborando desde su fundación el Atlas Nacional de España (ANE) o publicaciones equivalentes. Así, en los años 1888 y 1912 publicó las primeras Reseñas Geográficas y Estadísticas de España. En 1955 proyectó el primer **Atlas Nacional de España** moderno, que se publicó a partir de 1965, e incluía 28 láminas geográficas del mapa de España a escala 1:500 000, un Índice toponímico del mismo, una reseña geográfica y 24 láminas de mapas temáticos. En 1986 se le encomendó la elaboración del **nuevo Atlas Nacional de España**, que fue dividido en 48 grupos temáticos y editado en fascículos individuales o agrupados en seis tomos de gran formato.

En 2008 se inició el **Atlas Nacional de España del siglo XXI (ANEXXI)**, constituido por una colección de publicaciones agrupadas en diferentes series (general, monografías, compendios, láminas y murales, etc.) y cuyo principal objetivo era, además de mantener el formato en papel, publicar todos sus contenidos en internet de forma que fueran accesibles y gratuitos para todo el mundo.

Para la elaboración de la nueva estructura temática del ANEXXI y la definición científica de sus contenidos más significativos se creó la Red ANEXXI, constituida inicialmente por 34 universidades, además del Instituto de Economía, Geografía y Demografía del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, la Real Academia de la Historia, la Biblioteca Nacional de España y la Asociación Española de Geografía. Así, se definieron nueve

secciones generales divididas en un total de 24 temas.

El primer producto de esta etapa fue el compendio **España en mapas. Una síntesis geográfica**, cuya primera edición en papel fue publicada en 2018 en un tomo de 620 páginas. En él se incluían más de 1200 recursos, de los cuales 827 eran mapas. El siguiente objetivo fue la publicación de estos contenidos en internet para lo cual se creó el Geoportal del ANE.

El **Atlas Nacional de España del siglo XXI (ANEXXI)**, obra científ-

fico técnica de referencia para el conocimiento e investigación de la realidad geográfica de España, actualmente realizado por el Área de Cartografía Temática y Atlas Nacional del Instituto Geográfico Nacional (IGN), está incluido en el **Plan Estadístico Nacional**, en el **Plan Cartográfico Nacional** y aplica en los indicadores cartográficos representados la variable género con el fin de incluir las políticas de igualdad establecidas en el **Plan Estratégico de Igualdad de Mujeres y Hombres**. El objetivo es ser

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---------------------|---------------------------------------------------------|
| SECCIÓN I | CONOCIMIENTO GEOGRÁFICO Y CARTOGRAFÍA |
| Capítulo 1 | Representación cartográfica del conocimiento geográfico |
| Capítulo 2 | Cartografía general de referencia y toponimia |
| SECCIÓN II | MEDIO NATURAL |
| Capítulo 3 | Estructura terrestre y formas de relieve |
| Capítulo 4 | Clima y agua |
| Capítulo 5 | Biogeografía y suelos |
| SECCIÓN III | HISTORIA |
| Capítulo 6 | Referencias históricas |
| SECCIÓN IV | POBLACIÓN, POBLAMIENTO Y SOCIEDAD |
| Capítulo 7 | Demografía |
| Capítulo 8 | Asentamientos humanos |
| Capítulo 9 | Sociedad |
| SECCIÓN V | ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y ECONÓMICAS |
| Capítulo 10 | Actividades agrarias y pesqueras |
| Capítulo 11 | Minería, energía, industria y construcción |
| Capítulo 12 | Turismo |
| Capítulo 13 | Comercio y servicios |
| SECCIÓN VI | SERVICIOS Y EQUIPAMIENTOS SOCIALES |
| Capítulo 14 | Educación, ciencia, cultura y deporte |
| Capítulo 15 | Sanidad, protección y políticas sociales |
| Capítulo 16 | Seguridad y justicia |
| SECCIÓN VII | SISTEMAS DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES |
| Capítulo 17 | Transportes |
| Capítulo 18 | Comunicaciones |
| SECCIÓN VIII | ESTRUCTURA TERRITORIAL |
| Capítulo 19 | Estructura económica |
| Capítulo 20 | Paisaje |
| Capítulo 21 | Medio ambiente |
| Capítulo 22 | Articulación territorial |
| SECCIÓN IX | ESPAÑA EN EL MUNDO |
| Capítulo 23 | España en el contexto geográfico mundial |
| Capítulo 24 | Presencia de España en el mundo |

Índice del compendio *España en mapas. Una síntesis geográfica*.



Página principal del Geoportal del Atlas Nacional de España.

un documento útil a la sociedad y al público general, para lo cual presenta sus últimas publicaciones en formato digital mediante el Geoportal del Atlas Nacional de España (ANE) en dos idiomas (atlasnacional.ign.es y nationalatlas.ign.es) además de en su formato tradicional en papel.

El Geoportal del ANE

El Geoportal del ANE (<http://atlasnacional.ign.es>) es una página web que muestra todos los contenidos elaborados en el ANE a través de cualquier navegador. Además de poder consultar el compendio *España en mapas. Una síntesis geográfica* y la monografía *La pandemia COVID-19 en España*, desde el Geoportal se puede acceder a los visualizadores *Atlas Nacional de España Interactivo* y *Buscón del Atlas Nacional de España*, y a los apartados “Mapas destacados”, “Ediciones anteriores del ANE y antecedentes” y “Recursos no vinculados a una publicación”.

El Geoportal y sus contenidos están destinados a cualquier persona interesada en el conocimiento de la geografía e historia de España. El contenido de la obra

está focalizado en un conjunto de mapas con textos que constituyen un hilo narrativo que guían al lector y le ofrecen las claves para entender la realidad descrita junto con otros recursos gráficos complementarios.

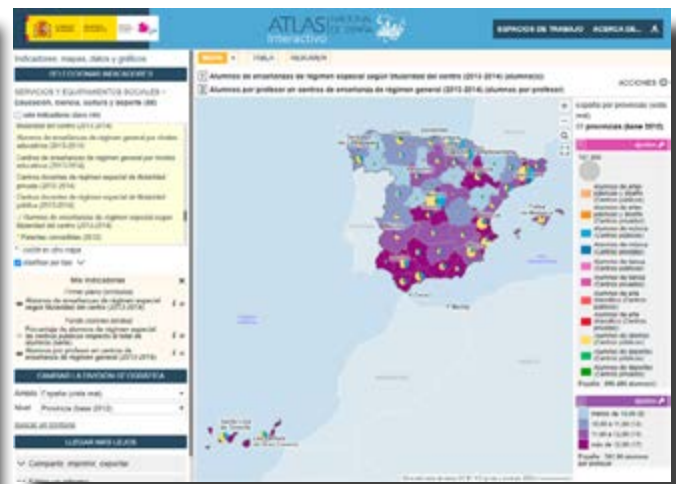
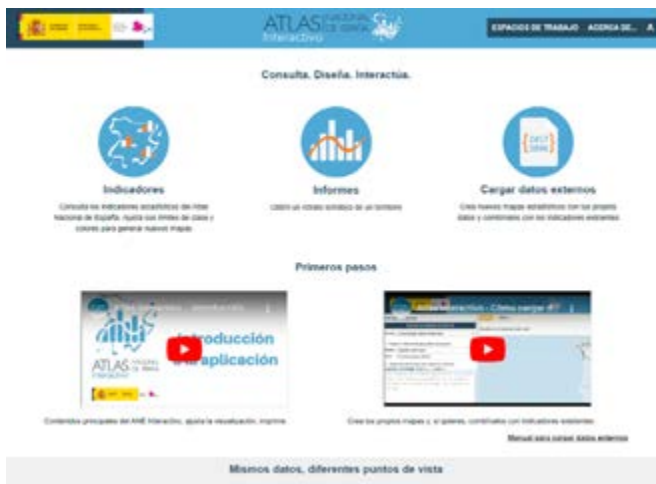
En la página principal se puede consultar la información pulsando sobre las imágenes de las secciones o seleccionando el tipo de recurso gráfico (mapas, gráficos, ilustraciones e imágenes). Los textos contienen hiperenlaces a otras páginas del propio Geoportal del ANEXXI o a otros recursos o sitios web. Además, sus páginas se pueden compartir fácilmente a través de todas las redes sociales con la finalidad de construir una red de conocimiento geográfico. Pulsando en los contenidos gráficos, se abre un visor multimedia que permite, entre otras funciones, la descarga de las imágenes de los recursos gráficos.

Los mapas se pueden descargar con mayor definición y en distintos formatos a través de enlaces directos desde el Geoportal al Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). También se puede

acceder directamente desde el Centro de Descargas al producto **Mapas temáticos del ANE**, en el apartado Información Geográfica Temática, que incluye casi 6500 ficheros de mapas temáticos del ANE en diferentes formatos. Si el organismo suministrador lo permite, también se pueden descargar los datos estadísticos y ficheros cartográficos empleados para su reutilización en Sistemas de Información Geográfica.

Los mapas generales, físicos y políticos, de España, Europa y el Mundo incluidos en el Geoportal, pueden descargarse, junto con otras láminas y murales del ANE de diferentes ediciones en el producto Mapas generales edición impresa del apartado Mapas impresos escaneados del Centro de Descargas del CNIG (las últimas ediciones pueden descargarse directamente desde la página principal del ANE: <https://www.ign.es/web/ane-area-ane>).

El software utilizado en el Geoportal es el popular y colaborativo Mediawiki, elegido por ser una herramienta libre, versátil, de navegación sencilla, que permite estructurar fácilmente la informa-



Portada de la página web del Atlas Nacional de España Interactivo y página de ejemplo.

ción; además de ser muy conocido por los usuarios pues es con el que está construida la Wikipedia.

Visualizador ANE Interactivo

Bajo el soporte técnico de la herramienta Geoclip el visualizador web (<https://interactivo-atlasnacional.ign.es/#c=home>) presenta y ofrece, en forma de mapas cuantitativos, datos estadísticos proporcionados por el ANE. Los mapas se pueden manejar de manera interactiva: realizar cualquier tipo de zoom en zonas de interés, seleccionar unidades territoriales, ajustar parámetros de visualización como el cambio de

color, tamaño de símbolos, umbrales de intervalos y otras acciones.

Además, los datos pueden consultarse en formato tabla junto con informes estadísticos para una mejor comprensión y análisis. Otra opción que ofrece esta herramienta es la posibilidad de importar datos de modo que los usuarios pueden representar sus propios mapas de manera singular o complementándolos con los oficiales del ANE.

Actualmente, hay cargados más de 600 indicadores organizados en función de las secciones y temas definidos en la estructura temática del ANEXXI (historia, población, transportes, etc.), y pueden consul-

tarse en función del tipo de representación (coropletas, símbolos proporcionales o sectores) o de la obra en la que han sido publicados (compendios, monografías).

El Buscón del ANE

El buscador web [Buscón del Atlas Nacional de España \(BANE\)](http://www.ign.es/ane/bane/) (<http://www.ign.es/ane/bane/>) es una aplicación dinámica que facilita la exploración, recuperación y visualización de todos los recursos del ANE. En el Buscón hay actualmente 6323 imágenes de todos los recursos del ANE elaborados en sus diferentes etapas (ANE 1955-1985, ANE 1986-2008, ANE del siglo XXI). El Buscón



Página web del Buscón del Atlas Nacional de España.



Página web del Visualizador interactivo ATLAS COVID: Movilidad del Atlas Nacional de España.

está basado en el Tesauro del Atlas Nacional de España (TESANE), vocabulario creado con un lenguaje controlado mediante la selección de términos o descriptores sobre cada uno de los conceptos incluidos en los recursos del ANE y el establecimiento de relaciones de jerarquía (términos padres e hijos), asociativas (términos relacionados) y de equivalencia (términos sinónimos).

El Tesauro del ANE se ofrece gratuitamente en el Centro de Descargas del CNIG en el apartado Información Geográfica Temática.

Monografía *La pandemia COVID-19 en España. Primera ola: de los primeros casos a finales de junio de 2020*

En 2020, la actualización de las publicaciones del ANE se ve afectada por la inesperada pandemia de la COVID-19. Este acontecimiento provocó la necesidad de ofrecer a los usuarios del Atlas una visión cartográfica de los efectos causados por la pandemia en el ámbito nacional, europeo y mundial. En una primera fase, el departamento del Atlas preparó una serie de ma-

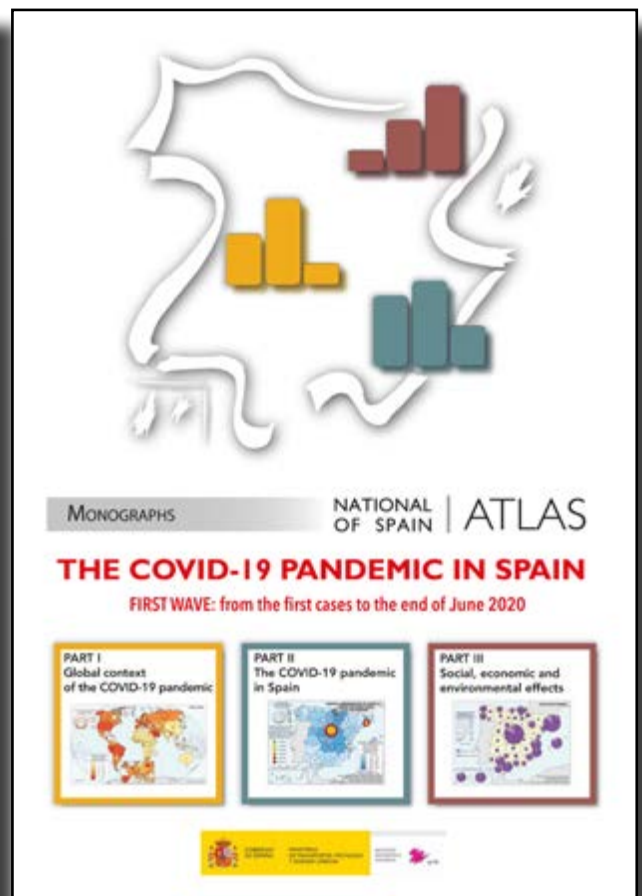
pas en formato digital e interactivo sobre los efectos en la movilidad como consecuencia de la crisis sanitaria. Esta cartografía fue para uso interno del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma), y se ofrecía en la intranet del Ministerio a través del denominado *Visualizador interactivo ATLAS COVID: Movilidad*. En estos mapas de síntesis se comparaba la movilidad en los diferentes sistemas de transporte entre las semanas de 2020 y su semana equivalente de 2019.



Acceso a la monografía del ANE *La pandemia COVID-19 en España* en el Geoportal del ANE.

Este primer contacto con las consecuencias que la pandemia COVID-19 estaba provocando en la movilidad de la población española llevó al IGN a plantear realizar una monografía del Atlas que estudiase y describiese geográficamente lo sucedido en España, dentro del contexto europeo y mundial. Así, en diciembre de 2021, el IGN presenta la monografía *La pandemia COVID-19 en España, Primera ola: de los primeros casos a finales de junio de 2020*.

La monografía es un atlas que ofrece una descripción geográfica, con el máximo rigor científico, del impacto de la pandemia COVID-19, tanto en la afección sanitaria como en sus efectos sociales, económicos y ambientales. El estudio se extiende en el tiempo desde los primeros casos diagnosticados en marzo hasta finales del mes de junio de 2020 y en el espacio se centra en el territorio nacional, pero situado en su contexto europeo y mundial. Está estructurada en tres secciones con 19 temas y ofrece, a través de más de 400 recursos gráficos (mapas y gráficos estadísticos, tablas, ilustraciones y textos) realizados con la colaboración



Portadas en español y en inglés del atlas *La pandemia COVID-19 en España*.

| | | | |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sección I | <p>Contexto global de la pandemia COVID-19</p> <p>Tema 1 Origen y difusión de la pandemia en el mundo</p> <p>Tema 2 Afección de la pandemia en la Unión Europea</p> <p>Tema 3 Efectos sociales, económicos y ambientales en el mundo y en la Unión Europea</p> <ul style="list-style-type: none"> > Efectos socioeconómicos > Efectos ambientales | Sección III | <p>Efectos sociales, económicos y ambientales</p> <p>Tema 12 Gobernanza territorial</p> <ul style="list-style-type: none"> > Gasto de la administración regional > Ingreso mínimo vital, rentas mínimas y renta activa de inserción <p>Tema 13 Movilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transporte por carretera > Intensidad Media Diaria de Tráfico • Transporte por ferrocarril • Transporte urbano • Transporte marítimo • Transporte aéreo • Movilidad detectada a través de la telefonía > Variables y fases seleccionadas para analizar el impacto de la pandemia en la movilidad de la población > Cambios en la movilidad a lo largo de la primera ola > Otros cambios observados durante la pandemia <p>Tema 14 Magnitudes macroeconómicas y sectores productivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Magnitudes macroeconómicas • Agricultura y pesca • Minería, energía, industria y construcción • Servicios no turísticos • Turismo <p>Tema 15 Trabajo</p> <ul style="list-style-type: none"> > Paro registrado > Paro según la Encuesta de Población Activa > Expedientes de Regulación Temporal de Empleo > Desempleo, pobreza y protección social <p>Tema 16 Hacienda pública</p> <ul style="list-style-type: none"> > Gasto <p>Tema 17 Educación</p> |
| Sección II | <p>La pandemia COVID-19 en España</p> <p>Tema 4 Población, poblamiento y comorbilidad</p> <p>Tema 5 Recursos sanitarios antes de la llegada de la pandemia</p> <p>Tema 6 Primeros casos</p> <p>Tema 7 Recursos movilizados</p> <ul style="list-style-type: none"> > Operación BALMIS <p>Tema 8 Fase ascendente de la pandemia</p> <p>Tema 9 Fase descendente de la pandemia</p> <ul style="list-style-type: none"> > Plan de Desescalada <p>Tema 10 Visión de conjunto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Indicadores epidemiológicos • Mortalidad general • Sobremortalidad estimada <p>Tema 11 Comportamientos espaciales diferenciados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Galicia • Zaragoza • Barcelona y área metropolitana • Madrid y comunidad autónoma • Málaga • Índice sintético de vulnerabilidad en Barcelona y Madrid | Sección III | <p>Tema 18 Acciones solidarias</p> <ul style="list-style-type: none"> > La pandemia y solidaridad en Twitter > Iniciativas solidarias de la ciudadanía <p>Tema 19 Repercusiones ambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> > Aspectos atmosféricos > Energía > Emisiones de Gases de Efecto Invernadero > Calidad del aire en Europa > Contaminación acústica > Contaminación de aguas residuales y consumo de agua > Vegetación en la ciudad de Sevilla durante la primera ola de la pandemia |

Índice de contenidos del atlas *La pandemia COVID-19 en España*.

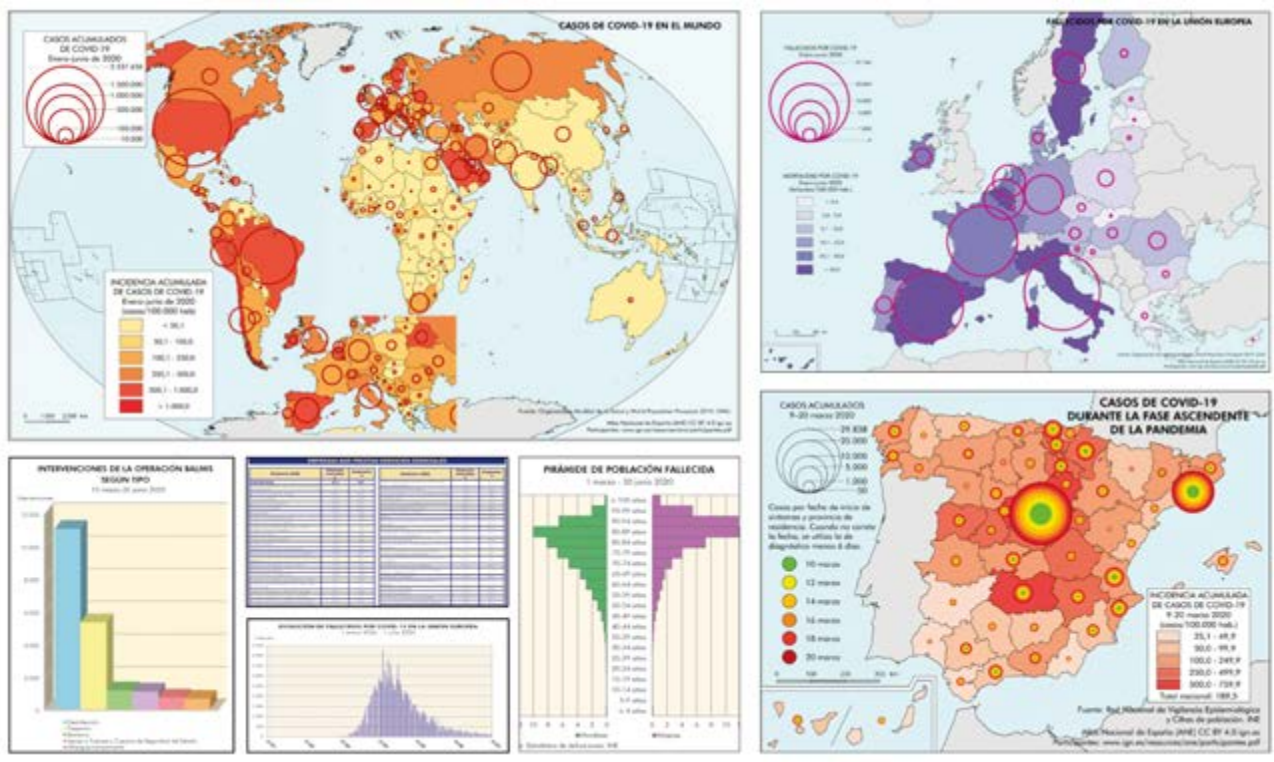


Imagen de recursos gráficos del atlas *La pandemia COVID-19 en España*.

científica de numerosos investigadores de la Red ANEXXI, aspectos relevantes para analizar el impacto de la pandemia y, lo que es más importante, aporta datos para una reflexión con vistas a la recuperación y preparación de crisis similares. Como en todas las obras del ANE, los datos son proporcionados por organismos y entidades de la

Administración General del Estado, así como de las administraciones autonómicas y locales.

La publicación impresa, tanto en español como en inglés, está encuadrada en tapa dura con 160 páginas de tamaño 26 x 36,5 cm y puede adquirirse en las tiendas físicas Casa del Mapa o en la [Tienda virtual](https://www.cnig.es/home) (<https://www.cnig.es/home>)

del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Además, se puede descargar gratuitamente como libro digital en formato pdf, en español inglés, desde la página web Libros digitales del Atlas Nacional de España (<https://www.ign.es/web/ign/portal/libros-digitales/atlas-nacional-espana>). Asimismo, el contenido puede consultarse en



Página web de la historia interactiva "La pandemia COVID-19 en España".

el Geoportal del ANE, en español (atlasnacional.ign.es) y en inglés (nacionalatlas.ign.es) y muchos de los mapas pueden verse en el ANE Interactivo en español (interactivo-atlasnacional.ign.es).

La obra fue presentada el 14 de diciembre de 2021 por el subsecretario de Mitma y presidente del Consejo Superior Geográfico, D. Jesús M. Gómez García, el director del IGN y presidente del CNIG, D. Lorenzo García Asensio y el presidente de la Red ANEXXI, el catedrático D. José Sancho Comíns.

Esta monografía constituye un hito en la extensa trayectoria del ANE al ser la primera publicación en inglés, idioma mayoritariamente empleado en el mundo académico, con el objetivo de ofrecer a cualquier ciudadano del mundo una imagen oficial de España orientada a entender nuestra realidad.

Una presentación de esta publicación fue incluida en la sección [Historias interactivas](#), aplicación con fines educativos y consulta del público en general, donde se combinan visualizadores de mapas con información textual, imágenes y contenido multimedia, para contar historias.

Libro de estilo del Atlas Nacional de España

Uno de los principales objetivos del ANE ha sido fijar unas normas orientativas que unifiquen la redacción de los textos en el Atlas, el empleo de los nombres geográficos y los exónimos en español presentados en sus mapas y publicaciones, dando a todo el contenido una personalidad propia. Por ese motivo, se presentó en 2019 el [Libro de estilo del Atlas Nacional de España](#), estructurado en cuatro partes: Ortografía, Estilo, Topónimos y un Índice alfabético de palabras y conceptos. La obra está pensada,



| Índice | |
|----------------------------------------------|-----|
| INTRODUCCIÓN | |
| Primera parte: GEOGRAFÍA | |
| • Signos de puntuación | 12 |
| • Mayúsculas y minúsculas | 23 |
| • Acentuación | 31 |
| • Prefijos y sufijos | 36 |
| • Cursiva, rotunda y negra | 46 |
| • Cifras y números | 49 |
| • Abreviaturas, siglas, acrónimos y símbolos | 48 |
| • Extrajetivos | 52 |
| Segunda parte: ESTILO | |
| • Generalidades y recomendaciones | 54 |
| • Concordancia | 59 |
| • Dudas y errores más habituales | 69 |
| • Falsos sinónimos o usos afines | 82 |
| • Algunas cuestiones ortográficas | 101 |
| • Referencias bibliográficas y fuentes | 102 |
| Tercera parte: TOPÓNIMOS | |
| • Aspectos y definiciones generales | 118 |
| • Normas de escritura para la toponimia | 118 |

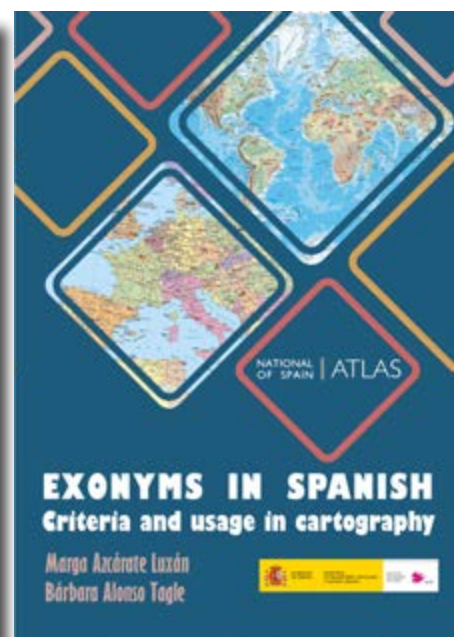
Portada e índice de contenidos del *Libro de estilo del Atlas Nacional de España*.

además de como libro guía para los colaboradores científicos del Atlas, como un ameno libro de consulta para cualquier persona interesada en el proceso de la comunicación escrita.

Esta publicación está disponible en el apartado de libros digitales de la web del IGN <http://www.ign.es/web/ign/portal/libros-digitales/libro-de-estilo-del-ane>

Los exónimos en español. Criterios y usos en la cartografía

La publicación [Los exónimos en español. Criterios y usos en la cartografía](#) y su versión en inglés, *Exonyms in spanish. Criteria and usage in cartography*, tiene por objetivo ofrecer una visión general sobre los exónimos en español utilizados en



Portadas en español y en inglés del libro *Los exónimos en español. Criterios y usos en la cartografía - Exonyms in spanish. Criteria and usage in cartography*.

la cartografía del ANE. Un exónimo es el nombre utilizado en una lengua específica para un accidente geográfico situado fuera del área donde esa lengua es hablada y que difiere del nombre usado en el área donde el accidente geográfico está situado. El propósito de esta publicación es reflejar los debates, tendencias y criterios de uso de los exónimos en español y recoger cómo se resuelven las dudas y problemas planteados en el tratamiento de la toponimia extranjera, especialmente en la cartografía del ANE.

Esta obra es un referente en España y, también, de gran interés para otros países que no hayan compilado o definido el tratamiento de la toponimia extranjera en su cartografía. El principal motivo por el que se ha traducido al inglés es

compartir, con la comunidad científica y los lectores internacionales, las dificultades e inquietudes que han ido surgiendo, a lo largo de los años, respecto al tratamiento de los nombres geográficos extranjeros y a la forma actual de solventarlas en el ANE.

Ambas publicaciones están disponibles en el apartado de libros digitales de la web del IGN. <http://www.ign.es/web/ign/portal/libros-digitales/exonimos-en-espanol>

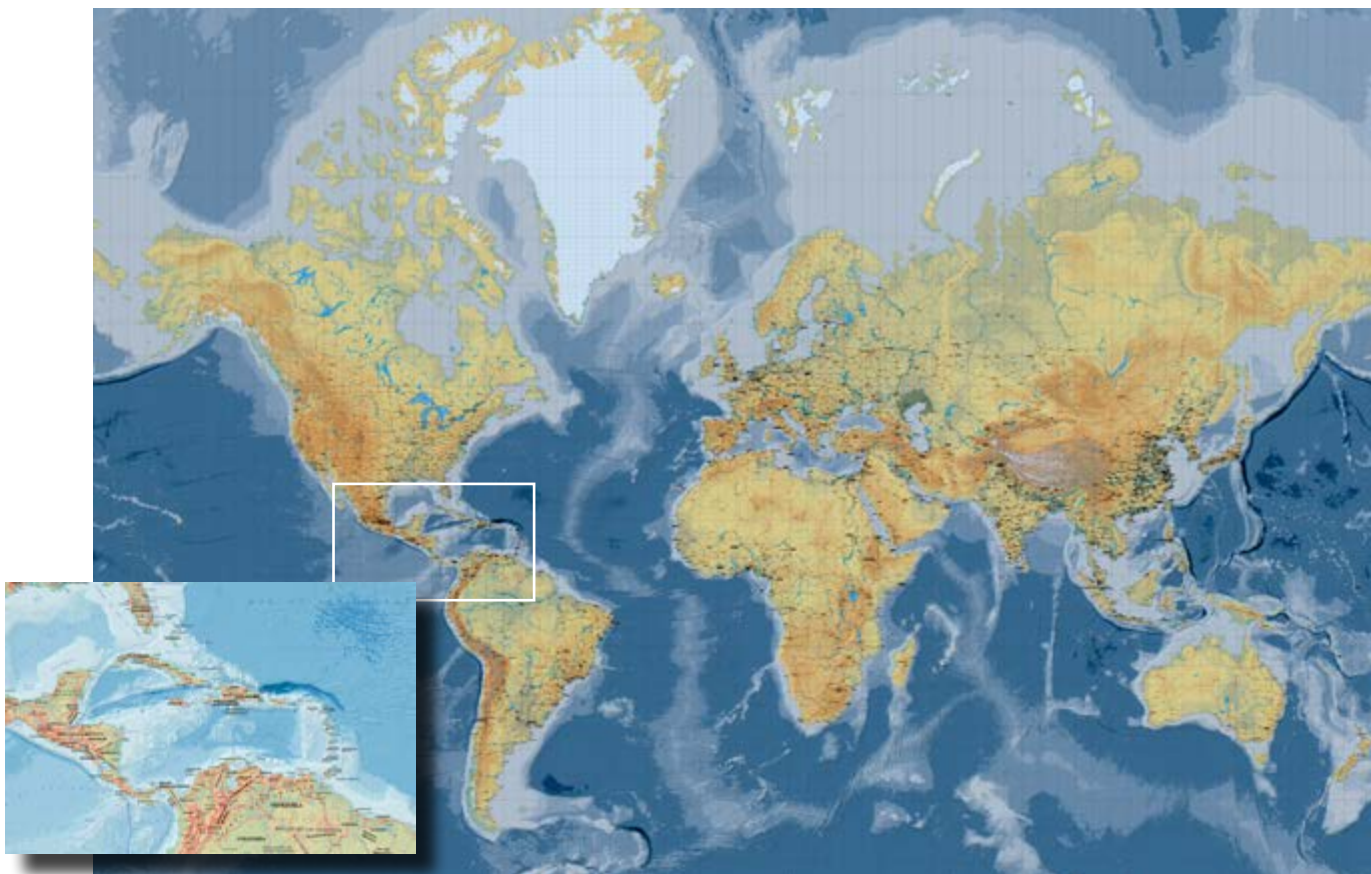
Bases cartográficas CartoBase ANE

El ANE elabora y mantiene actualizadas las bases cartográficas oficiales a pequeñas escalas necesarias para elaborar sus mapas temáticos y las ofrece en el producto CartoBase ANE en el apartado Información Geográfica

de Referencia del Centro de Descargas del CNIG.

Incluye bases cartográficas de España, a escala 1:3 000 000 o inferior, de Europa y del mundo, que se emplean para elaborar los mapas temáticos del ANE así como los mapas generales de la serie Láminas y murales del ANE.

Actualmente en el ANE se ha desarrollado y se está ultimando la edición de una base cartográfica a escala 1:10 000 000 que sirva para elaborar láminas continentales de la serie Láminas y murales del ANE y, además, permita completar un mapa continuo del mundo que se ofrezca mediante geoservicios web estándar en los visualizadores y aplicaciones del IGN como [SignA](#), [Iberpix](#) y [Atlas Didáctico](#), en el entorno de zum correspondiente a dicha escala.



Base cartográfica del mundo a escala 1:10 000 000.

La formación y edición cartográfica de este mapa continuo y láminas continentales responde tanto a las necesidades del mapa impreso como a las del mapa digital mostrado a través de los visualizadores geográficos.

El proceso de diseño de la base cartográfica a escala 1:10 000 000 ha llevado a definir en una primera fase 8 láminas continentales impresas a escala 1:11 000 000, de las cuales se publicarán en 2023 las de África y Europa, además del mapa completo para visualizadores web.

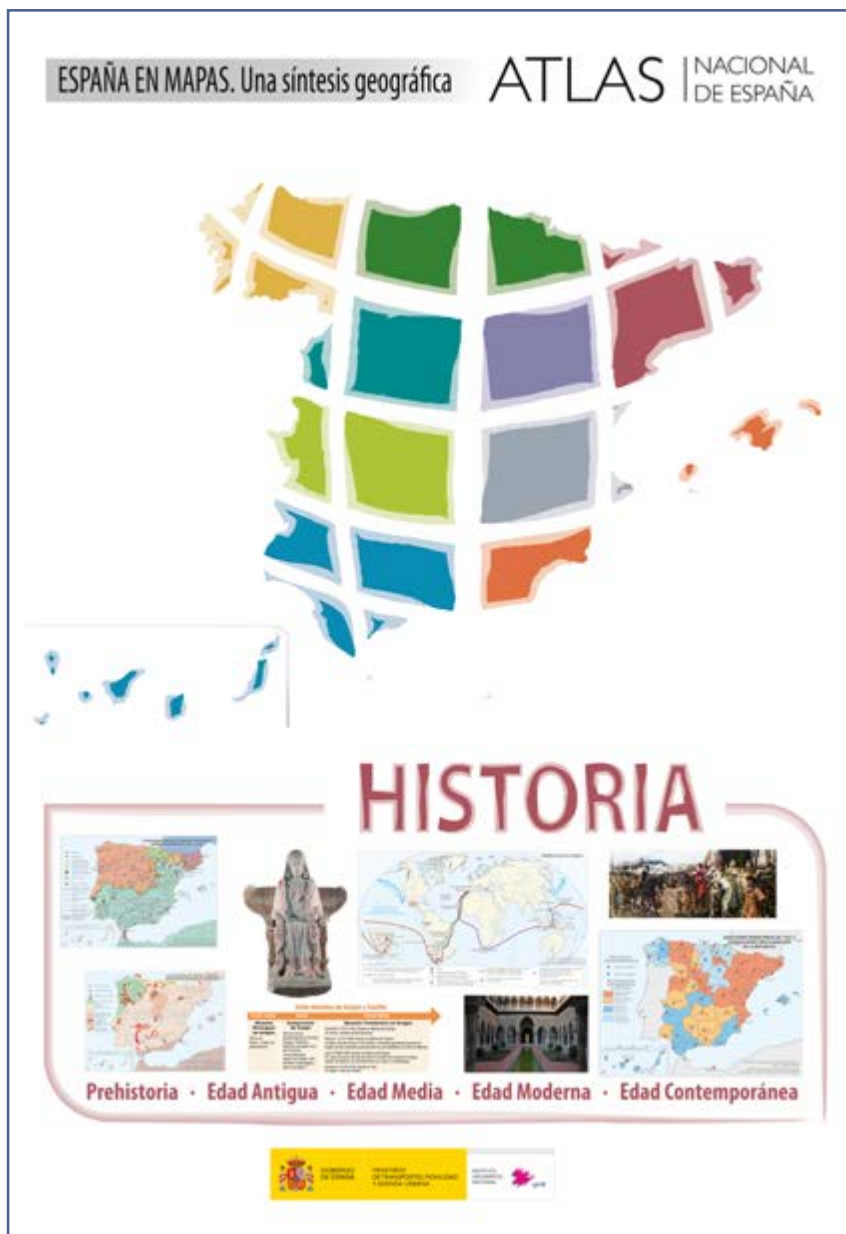
La serie de láminas continentales tiene unas características que permiten ofrecer una visión de conjunto en la zona seleccionada y, aunque las formas de los fenómenos cambien ligeramente entre unas y otras, se puedan realizar comparaciones superficiales entre ellos al haber escogido una proyección cartográfica que conserva las áreas.

Esta cartografía permitirá obtener láminas y murales derivados a otras escalas, p. ej. 1:50 000 000, ya muy avanzada, para otros productos y usos (como los didácticos llevados a cabo por el CNIG).

Actualidad

En 2022, tras la publicación de la monografía *La pandemia COVID-19 en España. Primera ola: de los primeros casos a finales de junio de 2020*, se ha retomado la publicación en el [Geoportal](#) de los temas o subtemas que se habían empezado a actualizar en 2019. El primero ha sido *Comunicaciones*, y los siguientes serán *Historia*, *Actividades agrarias*, *Geofísica*, *Geomorfología* y *Clima*.

También en 2022, se inició la reconstitución de la Red ANEXXI para simplificar su estructura y funcionamiento sobre la base de la experiencia adquirida. Actualmen-



Portada de la sección III *Historia* del Atlas Nacional de España.

te, la red de organizaciones científicas y académicas que colabora en la elaboración del ANE consta de 35 universidades, 2 asociaciones científicas y 3 organismos de investigación. Esta nueva red será la que definirá los contenidos del compendio *España en mapas. Una síntesis geográfica* en la actualización 2023-2026.

En 2023 se ha iniciado la nueva forma de publicar los contenidos del ANE, esto es, en vez de esperar a tener todos los contenidos actualizados para publicar un único volumen y libro digital, se pasa a publicar, de


forma impresa y digital, por secciones temáticas, primero en español y, seguidamente, en inglés. Además, se irán publicando los contenidos de los temas, o incluso subtemas, acabados en el Geoportal. De esta forma se reducirá el tiempo desde la preparación de esos estudios geográficos con datos oficiales y, en la medida de lo posible, consolidados, de las fechas más recientes hasta su publicación y difusión. La primera sección temática que se publicará es *Historia*, tanto en español como en inglés, en todos los formatos y canales. ■

El personal de ENAIRE, un eslabón imprescindible

Máxima prioridad



© Alejandro Muñiz Delgado



Año tras año España marca récords de solidaridad. La donación y el trasplante de órganos es un complejo proceso, cuyo adecuado desarrollo es el resultado de la coordinación entre los diferentes agentes implicados, siendo todo el personal de ENAIRE un eslabón imprescindible, tal y como destacan desde la Organización Nacional de Trasplantes. Por ello, la intervención de controladores aéreos, técnicos de mantenimiento y operaciones, entre otros colectivos de la compañía, es esencial para la coordinación y rápida gestión de estos vuelos, junto al trabajo desarrollado por los gestores aeroportuarios y las aerolíneas.

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

Detalle de avión Dreamliner B787 de Air Europa.

La donación de

órganos pone de manifiesto los valores de nuestra sociedad, valores como el altruismo, la solidaridad y el compromiso social. Y el sistema español de trasplantes constituye un buen ejemplo de cohesión del Sistema Nacional de Salud. Este efecto cohesionador se pone de manifiesto con el hecho de que el 24 % de los trasplantes que se realizan en España se efectúan con órganos donados en otra comunidad autónoma con implicación en numerosas ocasiones de vuelos con órganos y aerolíneas que colaboran en su traslado.

Un gran trabajo en equipo, del esfuerzo de muchos profesionales y organismos perfectamente coordinados para que el valioso gesto de la donación se transforme realmente en el trasplante. De este gran equipo, ENAIRE es parte indispensable.

Al comenzar en 1984 los trasplantes de hígado y corazón, se aprovechaban los donantes del propio hospital o como mucho de la misma ciudad. Posteriormente, se planteó la posibilidad de utilizar órganos "a distancia". Surgió entonces un nuevo problema ligado a los trasplantes, es decir, si el donante se encontraba en otra ciudad... ¿cómo ir a extraer el órgano? El hospital Puerta de Hierro había alcanzado un acuerdo con el Ejército del Aire, el cual disponía de un equipo de pilotos dedicados al desplazamiento de altos cargos y misiones similares en aviones "Mystere". Los militares respondieron espléndidamente. Incluso ofrecieron formación al personal de la Organización Nacional de Trasplantes (ONT) sobre la navegación aérea, el contacto con los responsables de las distintas zonas, de los aeropuertos, las condiciones

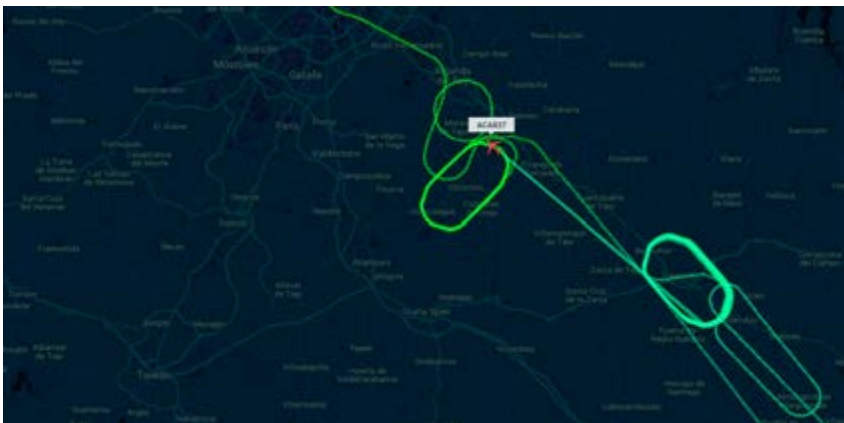


Embarque de vuelo.



En las manos de los controladores está agilizar para que ese órgano o equipo médico llegue a tiempo a quirófano.

Circuitos de espera del vuelo ACA837. Flightradar24.



de vuelo y un largo etcétera. Sus enseñanzas han servido para afrontar de una forma profesionalizada la coordinación de los vuelos a lo largo de los años de vida de la ONT y siguen teniendo la máxima vigencia. En 2010 la organización recibió el Premio Príncipe de Asturias de Cooperación Internacional.

En 2022 se realizaron en nuestro país 5383 trasplantes de órganos, lo que corresponde a una tasa de 113,4 por millón de población (pmp). Este número de trasplantes fue posible gracias a las 2196 personas que donaron sus órganos tras fallecer, lo que sitúa la tasa de donación en 46,3 donantes pmp, y a las 355 personas que donaron un riñón (350) o parte de su hígado (5) en vida. Estos datos suponen un crecimiento del 13 % en trasplantes y del 15 % en donación en comparación con 2021, y prácticamente se equiparan a los máximos históricos registrados en 2019, antes de la pandemia. Así, la media de donantes diarios en 2022 fue de siete y la media de trasplantes realizados cada día es de 15.

Ningún día es igual a otro en la jornada de un controlador aéreo. En la gestión del tráfico de vuelos se cuelean muchas veces vuelos ambulancia, vuelos con órganos y vuelos que declaran emergencia. Suenan similares pero cada uno tiene su procedimiento.

Los controladores aéreos de ENAIRE dan prioridad a este tipo de vuelos frente a otros “no urgentes” en cumplimiento de la ley. Imagina que circulas con tu coche y debes ceder el paso a esa ambulancia que tiene más prisa que tú. Miras al retrovisor y te echas a un lado. En el aire, esa maniobra es “similar”.

Más de 13 350 vuelos ambulancia fueron controlados en 2015 en España. Estas operaciones engloban los movimientos de aviones



para el traslado de órganos y equipos médicos con objeto de realizar trasplantes, una actividad llevada a cabo por la ONT. A este tipo de vuelos se suma el movimiento de aviones medicalizados para el traslado de enfermos y heridos, así como el movimiento, en determinados aeropuertos, de helicópteros sanitarios de las diferentes comunidades autónomas. Todos los agentes intervinientes se coordinan con ENAIRE en el momento de despegue, ruta y aterrizaje en destino. En algunos casos el avión ambulancia se dirige a buscar el órgano para extraerlo y después debe regresar a origen para la operación de trasplante.

Cuando el equipo médico no se traslada, los vuelos regulares de pasajeros pueden transportar órganos para trasplantes. Las aerolíneas tienen acuerdos con la Organización Nacional de Trasplante y los comandantes llevan en cabina una nevera, parecida a las de playa, con un órgano para ser trasplantado. La colaboración de las compañías comerciales se hace indispensable para realizar muchos de nuestros traslados aéreos. De los 178 opera-

El tiempo es muy valioso en este tipo de situaciones.

tivos que se realizaron en 2021 con compañías comerciales, 74 de ellos (lo que supone el 41,5 %) se realizaron con la compañía Vueling.

Los controladores aéreos de ENAIRE facilitan las rutas más directas y recortan las maniobras de aproximación y llegadas, en la medida de lo posible, para que puedan llegar a tiempo al quirófano desde el aeropuerto. ¿Sabía que un vuelo de Madrid a Barcelona transcurre por 16 controladores aéreos entre control de aeródromo, ruta y aproximación? O, por ejemplo, un trayecto Madrid-Palma, lo guían 20 controladores aéreos entre todas las fases del vuelo.

Acorde a los últimos datos disponibles, en 2021 se realizaron 745 operativos aéreos. Se trasladaron 575 equipos médicos y un total de 978 órganos, incluyendo los que viajan con equipo médico y los que viajan en nevera. Esto supone un incremento del 7,8 % con respecto a

2020, año en el que se trasladaron 907 órganos, lejos de los 1075 de 2019, debido a la pandemia. Si nos fijamos en la evolución desde el año 2016, el cómputo global de órganos trasladados por vía aérea se ha incrementado en un 40 %, fecha en que se trasladaron 695 órganos.

De los 745 traslados efectuados durante 2021, 566 (75,9 %) se llevaron a cabo con compañías privadas y 178 (23,8 %) con compañías comerciales. Tan solo uno de estos operativos (0,1 %) se realizó con compañías extranjeras, gestionada por terceros países, en el contexto de un intercambio internacional de órganos con España.

En 2021 los aeropuertos españoles intervinieron en 1759 ocasiones en los diferentes operativos que se realizaron. De nuevo, el aeropuerto de Madrid-Barajas fue, con diferencia, el que participó en más ocasiones, con un total de 379 intervenciones, lo que supuso el 21,5 %

En este trabajo en cadena contamos todos.

del total. El siguiente en número de operativos fue el aeropuerto de Barcelona con 284 intervenciones que supusieron el 16,1 %.

A lo largo de ese año se registraron 25 operativos organizados por la ONT dirigidos a hospitales trasplantadores españoles para los que fue necesaria la colaboración de aeropuertos extranjeros. Como se ha mencionado anteriormente, en 2020 los aeropuertos portugueses fueron los que intervinieron en más ocasiones. En concreto, el de Oporto en diez ocasiones y los dos de Lisboa en otras cinco, en el contexto del intercambio de órganos con el país luso.

En 2021 España recuperó su actividad con un crecimiento del 8 %, tras el impacto de la pandemia por COVID-19. Fueron 1905 las personas que donaron sus órganos tras su fallecimiento, lo que supone una tasa de 40,2 donantes por millón de población, la mayor registrada en los países de nuestro entorno en época pre-pandémica. Ese mismo año, cerca de 4800 pacientes fueron trasplantados, 2950 de riñón, 1078 de hígado, 362 de pulmón, 302 de corazón, 82 de páncreas y 7 de intestino. Detrás de cada una de estas cifras hay una historia, la historia de cada uno de los pacientes que han visto su vida transformada por esa segunda oportunidad que brinda el trasplante; pacientes que pueden mirar al futuro con optimismo e ilusión.

Un ciudadano español es la persona del mundo con más probabilidades de recibir un órgano para trasplante, en caso de necesitarlo.

Esto es posible gracias a la generosidad de toda una sociedad, a nuestro Sistema Nacional de Salud y a la excelente coordinación que existe entre los diferentes agentes implicados para el adecuado desarrollo del complejo proceso que representa la donación y el trasplante de órganos. Todo el personal de ENAIRE es un eslabón imprescindible para lograr este éxito de país por su inestimable contribución en el traslado por vía aérea de los órganos donados para la realización de trasplantes.

En ocasiones resulta necesario alargar el servicio horario del control aéreo para atender este tipo de movimientos. En 2021 se prolongó para un total de 140 operativos. En este caso, destacan los aeropuertos de Almería, Logroño y Santander que lo hicieron en 16 ocasiones, el de Salamanca en 15 y el de Burgos en 14.

Emergencias en el aire

A estos tipos de operativos aéreos se les debe sumar los que declaran emergencia en alguna fase del vuelo. Bien por el malestar de un pasajero, un fallecimiento, una discusión a bordo o un pasajero que provoca altercados... Otros motivos pueden ser de origen técnico: un tren de aterrizaje que no se recoge correctamente, un fuego en un motor o un impacto de aves. El piloto declara emergencia y los controladores aéreos de ENAIRE le guían entre las demás aeronaves que circulan en nuestro espacio aéreo para aterrizar en el aeropuerto más cercano o el escogido por la aerolínea. En 2022 ENAIRE registró



Torre de control del Aeropuerto de Vitoria

51 emergencias de aeronave y 122 emergencias médicas.

Cabe recordar, la emergencia del vuelo de la aerolínea Air Canada, con indicativo ACA837, y origen en el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas y destino el Aeropuerto Internacional Toronto Pearson de Canadá, el día 3 de febrero de 2020. El Boeing 767-300, que llevaba 138 pasajeros a bordo y 8 tripulantes, tuvo un problema en un motor poco después de levantar el vuelo debido a la rotura de un neumático durante la carrera de despegue, según verificó el análisis posterior.

Despegó a las 14:57 y voló sobre Madrid para intentar volver al aeropuerto, lo que originó numerosas preguntas en redes sociales y muchas llamadas telefónicas, por lo que hubo que activar rápidamente la comunicación externa para dar cuenta, con transparencia y rapidez, de lo que estaba sucediendo y cómo los profesionales de ENAIRE intervenían en la emergencia. Al ser un vuelo transatlántico llevaba una alta carga de combustible, de manera que, para aterrizar de forma segura, estuvo cinco horas



Controladora aérea en JT Barcelona-El Prat.

En una crisis es vital reaccionar rápido para minimizar riesgos.



© Alejandro Muñiz Delgado

Torre de control del Aeropuerto de Vitoria

efectuando maniobras de espera entre las comunidades autónomas de Madrid y Castilla-La Mancha.

Hacia las 17:00 horas un F-18 de la base aérea de Torrejón de Ardoz despegó, según procedimientos

de emergencia, para efectuar una inspección visual del estado de la aeronave mientras volaba en circuitos de espera. Tras más de cinco horas consumiendo combustible, tomó tierra a las 19:10 sin mayo-

res incidencias ni consecuencias graves en la pista 32L, quedando ésta bloqueada por seguridad por los medios de emergencia del aeropuerto.

En este tiempo, el piloto mantuvo en todo momento el contacto con los controladores aéreos de ENAIRE informando del desarrollo de la situación. Lo que permitía trasladar a los medios de comunicación el paso a paso de esta crisis. Incluso The New York Times se hizo eco de los tuits de ENAIRE. Se trató de un gran trabajo en equipo de profesionales con final feliz de la tripulación, personal de control aéreo de ENAIRE en Barajas y Centro de Control de Madrid, Ala 12 del Ejército del Aire y Aena.

Ese día permanece en la memoria de muchos porque antes de esta emergencia se activó sobre las 13:00 horas otro protocolo por avistamiento de drones en Barajas. Se tuvieron que desviar vuelos en el aire a aeropuertos alternativos y parar despegues con este destino. Un comité de crisis de Aena, ENAIRE y Guardia Civil se reunió, acorde al procedimiento, y puntualmente se iba informando a todos los afectados vía redes sociales. Se redujo la capacidad de movimientos, recuperándose más tarde sobre las 14:20 horas. Minutos más tarde a este incidente, la aeronave mencionada de Air Canada tuvo que regresar por el problema en el motor. De manera que, eran dos crisis en un mismo día y en un mismo aeropuerto, con escasos minutos de separación. Finalmente, se obtuvo como conclusión que la máxima preparación, formación y entrenamiento son fundamentales en cada puesto de trabajo para un buen desempeño ante situaciones de crisis o emergencias. Y que ahí es donde verdaderamente se ponen a prueba todas las capacidades personales. ■

ENAIRe, referente internacional en servicios U-space para drones

Líder en los principales planes de desarrollo de movilidad aérea urbana en Europa

Coordinador del proyecto **U-ELCOME** para la implantación de U-space en España



Las maquetas son
“modelos vivos que inventan, resuelven,
facilitan la vida y el trabajo diario”

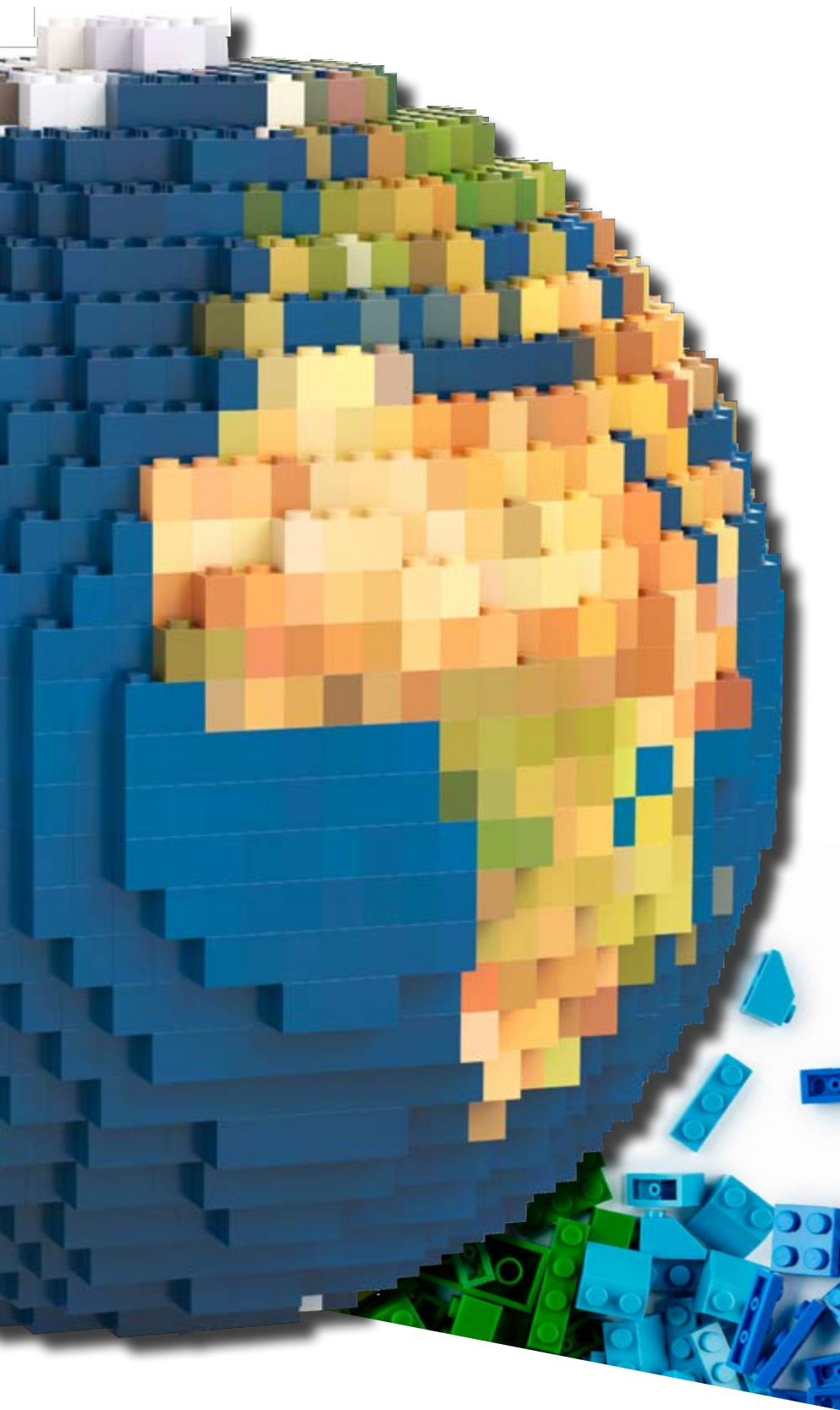
(Pedro Navascués)

Maquetas tridimensionales



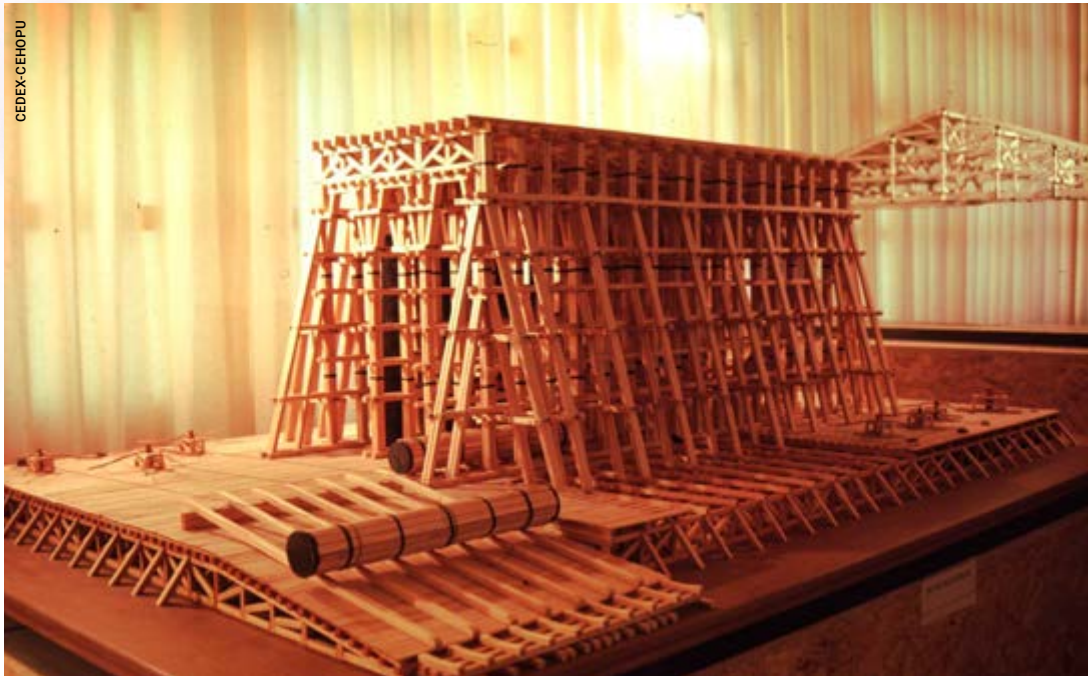
o el mundo a escala reducida

- Texto: Concha Aguilera Fernández,
Centro de Publicaciones



La palabra maqueta,

según el diccionario de la lengua, proviene del término italiano *macchietta*, o modelo a escala reducida de una construcción, entre otras acepciones. En realidad, son una adaptación tridimensional de los objetos, edificios, incluso paisajes, a escala humana. La maqueta es una reproducción, en general de tamaño reducido, de algo real o ficticio, aunque también pueden existir modelos en tamaño grande de algún objeto muy pequeño y hasta microscópico. Su uso es variado ya que se pueden utilizar como herramientas auxiliares en los ámbitos de la ingeniería y la arquitectura, pero también pueden ser, por ejemplo, un buen material didáctico para la enseñanza. Los posibles tipos de maquetas son también muy variados, de hecho, se usan en aeromodelismo para diseñar, construir y hacer volar aviones a escala; se utilizan en los ámbitos ferroviario, naval y del automóvil; también han tenido y tienen su importancia en el ámbito militar o simplemente en la reproducción de objetos. Otro tipo de maquetas son las maquetas virtuales, ya generalizadas con el uso de ordenadores, y las maquetas que no solamente representan un objeto, sino que además representan diversos eventos o hechos históricos, son conocidas como dioramas. Pero en este artículo vamos a hablar, sobre todo, de la utilización de las maquetas tridimensionales en ingeniería, que es el ámbito que nos ocupa. Todas las maquetas tienen una escala, que es la relación del tamaño final respecto al original, es decir, se reducen o amplían un número "x" de veces respecto a su tamaño



Maqueta del andamio ideado por Betancourt durante la construcción de la catedral de San Isaac en San Petersburgo. 1818. (Medidas: 55 x 185 x 114 cm).

real. La escala tiene mucho que ver con el concepto griego de *symetria* que se refiere a la relación de proporción que existe de las partes con el todo y de las partes entre sí.

El uso de las maquetas a lo largo de la Historia

La necesidad del ser humano de experimentar con objetos a su alcance ha hecho que hayamos podido encontrar pequeñas maquetas con usos variables que nos ayudan a comprender el momento en cuestión. Así, ya en la antigua Mesopotamia se han encontrado algunas maquetas de terracota o arcilla en diferentes regiones con tipologías distintas, por lo que se piensa que debían reproducir de forma simplificada los principales caracteres arquitectónicos de la zona. Los restos encontrados en realidad son escasos, debido probablemente a la construcción con materiales de frágil supervivencia. El pueblo egipcio, por su parte, contó con representaciones tridimensionales de carácter religioso que, en muchas ocasiones, contenían en su interior objetos que simulaban la figura humana. Dentro de la pirámide de Keops aparecieron también una serie de modelos a la misma escala que reproducen las secciones y demás



Maqueta de una grúa movida con rueda de pisar de la época romana. Medidas: 250 x 150 cm. Escala: 1:5.

componentes de la citada construcción. Los ajuares funerarios fueron, en general, un almacén a pequeña escala, de la vida cotidiana de los egipcios.

En Grecia la técnica se perfeccionó y se mostró por primera vez el término maqueta en sentido más o menos moderno, ya que aparecieron las maquetas de trabajo a las que se llamó "maquetas de discusión", que,

por poner un ejemplo, fueron una herramienta imprescindible para la realización de decorados teatrales. Los griegos inventaron el término *paradeigma*, ejemplo o ejemplar, que se utilizaba para la aprobación del proyecto y como ayuda en la construcción, ya que con el modelo se estudiaban las soluciones constructivas del edificio. En la época romana, en principio, los modelos tenían una función distinta de lo constructivo. Lo que sí introdujeron fueron nuevos materiales más duraderos, como el mármol o la piedra, y las maquetas estaban hechas a escala. En ocasiones se utilizaban para que sirvieran de orientación al constructor, y para la concepción y desarrollo de edificaciones arquitectónicas como acueductos, teatros, templos, etc.

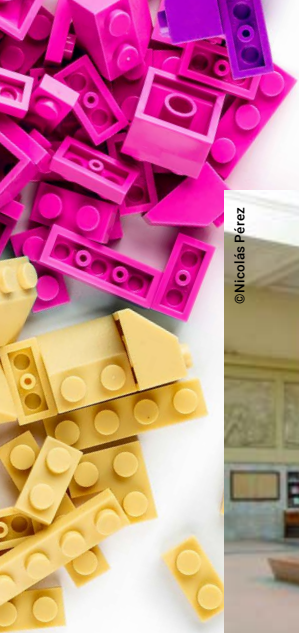
El uso de la maqueta como herramienta integrada en el proyecto se generalizó en torno a 1300 d.C. en la construcción de las grandes catedrales. Las maquetas eran miniaturas del futuro edificio en las que el arquitecto podía visualizar un proyecto antes de la construcción y además, se le dio un uso didáctico para el aprendizaje del oficio. Avanzada la Edad Media la maqueta se empezó a convertir en un símbolo característico del constructor que

demostraba la autoría de la obra y le convertía en creador. También los caballeros, reyes y príncipes las utilizaban para diseñar las herramientas de guerra y ver su efectividad. Hubo que esperar hasta el siglo XVI para que las maquetas a escala tuviesen un uso generalizado, sobre todo en arquitectura. Se utilizaban para visualizar el futuro edificio y permitían al constructor crear nuevos diseños y técnicas. El descubrimiento de la perspectiva hizo que, en apariencia, estos modelos quedaran relegados, pero lo cierto es que no todos tenían los conocimientos necesarios para utilizar la nueva técnica, por lo que siguieron siendo imprescindibles. En este momento, también, las guerras motivaron su utilización para probar la capacidad mecánica de las máquinas y para ver los distintos mecanismos que facilitaban las labores de construcción.

En el siglo XVII aumentaron los modelos conmemorativos de carácter efímero, y en el XVIII el perfeccionamiento de las técnicas gráficas, que incluían la perspectiva, relegó a los modelos tridimensionales, mucho más costosos y que había que almacenar. No obstante, ya en el siglo XIX, las maquetas cam-

Maqueta del viaducto de Madrid a Pontevedra en Redondela para el servicio del ferrocarril Orense-Vigo. 1871-1872.





© Nicolás Pérez



Maqueta de una máquina de vapor de tipo Watt, construida por D. Napier and Son (Londres) en 1859.

biaron su objetivo ganando valor ornamental, aunque no perdieron su valor estratégico; un buen ejemplo fue el uso que les dio Napoleón, quien las utilizó para recrear los escenarios de guerra en tableros con relieves donde colocaba soldados de plomo o barcos para ver el avance del enemigo en la batalla. En el siglo XX el uso de maquetas cambió por completo su función, para pasar a ser una suerte de “obra de arte” de carácter didáctico o tener fines propagandísticos y de estrategia. Para



CEDEX-CEHOPU

Maqueta de una bomba de Ctesibio, instrumento de la época romana que se utilizaba en trabajos de minería. (Medidas: 103 x 100 x 30 cm).

empezar, se dio un cambio radical a los materiales, por ejemplo, se introdujo el uso del cristal, y fueron modelos simbólicos de las distintas corrientes estéticas e ideológicas de cada momento. Los totalitarismos utilizaron las maquetas para reafirmar el poder autoritario del Estado, a través de grandes maquetas del planeamiento urbano, es decir, la maqueta de la ciudad se convirtió en protagonista de la planificación estratégica.

Ingeniería en miniatura

El uso de maquetas en el ámbito de la ingeniería no es tan generalizado como en el de la arquitectura, pero sí tiene ejemplares valiosos desde el punto de vista histórico y un uso actual a través de la experimentación, sobre todo en el campo de la ingeniería hidráulica, con modelos reducidos.

El Real Gabinete de Máquinas del Buen Retiro

Con el fin de acotar el ámbito de estudio, nos centraremos en España y, en particular, en el siglo XVIII, momento en el que Agustín de Betancourt, creador de la Escuela de Caminos y motor de la ingeniería moderna en nuestro país, creó el Real Gabinete de Máquinas del Buen Retiro. Surgido como propuesta de Fernán Núñez, embajador de España en Francia, al conde de Floridablanca, entonces secretario de Estado de Carlos III, se trataba de reproducir, en maqueta o plano, cuantas máquinas fuesen posible y que estuvieran relacionadas con las obras públicas. Los



CEDEX-CEHOPU

Modelo de ensayo de la presa de Qentar (Granada) del ingeniero Carlos Fernández Casado. Escala: 1:50. Archivo Carlos Fernández Casado.

alumnos que trabajaban en París en la École des Ponts et Chaussées a las órdenes de Betancourt se pusieron a continuación manos a la obra. El resultado fue el primer museo español dedicado a la ingeniería, una colección de 270 maquetas, 359 planos y 99 memorias que se instalaron en los salones del palacio del Buen Retiro.

En 1794 López de Peñalver, ingeniero compañero de Betancourt, editó dos obras relacionadas con el Real Gabinete, el *Catálogo del Real Gabinete de Máquinas* y la *Descripción de las máquinas de más general utilidad que hay en el Real Gabinete*. En la primera parte del Catálogo se relacionan algunos de los modelos siguientes: "1. Montea; 2. Máquinas para clavar y arrancar estacas; 3. Máquinas para serrar estacas debaxo (*sic*) del agua; 4. Máquinas para sacar la arena de los ríos; 5. Máquinas para levantar pesos; 6. Andamios y varios métodos de enlazar las maderas para puentes, molinos y otras máquinas; 7. Puentes y cimbrías; 8. Esclusas para los canales, ríos y puertos de mar; 9. Bombas y máquinas para elevar el agua; 10. Máquinas relativas a la conducción de las aguas; 11. Carros que usan en Francia para trasladar toda especie de mercancías, piedras, maderas, etc. y máquinas para pesarlas; 12. Armaduras y modos de enlazar las maderas para cubrir los edificios; 13. Máquinas para dibujar, niveles y otros instrumentos; 14. Varias máquinas relativas a diferentes artes y manufacturas". Según se indica en el libro, las máquinas se reprodujeron con sumo cuidado y tuvieron como inspiración originales que habían funcionado en París, Marsella, El Havre, Rouen, Orleans, Neuilly, Ostende, etc.

La historia de este museo singular está llena de avatares. Al inicio de la Guerra de la Independencia, el material se trasladó a la Academia de Bellas Artes para volver después al Buen Retiro y en 1814 trasladarse al Palacio de Buenavista. Al año siguiente volvió a viajar hasta la sede de la Real Sociedad Matritense de Amigos del País y finalmente Fernando VII las ubicó en el Real Conservatorio de Artes. Más tarde la colección sufrió una múltiple división: una parte quedó en el Museo de las Máquinas de la Escuela de Caminos, Canales y Puertos, y otra, en el Real



Maqueta de la infraestructura de cubierta del frontón Recoletos. Archivo Torroja. CEHOPU-CEDEX. Signatura. I-ETM-125-02_05

Conservatorio de Artes, de donde fue al Real Instituto Industrial. En la actualidad, el Real Gabinete se encuentra disperso en museos y colecciones privadas de dentro y fuera de España.

El museo de la Escuela de Caminos

No podemos dejar de citar aquí, por otra parte, la importancia que las maquetas o modelos tuvieron en las exposiciones universales, en pleno auge a partir de la segunda mitad del siglo XIX, en las que todos los países mostraban al mundo, entre otras cosas a través de estos modelos, los grandes avances de la ciencia y la técnica. Las maquetas expuestas en las distintas exposiciones fueron fuente de inspiración de los ingenieros españoles de la época, como por ejemplo Lucio del Valle, que intervino en varias ocasiones, junto con Ramón Echevarría y Andrés Mendizábal, inspirándose en la École Nationale des Pons et Chaussées francesa para organizar en la Escuela de Caminos de Madrid, una colección de modelos y maquetas a semejanza de la proyectada en la escuela francesa, y con un fin, además de estético, netamente didáctico.

El contenido de esta colección se alimentó, por un lado, con modelos del Real Gabinete de Máquinas cuando éste se desmembró y, por otro, con las maquetas exhibidas en las distintas exposiciones universales. Organizado en torno a cuatro salas, contaba con piezas de todas las ramas de la ingeniería, como faros, esclusas, andamios o "máquinas



Modelo físico a escala reducida del río Guadalquivir a su paso por Andújar.

de hincar pilotes”. Había una sala dedicada a temas ferroviarios, como un puente de hierro, modelos de bombas, traviesas, plataformas o grúas. Siendo director de la Escuela el propio Lucio del Valle se dio un impulso al museo al incorporar los modelos presentados en la Exposición Universal de 1867, entre otros, “tres modelos del depósito de Campo de Guardias en el acueducto del Lozoya”, ubicados en la tercera sala dedicada sobre todo, a temas hidráulicos. En la cuarta sala, sin un orden concreto, se acumulaban puen-

Maqueta del puente La Reina sobre el río Arga en Navarra. 1050. (Medidas: 17 x 48,7 x 145,2 cm).

tes de fábrica, hierro y madera, un grupo de esclusas, grúas y cimbras, además de faros, modelos de armaduras o cabrestantes. En la actualidad quedan algunos restos en la Escuela de Caminos ubicada en la Ciudad Universitaria, pero después de los numerosos traslados de la sede y el avance del siglo XX que dejó obsoleto este método de enseñanza, han quedado como un residuo marginal, solo de interés histórico para bibliotecarios y archiveros.

Los museos militares también albergan gran cantidad de maquetas, en su mayoría procedentes del siglo XIX para uso de los cadetes de las academias militares. Se trata de representaciones a escala de batallas, edificios y obras de ingeniería creadas con un fin meramente didáctico. Destacan las maquetas de fortificaciones costeras abaluartadas españolas y americanas, en las que se percibe la importancia del estudio geográfico para conseguir la efectividad defensiva.

Modelos físicos a escala reducida

Estas maquetas antiguas, que tuvieron su impagable utilidad en un determinado momento, en la actualidad no han muerto del todo. En el ámbito de la ingeniería se siguen utilizando lo que se denominan modelos reducidos, en general con fines experimentales, ya que son todavía necesarios para el cálculo y sirven para explicar el fenómeno físico que se presenta en la realidad. Los modelos físicos reducidos





son, sobre todo, una herramienta muy útil en el campo de la hidráulica fluvial y una técnica para resolver problemas de ingeniería hidráulica en general. La réplica reducida es lo que se conoce como modelo, frente a la realidad que se llama prototipo. Los modelos físicos y los simuladores de maniobras en tiempo real son útiles con los que se comprueba y optimiza lo previamente diseñado y su necesidad viene determinada por la imposibilidad de dar respuesta a los múltiples problemas de la ingeniería. Por ejemplo, la simulación de maniobra de buques entraña inevitables simplificaciones de la realidad y un análisis centrado solo en los aspectos más importantes, dichas simplificaciones permiten analizar procesos de difícil apreciación en la realidad.

En conclusión, son una herramienta para validar el diseño y probar diferentes alternativas con el fin de mejorarlo. Y aunque son relativamente caros, en comparación con el coste total de la obra, suelen representar un porcentaje ínfimo. Se utilizan con frecuencia para el estudio de represas, puentes, esclusas, puertos, aeronaves en túneles de viento, etc., requiriéndose muchas veces para obras complejas la construcción de más de un modelo.

En el año 2017 la Fundación Juanelo Turriano organizó una exposición sobre “Maquetas y modelos históricos. Ingeniería y construcción” que, además de un gran atractivo desde el punto de vista estético, aporta

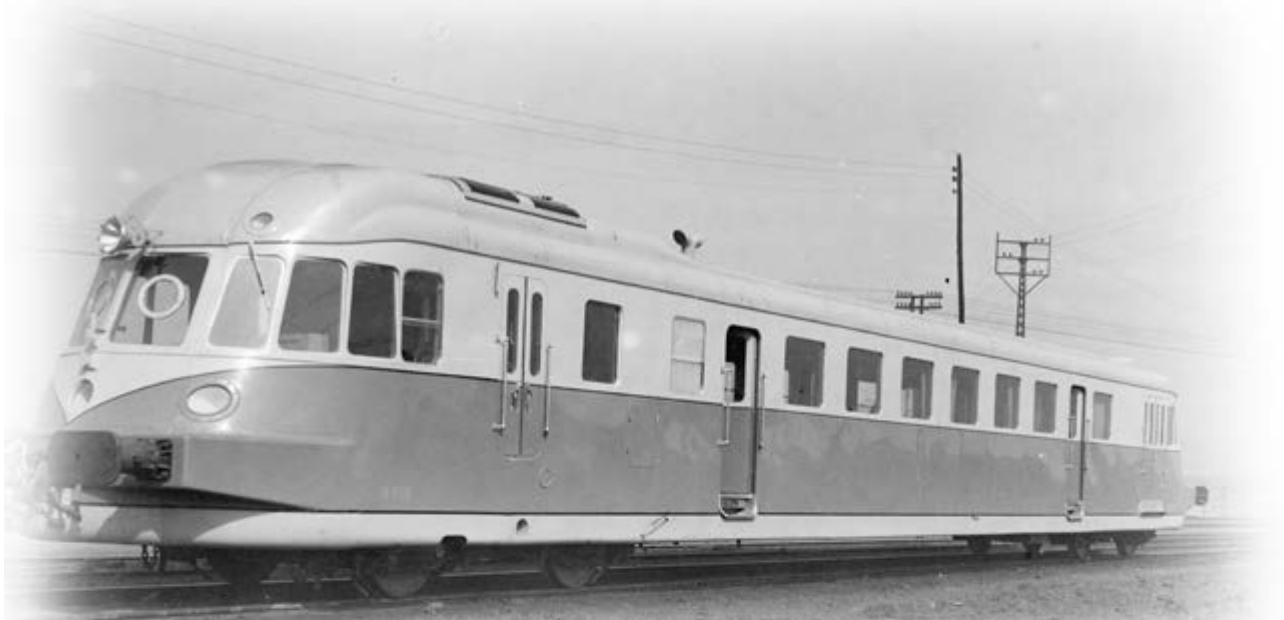


Modelo físico de una presa a escala reducida.

numerosa información sobre los modelos en el ámbito de la ingeniería; se puede visualizar en el catálogo correspondiente editado para la ocasión. Por otra parte, el CEDEX cuenta en su página web con un interesante museo virtual de todas las maquetas que se han ido confeccionando para las distintas exposiciones que han tenido lugar a lo largo del tiempo, desde 1983, fecha de su creación, hasta la actualidad. Se puede consultar en la página web: [MUSEO VIRTUAL CEDEX. Colección de maquetas](#) ■



175 años de historia ferroviaria en España (Segunda parte)



La era pública 1941-2023



El 24 de enero de 1941 fueron nacionalizadas las concesionarias privadas y creada Renfe para que se hiciera cargo de la explotación. De esta forma se inició la «era pública» de la historia ferroviaria, que llega hasta el presente. En este segundo artículo se explican, en primer lugar, las circunstancias que atravesaron los ferrocarriles españoles durante la guerra de 1936-1939 y, en segundo lugar, se abordan las dos grandes etapas del franquismo, durante las cuales se concatenaron una inédita regresión y una histórica modernización del ferrocarril. Por último, se analiza lo ocurrido durante la democracia, en particular los grandes cambios habidos en la demanda y en el marco institucional.

Escisión y represión durante la guerra de 1936

El sistema concesional llegó a 1936 en una situación de agotamiento irreversible. No en vano, el 5 de junio, el Gobierno de Santiago Casares Quiroga puso en marcha una iniciativa parlamentaria con el fin de establecer una coadministración en aquellas compañías que tuvieran un régimen de consorcio con el Estado. La sublevación militar de julio no solo lo paralizó, sino que también dio lugar a dos realidades distintas.

La red que permaneció bajo el control del legítimo gobierno republicano quedó caracterizada por la gestión conjunta que llevaron a cabo el Estado y las organizaciones obreras. Su actuación fundamental se centró en compatibilizar el funcionamiento del ferrocarril para garantizar el éxito militar y la satisfacción de las reivindicaciones reclamadas por los trabajadores desde hacía años atrás. Muy pronto se hizo evidente que esta pretensión era difícilmente alcanzable. Y, mientras se iban imponiendo las urgencias militares sobre las mejoras laborales, que se hicieron realidad parcialmente o se pospusieron, fueron surgiendo

fuertes tensiones entre ambas partes, así como dentro de los propios sindicatos, que no acabaron de resolverse.

Los militares felones también supeditaron la explotación del ferrocarril a las necesidades bélicas, procediendo a reorganizarlo como un recurso castrense más. Al mismo tiempo que se resolvía esta circunstancia, se represalió a los trabajadores, contraviniendo los principios básicos de la justicia penal liberal. Con ello, además de imponer una estigmatización colectiva, se forzó a todos los agentes para recuperar sus puestos de trabajo, a que desmostraran su inocencia en un proceso judicial iniciado por el Ejército y culminado por las propias compañías. Únicamente dos tercios salvaron esta «depuración» sin consecuencias disciplinarias, el resto recibió diferentes medidas punitivas, entre las que cabe destacar los 7400 despidos aplicados y las sanciones impuestas a las mujeres ferroviarias. Esta represión laboral no fue óbice, en todo caso, para que varios miles de trabajadores fueran encarcelados, exiliados y asesinados, convirtiéndose la represión en un fenómeno de grandes consecuencias sociales y políticas.

- **Texto:** Miguel Muñoz Rubio, Historiador de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles
- **Fotos:** Fototeca del Archivo Histórico Ferroviario Fundación de los Ferrocarriles Españoles Flickr de Renfe

La nacionalización y la creación de Renfe

Una vez abordadas estas dos cuestiones, el Gobierno de Franco tomó las primeras medidas para transferir la gestión directa del ferrocarril al Estado, llegando a menospreciar a los directivos de las concesionarias. Tras decretar diferentes medidas que anularon las funciones de sus órganos directivos, la Ley de Bases de Ordenación Ferroviaria y de los Transportes por Carretera del 24 de enero de 1941 nacionalizó las compañías de ancho ibérico que habían venido explotando el ferrocarril desde 1848, y creó la empresa pública Renfe para continuar con ella. Por otro lado, la Explotación de Ferrocarriles del Estado (EFE) –instituida en 1926 para que, desde el Ministerio de Obras Públicas, hiciera lo propio con las líneas de vía estrecha que quedaran bajo su potestad– recibió la encomienda de gestionar las trece líneas que tenía a su cargo en ese momento y otras seis que recibió durante los meses siguientes, alcanzando todas ellas una longitud de 850 kilómetros.

En 1941 el sistema ferroviario español quedó formado por una red pública de ancho ibérico de 12 364 kilómetros de longitud

La nacionalización supuso que el ferrocarril gestionado por el Estado pasara a representar en torno al 75% del total, cuando antes apenas llegaba al 5%.



Consejo de administración de Renfe en 1951 en el Palacio de Fernán Núñez. En el centro aparece Rafael Benjumea Burín, presidente de Renfe, escoltado a su derecha por José María García-Lomas, quien acababa de ser nombrado director general, y a su izquierda por José María Rivero de Aguilar, sustituido por el anterior.

que comunicaba entre sí todo el territorio nacional, y una serie de líneas de vía estrecha distribuidas regionalmente con una longitud de 5080 kilómetros –4230 privados y 850 públicos–. La nacionalización supuso que el ferrocarril gestionado por el Estado pasara a representar en torno al 75 % del total, cuando antes apenas llegaba al 5 %. La inversión no solo fue cuantitativa, sino también conceptual, ya que, a partir de entonces, los caminos de hierro pasaron a ser un asunto exclusivo del Estado.

Un capítulo singular de la nacionalización consistió en la compensación dada a las empresas privadas por el rescate anticipado de sus concesiones. Tal como mandataba el Estatuto Ferroviario

de 1924, un extenso y detallado proceso llevado a cabo desde el Gobierno fijó el valor de las indemnizaciones correspondientes, que las compañías rechazaron porque, según sus propias estimaciones, debían ser el doble. La evaluación del rescate dejó claro el nulo valor de las instalaciones y de los equipos. Sin embargo, cuando el conflicto no encontraba solución alguna, el Gobierno compró las acciones y obligaciones de las concesionarias por una cantidad muy próxima a la reclamada por las mismas. No obstante, al final la operación acabó siendo totalmente beneficiosa para el Estado, ya que la elevada inflación subsiguiente laminó dichas indemnizaciones al ser estas abonadas en

títulos de deuda pública a un tipo de interés fijo.

La regresión de la autarquía

La organización de Renfe representó un reto muy complejo puesto que hubo que integrar a veintitrés instituciones que contaban con culturas distintas, y, en muchos aspectos, incluso con tecnologías heterogéneas. Resultó razonable que los nuevos gobernantes decidieran situar al frente de la nueva empresa pública a los anteriores directivos de las compañías privadas. Igual de afortunado resultó que agruparan provisionalmente las líneas en las tres grandes zonas que antes abarcaban, respectivamente, a las redes de Norte, MZA y Oeste-Andaluces. También fue un acierto que optaran por el mismo esquema productivo que éstas mantenían desde hacía varios decenios –las cinco grandes divisiones de Explotación, Material y Tracción, Vía y Obras, Eléctrica y Comercial–. Pero, por el contrario, la distribución de las competencias afectas al transporte entre numerosos organismos públicos, entre los que prevalecía la propia presidencia del Ejecutivo, conformó una hipertrofia burocrática y jerarquizada que tuvo consecuencias negativas para el sistema.

Renfe se constituyó formalmente el 1 de febrero de 1941. Una instantánea anónima de 1951 permitió conocer el grave escenario –Palacio de Fernán Núñez– donde celebró su primera sesión el consejo de administración doce días después de ser nombrado el 22 de febrero, sin embargo, las funciones y competencias de sus órganos directivos no fueron establecidas hasta el 11 de julio. Como demostraron notoriamente el Plan General de Obras de 1945, el Plan General de Electrificación de 1946 y el Plan General de

R.E.N.F.E.



Vista del interior del coche-panorámico del Talgo II en 1950, año de su inauguración.

se convirtiera en excelentísimo viajero capaz de protagonizar todo tipo de actuaciones, como cuando, por ejemplo, inauguró el Talgo en 1950 entrando en la estación de Valladolid escoltado por 21 aviones cazas. Pero lo cierto es que, más allá de esta anécdota, durante la autarquía los caminos de hierro recibieron una escasa inversión que, según sus propios gestores, fue únicamente suficiente para impedir su derrumbe. Como botón de muestra cabe resaltar el caso del stock de la infraestructura –el valor monetario de las inversiones acometidas– habida cuenta de que, después de caer 17,7 puntos durante la guerra, continuó haciéndolo hasta tocar fondo en 1962 en 62,1 puntos.

Dieciséis años después de acabar la guerra, todos los indicadores disponibles mostraron, inequívocamente, que los estándares de las fuerzas productivas y del servicio prestado eran inferiores a los alcanzados en 1929 e, incluso, a los de 1914. Fue imposible ocultar que el sistema ferroviario se mantenía haciendo pagar un precio enorme a todos los concernidos. Los trabajadores vieron empeorar sus condiciones de trabajo y derechos laborales. Y los viajeros sufrieron viajes en deplorables condiciones por los continuos retrasos y los numerosos incidentes y accidentes

que tuvieron lugar durante esos años negros. Sin embargo, las contadas mejoras introducidas se destinaron a hacer posible los proyectos de la dictadura, como fue el caso de la electrificación de la línea Madrid-Ávila-Segovia; o a beneficiar a los proveedores, como ocurrió con las fábricas de material rodante y las empresas de obra civil; también a proporcionar a las clases más acomodadas mejores servicios, como acaeció con los TAF y el Talgo; o incluso a satisfacer los intereses militares norteamericanos, como aconteció con las inversiones derivadas de la ayuda americana.

La modernización de los años sesenta y setenta

Gracias al rescate aplicado por el Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo (BIRD) para salvar al Régimen tras el fracaso que había representado la autarquía, el ferrocarril pudo evitar su colapso. Ajustándose a la metodología establecida en Bretton Woods, esta institución financiera internacional redactó en 1962 un informe, que constituyó el «manual de instrucciones» que se debía seguir. Teniendo como norte la recuperación de la «pulsión del mercado», Renfe tuvo que acometer una significativa modificación de su organización;

Reconstrucción y Reformas de 1949, el hándicap más grave al que tuvo que hacer frente Renfe para llevar a cabo la explotación fue el maltrecho estado en que se encontraban los equipos y las instalaciones. En efecto, la inadecuada renovación realizada durante los años pretéritos, y la sobreexplotación e importantes daños sufridos durante la acabada guerra, requirieron un esfuerzo extraordinario y mantenido a lo largo de varios años para recuperar la normalidad. Sin embargo, la dictadura no titubeó a la hora de convertir el ferrocarril en un símbolo –lograr una rápida industrialización para consumir la misión de devolver la grandeza a España–. No fue fruto del azar que el propio Franco



Estación de Valladolid, años 60.

Todos estos recursos fueron los más cuantiosos que recibió el ferrocarril desde 1848 e hicieron posible que se transformara sustancialmente al sustituir las tecnologías y las organizaciones.

modernizar su política comercial, lo que conllevó la actualización de las tarifas; lograr el equilibrio financiero; cerrar numerosas líneas y estaciones deficitarias y reducir la plantilla y establecer unas nuevas relaciones laborales.

Todo ello fue recogido en el Plan Decenal de Modernización 1964-1973 (PDM) y en el Plan Renfe 1972-1975, ambos financiados, fundamentalmente, con aportaciones directas del Estado, pero también con varios créditos rubricados con el propio BIRD, entre 1964 y 1971, por una suma de 205 millones de dólares. Todos estos recursos fueron los más cuantiosos que recibió el ferrocarril desde 1848. Y, lógicamente, hicieron posible que,

durante esta segunda etapa de la «era pública», se transformara sustancialmente al sustituir las tecnologías y las organizaciones que todavía le significaban, muchas de ellas anticuadas por las desarrolladas a partir de 1960. Sus logros más visibles fueron que las modernas locomotoras diésel y eléctricas sustituyeran a las centenarias de vapor, y que las vías se comenzaran a llenar de ferrobuses para las Cercanías y de TAF, TER y Talgos para los servicios de media y larga distancia. Entre sus hitos cabe destacar, la renovación integral que conoció la infraestructura; la modernización de los sistemas de comunicación y de seguridad, ya que, en este último caso, el bloqueo

automático y el CTC superaron en 1975 los 3000 kilómetros de extensión; y los 3140 kilómetros de las líneas electrificadas alcanzados en 1968, cuando en 1953 solo eran 722.

La aplicación de esta acción modernizadora tuvo considerables consecuencias negativas para el empleo, ya que las exigencias del Banco Mundial hicieron que Renfe redujera, entre 1962 y 1973, su plantilla de 126 467 a 73 197 trabajadores. Esto, junto a la introducción de la Organización Científica del Trabajo en los talleres, desencadenó un crónico conflicto laboral que, al cabo, se convirtió en la matriz del nuevo movimiento obrero y del sindicalismo democrático.

Todo esto formó parte del cambio estructural que estaba experimentando la economía española, con la emergencia de la industria como sector dominante y de la transición demográfica como fenómenos más destacados. No fue accidental que se produjera una histórica revolución de la movilidad de las personas, puesto que los viajeros por kilómetro crecieron, entre 1950 y 1975, de 13 732 a 144 461 millones. Mientras este *big*



Locomotora de los años 70.

bang, que no tuvo precedente alguno, era liderado por la carretera, la cuota de mercado del ferrocarril cayó a un dramático 10%. No obstante, el incontrolado crecimiento urbano hizo que las Cercanías comenzaran a convertirse en una oferta especializada que le daba un mercado donde resultaba insustituible. En el transporte de mercancías, la carretera, que no dejaba de ganar posiciones, aminoró la cuota de mercado ferroviario, pasando del 52 % al 12 % entre 1950 y 1975. Entre las diferentes causas que explican esta dinámica sobresale que su demanda siguiera procediendo de los sectores primario y secundario, cuando estaban ocupando un lugar cada vez más preferente otros tipos de mercaderías de menor peso y volumen, pero de mayor valor añadido y necesitadas de nuevos sistemas logísticos y de transporte. Para adaptarse a ello, Renfe puso en funcionamiento el 12 de julio de 1972 sus dos primeros trenes de contenedores entre Peñuelas y Morrot.

La actuación legislativa, en el caso de los ferrocarriles de vía estrecha, se inclinó por mantener solo aquellos que fueran solven-

tes económicamente, cerrando el resto como única opción posible. En 1965 EFE fue convertido en una entidad de derecho público con personalidad jurídica y patrimonio, denominada Ferrocarriles de Vía Estrecha (Feve) y su función residió en elegir el medio que resultase más beneficioso en virtud de criterios establecidos por el mercado. Y como éste no debía ser necesariamente ferroviario, entre 1958 y 1975, se cerraron 28 líneas, siendo, precisamente, durante el período 1964-1970 cuando se alcanzó la mayor intensidad. Las líneas que sobrevivieron fueron aquellas que se especializaron como servicios de transporte metropolitano.

Los cambios institucionales de la democracia

Los primeros gobiernos de la democracia, conscientes de la gravedad de la situación, aplicaron unas políticas que, si en lo en lo coyuntural trataron de paliar la situación, en el largo plazo prepararon el camino para que el ferrocarril se adaptara a un nuevo marco institucional. La incorporación de España a la Unión Europea en 1985 implicó la asun-

ción de la política de transporte comunitaria, que, desde sus orígenes, tuvo como fin devolver al mercado buena parte de las funciones perdidas tras las nacionalizaciones acontecidas antes y después de la Segunda Guerra Mundial. Este nuevo rumbo adquirió un decisivo impulso con la Directiva 440. Con el fin de reducir el papel del sector público como empresario de transporte para situar al ferrocarril en condiciones de igualdad respecto a los otros modos, esta norma comunitaria fijó sus ejes maestros en separar la gestión de la infraestructura de la explotación, encargando la primera a los Estados y la segunda a las empresas; implantar contratos-programas entre ambos; y establecer nuevas reglamentaciones sobre las subvenciones.

A partir de entonces el devenir del ferrocarril quedó marcado por esta intención de recuperar la concordancia entre la intervención pública y el mercado. El Plan de Transporte Ferroviario (PTF) de 1987 y la Ley de Ordenación del Transporte Terrestre de 1989 así lo asumieron. En este momento ello significó, por un lado, favorecer la «intermodalidad» y la compe-

titividad –se admitió por primera vez desde 1941 la posibilidad de que hubiera presencia privada en la gestión de determinados servicios–; y, por otro, reducir las aportaciones públicas e introducir nuevas formas de gestión.

Y, según lo previsto, como para la Ley de Ordenación del Transporte Terrestre (LOTT) la reorganización de Renfe fue una cuestión estratégica, primero se sustituyó la organización «multidivisional» de Renfe, rehecha parcialmente durante los años anteriores, por el modelo de las «unidades de negocio», con el cual se pasaba a poner como punto de referencia de la gestión los costes de transacción del mercado. Desde este nuevo enfoque se comprende a Renfe como el resultado de tres funciones distintas –operador de transporte; proveedor de bienes y servicios; y mantenedor de la infraestructura–, que, asimismo, debían corresponderse con niveles de organización y criterios de gestión claramente diferenciados. Como operador, asumió la realización de los transportes de viajeros y mercancías, los cuales se satisfacían a través de diferentes unidades de negocios según las características impuestas por el mercado: largo recorrido, regionales, Alta Velocidad y Cercanías, en viajeros; y cargas completas y cargas fraccionadas, en mercancías. Además, se establecieron criterios de gestión, igualmente, discriminados según el comportamiento del mercado, puesto en el que todas las unidades de negocios debían funcionar con criterios de rentabilidad, excepto los regionales y Cercanías por su condición de servicio público. Y, por último, como proveedora de bienes y servicios, Renfe se hizo cargo de la gestión de la tracción, del material remolcado y de un



Estación de Atocha en 1990 de Vista de varias unidades de la serie 440 en la estación de Atocha.

conjunto de servicios –estaciones, taquillas, limpieza, etc.–, a los que se atribuyó la misma naturaleza de servicio público como, asimismo, ocurrió con su función de gestor de la infraestructura y la circulación.

En segundo lugar se optó por concentrar la inversión en la modernización de la red básica para lograr velocidades que, situadas dentro de los límites de los esque-

mas convencionales, favorecieran las demandas con mayores trascendencias económicas y sociales. Fue el caso del Plan de Transporte de Cercanías 1990-1993, ya que aportó una elevada inversión para impulsar un segmento de transporte asentado, entonces, sobre quince núcleos urbanos cuya población alcanzaba los dieciséis millones de habitantes.



Fotograma del primer spot publicitario del AVE Madrid-Sevilla.

Superando un trance que seguro hubiera acabado con su cierre, las líneas de vía estrecha que sobrevivieron conocieron, por su lado, una renovación y modernización gracias a que la Carta Magna reservó a las comunidades autónomas la gestión de aquellas que transcurrieran íntegramente por sus territorios. La Generalitat de Catalunya fue la primera en incluir en 1978, dentro del primigenio paquete de competencias transferidas, los ferrocarriles que reunieran la mencionada condición. Así, asumieron la explotación de los Ferrocarriles de Cataluña S.A. y de la Compañía General de Ferrocarriles Catalanes S.A., para lo cual crearon, el 5 de septiembre de 1979, los Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC). Si el proceso en el País Vasco tuvo un origen anterior, la constitución de Eusko Trenbideak-Ferrocarriles Vascos (EuskoTren) no se produjo hasta mayo de 1982. En la Comunidad Valenciana las cosas fueron más despacio, puesto que los Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana (FGV) no iniciaron su actividad hasta el 1 de enero de 1987. Y la creación de Serveis Ferroviaris de

Mallorca (SFM) fue aún más tardía ya que no se verificó hasta abril de 1994. Estas compañías ferroviarias autonómicas han constituido ofertas especializadas en la movilidad urbana y regional, pero han sido capaces, también, de crear o reconvertir sus ferrocarriles a otras modalidades de transporte, recibiendo para ello grandes inversiones de los gobiernos autonómicos.

La Alta Velocidad

Esta senda se vio sustancialmente alterada cuando el Gobierno aprobó, el 9 de diciembre de 1988, la construcción de una Línea de Alta Velocidad entre Madrid y Sevilla con ancho estándar. Es cierto que no se pretendía implantar esta infraestructura en el resto de la red, ya que el Plan Director de Infraestructuras 1993-2007, manteniéndose fiel a los criterios del PTF, lo consideraba una excepción. Pero al introducirse como objetivo la incorporación de la red ferroviaria española a la red europea de Alta Velocidad, y el éxito del AVE Madrid-Sevilla –en su primer ejercicio pasó de captar el 20 % de la demanda existente al 45 %–, se hizo inevitable la discu-

sión sobre si seguir según los esquemas convencionales o inclinarse decididamente por las nuevas líneas de Alta Velocidad. Tras una inicial e intensa polémica, que, en cierto modo, no se ha cerrado, la Alta Velocidad, operando como un *deus ex machina*, ha alterado el devenir histórico del ferrocarril español. Así, cabe concluirlo del hecho de que se haya configurado una nueva red que, según Adif Alta Velocidad, alcanza en marzo de 2023 una longitud de 3966,7 kilómetros –3027,2 en ancho estándar, 675 en ancho ibérico y 127,1 en ancho mixto–. Lógicamente, según se fueron extendiendo las líneas fue aumentando su demanda hasta sumar en 2019 algo más de 22 millones de viajeros.

A la principal ventaja intrínseca de la Alta Velocidad –la reducción disruptiva de los tiempos de viajes–, se deben añadir, desde esta perspectiva histórica, como sus externalidades más sobresalientes: la influencia que ha tenido en la modernización organizativa de Renfe; la introducción de las nuevas tecnologías que requiere; y el impulso que ha dado a la industria ferroviaria

española para que lograra la capacidad competitiva que tiene hoy en día en el mercado internacional. Todo ello ha influido significativamente en la conformación de una nueva oferta de movilidad que, organizada fundamentalmente en torno a las Cercanías y a la Alta Velocidad, responde a una ordenación del territorio y a una estructura social, cuyos rasgos principales son la hiperconcentración urbana y la hegemonía de las rentas medias. En todo caso, se debe reconocer que la preminencia otorgada a las inversiones en la red de Alta Velocidad ha sido, también, una continuidad natural de una dinámica previa caracterizada, desde hacía decenios, por dejar la demanda de movilidad de las regiones «vacías» y de aquella parte de la población con menores rentas en una situación de vulnerabilidad relativa frente a la pulsión del mercado.

La liberalización del mercado

Hay que destacar que, junto a lo anterior, la historia del ferrocarril español ha estado marcada, durante estos últimos decenios, por la reorganización del sector público

empresarial encargado de su gestión, como paso previo para llegar a la liberalización del mercado de transporte. El marco institucional impuesto por la LOTT fue alterado sustancialmente con la promulgación en octubre de 2003 de la Ley del Sector Ferroviario, ya que, desde el 1 de enero de 2005, Renfe se desagregó en dos nuevas empresas públicas: el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif), que pasó a hacerse cargo de la infraestructura; y Renfe-Operadora, que asumió la prestación del servicio de transporte de viajeros y mercancías. A ello se sumó que Feve, tras extinguirse el 31 de diciembre de 2012, pasó a integrarse en ambas empresas y, finalmente, Adif se segregó en diciembre de 2013 en Adif y Adif Alta Velocidad. Esta ha sido, no cabe duda, la reordenación empresarial más compleja que se ha llevado a cabo en la historia del ferrocarril español, exceptuando la nacionalización de 1941.

El colofón a este proceso de permanente cambio institucional lo ha puesto la reciente liberalización del transporte con la incorporación de operadoras privadas en mercancías y viajeros. Sin duda, ha sido en

este último caso donde este hecho está teniendo más repercusión tanto por sus consecuencias sociológicas, como por su incidencia sobre los precios relativos.

Siguiendo el esquema acuñado por el economista alemán Albert O. Hirschman en 1961, se puede resumir la aportación del ferrocarril durante esta «era pública» concluyendo, primero, que los *backward linkages* –eslabonamientos hacia atrás– generados han sido muy significativos desde 1941. En general, los caminos de hierro han sido uno de los principales demandantes de empleo público y productos energéticos y siderúrgicos, así como decisivos para que se consolidase un sector nacional de bienes de equipos ferroviarios. Y, segundo, los *forward linkages* –eslabonamientos hacia adelante– han contribuido, fundamentalmente, a consolidar, durante la democracia, una oferta clave para hacer posible la movilidad de viajeros, sobre todo, en las Cercanías y, más recientemente, en la Alta Velocidad. Y, cabe añadir, que, ante la emergencia climática, parecen insustituibles para eliminar la huella de carbono. ■

Imagen de un tren de Alta Velocidad de Iryo, última compañía en incorporarse al mercado liberalizado de transporte de viajeros.



Librería del Mitma

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

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

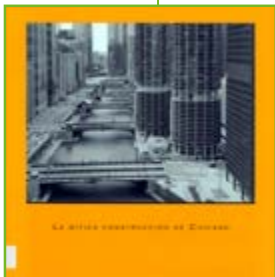
CIUDAD Y TERRITORIO ESTUDIOS TERRITORIALES **CyTET**



Vol. LV. Cuarta época N.º 215 primavera 2023

Fetichismo morfológico
Patrimonio Mundial y Turismo
Impacto de la inmigración sobre el precio de la vivienda española
El imposible acceso a la vivienda en Madrid
Desigualdades energéticas en el área metropolitana de Barcelona
Desarrollo y evolución del Anillo Verde de Vitoria-Gasteiz (País Vasco)
El edificio "Vitalicio" de Murcia: un hito urbano moderno
Submercado de alquiler residencial y asequibilidad (Argentina)
Políticas de mixtura social: Buenos Aires (Argentina)
Configuración del tejido urbano de Villavicencio (Colombia)





Autor: Miguel Aguiló Alonso
Editor: ACS

La mítica construcción de Chicago

Esta obra, con una encuadernación e impresión muy cuidadas, cuenta la historia, el desarrollo y la evolución de la ciudad de Chicago desde un enfoque cercano e ingenieril. Narra las adversidades y los retos urbanísticos relacionados con el agua a los que tuvo que hacer frente la ciudad de Chicago para construir su metrópolis sobre un terreno pantanoso y arcilloso que dificultó su abastecimiento y saneamiento. Asimismo, el libro detalla los planes que se desarrollaron para impulsar la movilidad de la ciudad y que supusieron el desarrollo de una red ferroviaria que vertebró todo el territorio. De igual forma, se describe la innovación arquitectónica y constructiva que experimentó la ciudad de Chicago tras el gran incendio que sufrió en 1871 y que dio lugar a la conocida “Escuela de Chicago”. La obra también cuenta la manera de gobernar que se desarrolló a partir de “los felices años 20” y que tuvo una enorme repercusión en el tejido urbano y en la conformación de los grandes proyectos que marcaron la evolución de la ciudad. Los últimos capítulos se centran en el arte y en los artistas que construyeron y dieron forma a la ciudad, y describen los proyectos transformadores más recientes, con una visión más global, como la reversión del flujo del río Chicago y la construcción del “Canal Sanitario y de Navegación” de Chicago. Finalmente, el grupo ACS, editor de esta publicación, en sus últimas páginas menciona los proyectos que ha realizado y que han contribuido a la construcción de la ciudad de Chicago y su periferia.

Ciudades circulares, cohesivas y creativas

Esta obra de la colección “Ciudad 2030” hace una reflexión sobre el papel de las ciudades circulares, cohesivas y creativas en el desarrollo humano sostenible. A través de la participación de varios autores, se describen tres tipos de ciudad, resaltando sus estrategias y modelos de gobernanza democrática, con el fin de crear ciudades más activas, sostenibles y resilientes, que impulsan a su vez un desarrollo medioambiental, económico, social y cultural. La ciudad circular obtiene del medio próximo todo cuanto necesita, optimiza las formas de uso y consumo, minimiza y reduce sus necesidades, y reutiliza y recicla los residuos generados recuperando los espacios dañados. En cambio, la ciudad cohesiva se centra en el cuidado de las personas que la habitan y transitan, gestiona la diversidad y fomenta la emancipación y vida autónoma al prestar servicios educativos, sociales y de salud de carácter universal. Finalmente, la ciudad creativa potencia el talento y el ingenio de la ciudadanía, diseña espacios accesibles y equitativos, impulsa el desarrollo cultural y ayuda a buscar respuesta a los retos planteados.



Autores: VV. AA.
Editor: Los libros de la Catarata



Autor: VV. AA.
Editor: Fundación de los
Ferrocarriles Españoles

Museo del Ferrocarril de Madrid

Esta guía sobre el Museo del Ferrocarril de Madrid muestra la historia y evolución de este modo de transporte que impulsa, desde hace 175 años, la movilidad de la ciudadanía nacional. Con esta publicación el Museo del Ferrocarril pretende difundir el enorme valor patrimonial de sus piezas, las cuales son huellas únicas de la contribución del ferrocarril a la mejora de la sociedad. Las páginas describen una selección evolutiva de locomotoras (de vapor, eléctricas y diésel), coches de viajeros, piezas de andén o, incluso, enclavamientos hidráulicos como el de Algodor. De igual forma, se detallan las salas temáticas del museo que representan una oportunidad para explorar la infraestructura ferroviaria; ejemplo de estas salas son: la Sala de Relojes, los cuales han marcado durante décadas las salidas, llegadas y cruces de trenes; la Sala Andaluces, reservada al material rodante; la de Modelismo, como expresión del entusiasmo de una época que entendía el ferrocarril como símbolo de progreso; y la maqueta del Territorio Ferroviario, una de las más grandes e impresionantes de Europa. Además, narra como fue la gestación del museo ubicado en la estación de Madrid-Delicias, las tareas destinadas a la conservación de la colección y las diferentes actividades que llevan a cabo para atender a todos los públicos.

2023

Mapa Oficial
de Carreteras[®]
ESPAÑA



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

Donde quieras ir

Incluye:

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

También en la aplicación:

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

COULANT DE CHOCOLATE

PATROCINADO POR EL TRANSPORTE PÚBLICO

Ahora,
darte un capricho
**te costará
entre poco y nada.**

AYUDAS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO

Bonos y títulos **gratis**, y descuentos del **50%**,
para moverte de manera económica, sostenible y rápida.



Transporte público. ¡Sube, que ha bajado!

Infórmate en: www.mitma.gob.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

Nuestra razón *eres tú*