

nº 726 / junio 2022

mitma

Revista del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana



Poniendo orden en el espacio aéreo urbano



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA



Puertos del Estado



Salvamento Marítimo



Investigación y Desarrollo al servicio de las personas



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

- 2** **Volando voy... al aeropuerto**
Un nuevo modelo del transporte aéreo
- 10** **Mitmaactual**
- 20** **Una única red de alta velocidad**
El nuevo túnel Chamartín-Atocha interconecta las líneas al norte y sur de Madrid
- 30** **El big data irrumpe en las carreteras**
Comportamiento de los vehículos que discurren por la Red de Carreteras del Estado
- 42** **Primer modelo nacional de demanda**
Nuevas herramientas de apoyo al proceso de planificación de infraestructuras y movilidad
- 50** **Mas vale prevenir...**
Formación para la prevención de accidentes de tráfico de mercancías peligrosas por vía marítima.
- 58** **Treinta años de Alta Velocidad**
Un caso de éxito que ha cambiado el modo de viajar en España
- 66** **En bici al trabajo**
Campaña de comunicación para promocionar la bicicleta en la movilidad laboral
- 74** **La Biblioteca del IGN:**
Grandes fondos por descubrir al alcance de todos
- 84** **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: Miguel Ángel García Barbero, Óscar Gutiérrez-Bolívar, Ignacio Fernández García, Juan Andrés Pérez Pérez, Ángel L. Rodríguez, Adrián Muelas Gil y Marcos Pavo López. **Fotografía:** Daniel Ramo, F. Javier Abad y, Alejandro García. **Imagen de cubierta:** Imagen de the iop en Pixabay e Imagen de Karl Raimon Rotante en Pixabay. **Comité de Redacción:** Presidencia: Jesús M. Gómez García (Subsecretario de Mitma). Vicepresidencia: Angélica Martínez Ortega (Secretaría General Técnica). Vocales: Silvia Zancajo (Directora de Comunicación), Raúl Míguez Bailo (Director del Gabinete de la Secretaría de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana), Aida Joaquín Acosta (Jefa del Gabinete de la Subsecretaría), Mónica Marín Díaz (Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras), Roberto Angulo Revilla (Jefe del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes y Movilidad), María Isabel Badía Gamarra (Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Agenda Urbana y Vivienda).

Diseño y Maquetación: Chelo Cruz (Centro de Publicaciones).

Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid.

Teléfono: 915 977 000. **Suscripciones:** Esmeralda Rojo. **Teléfono:** 915 977 261. **E-mail:** cpublic@mitma.es

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

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

La Movilidad Aérea Urbana llega a España de la mano de ENAIRE



Los aerotaxis ya se comercializan en las ferias internacionales de navegación aérea y drones.

Volando voy... al aeropuerto

Un nuevo modelo del transporte aéreo

- Texto: Miguel Ángel García Barbero
Fotos: ENAIRE

El transporte aéreo camina hacia un nuevo paradigma: ciudades con aerotaxis con tripulación, drones-helicópteros sólo con pasajeros, paquetería distribuida por drones... Es la denominada Movilidad Aérea Urbana, en la que ENAIRE, como coordinador de la información para el desarrollo avanzado de los drones en España, cuenta con una función esencial.

Ir volando en

un aerotaxi al Aeropuerto desde el centro de la ciudad como hacemos con un taxi o un vehículo de transporte con conductor (VTC); ser pasajeros de un gran dron similar a un helicóptero pero sin piloto, con un procedimiento semejante al alquiler urbano de bicicletas; recibir un paquete con la última compra *on line* mediante un dron avanzado que lo deja en la dirección indicada. La Movilidad Aérea Urbana ya no es ciencia ficción sino una realidad cuya evolución y programación será presentada por ENAIRE en Madrid del 21 al 23 de junio en la mayor feria del mundo de navegación aérea, World ATM Congress, en su edición de 2022.

ENAIRE gestiona las solicitudes de vuelo de drones para garantizar la seguridad operacional con la aviación tripulada. Como gestor nacional de navegación aérea, ENAIRE tendrá una función esencial como coordinador de la información para el desarrollo avanzado de los drones en nuestro país.

La navegación aérea cambiará con la convivencia de todo tipo de aeronaves manteniendo la seguridad gracias al concepto U-space, que permite a los agentes de drones certificados que operen libremente en un espacio asignado por ENAIRE.

Para ello, ENAIRE ha invertido 1,4 millones de euros (1 349 000 euros impuestos excluidos) en el

desarrollo de su plataforma de gestión automatizada y digital de drones (U-space).

Esta inversión permitirá a ENAIRE estar preparada para la prestación de los servicios U-space para la gestión automatizada de las operaciones de drones más allá del alcance de la vista (BVLOS) en volúmenes de espacio aéreo denominados 'espacio aéreo U-space'. Además, ENAIRE gestionará de forma centralizada los 'servicios comunes de información' o CIS (Common Information Services), esenciales para soportar de manera segura las operaciones de drones cuando entre en vigor, en enero de 2023, el nuevo reglamento europeo sobre uso avanzado de drones.

Como proveedor de los 'servicios de información común', ENAIRE será el facilitador único de información y datos operacionales e interfaz entre los proveedores de servicios convencionales de tránsito aéreo y los de servicios U-space, que serán las entidades que presten estos servicios a los operadores de drones.

En conformidad con la arquitectura 'single CIS Provider' del reglamento actual de U-space, la plataforma U-space de ENAIRE será de los primeros desarrollos de este tipo de sistemas en Europa en diferenciar y desplegar centralizadamente los 'servicios de información común', constituyéndose así la actuación como una referencia no

sólo nacional sino también internacional.

La plataforma U-space de ENAIRE ha sido diseñada para prestar, en una primera fase, servicio a los usuarios finales con la realización de las pruebas necesarias de validación de diferentes tipos de operación de drones y llevar a cabo el proceso de certificación exigido por el Reglamento actual.

Posteriormente, en 2023, la plataforma se dividirá entre un "single CIS Provider" (CISP) y un Proveedor de Servicio U-space (USSP) para administraciones y entidades públicas, entrando otros proveedores USSP en mercado competitivo para el resto de usuarios.

Apoyo del Gobierno de España

El Gobierno de España está impulsando el desarrollo de la Movilidad Aérea Urbana en nuestro país. En este sentido, el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma), a través de ENAIRE, y el Gobierno de Navarra, a través de la Dirección General de Interior, firmaron el 10 de septiembre de 2021 en Pamplona un protocolo de actuación para el fomento del I+D+i en el ámbito aeroespacial.

La ministra Raquel Sánchez afirmó entonces que "gracias al protocolo que acabamos de suscribir, apoyamos lo que será la movilidad aérea urbana en nuestro país". Esta



La ministra Raquel Sanchez en la firma de un protocolo de actuación para el fomento del I+D+i en el ámbito aeroespacial con el Gobierno de Navarra.

ENAIRE ha creado un foro de encuentro con los grupos de interés del sector de los drones donde plantear y analizar iniciativas de mejora y necesidades de la aviación no tripulada.



Ángel Luis Arias, director general de ENAIRE.

participación conjunta desarrollará actividades centradas en la investigación de soluciones y desarrollo potencial de procedimientos, herramientas y prototipos que impulsen el desarrollo del sector de la futura Movilidad Aérea Urbana o Urban Air Mobility (UAM).

GO-DRON, foro de todo el sector

ENAIRE ha creado un foro de encuentro, denominado GO-DRON (Grupo de Trabajo Operativo de Drones) con los grupos de interés del sector de los drones, donde plantear y analizar iniciativas de mejora relacionadas con las necesidades de la aviación no tripulada, en los ámbitos profesional y recreativos, relativas a la navegación aérea.

En la creación de este foro, el 24 de febrero del pasado año, Ángel Luis Arias, director general de ENAIRE, destacó que “desde ENAIRE se está impulsando el desarrollo de este sector” e indicó que GO-DRON “va a ayudar a escuchar al sector, a identificar las mejores prácticas y a desarrollar los nuevos conceptos operativos como U-space que permitan la convivencia de todo tipo de aeronaves garantizando la seguridad”.

El grupo GO-DRON está formado por ENAIRE, las asociaciones de líneas aéreas AECA y ALA, el SEPLA, la Axencia Galega de Emerxencias, la Asociación Española de Lucha Contra El Fuego (ASELF), la asociación de defensa TEDAE, la Dirección General de Aviación Civil, Aena, AESA, Estado Mayor del Aire, el Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales de la Agencia Tributaria, la Secretaría de Estado de Seguridad, en representación de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, la Sección de Apoyo Aéreo de la Policía Mu-

nicipal de Madrid y la Universidad Politécnica de Valencia.

¿Qué es U-space?

Debido al crecimiento exponencial en la demanda de las operaciones de drones favorecido por las nuevas aplicaciones, es necesario contar con un conjunto de servicios, muy específicos y digitalizados que permitan integrar, de manera segura y eficiente, una gestión automatizada de un gran número de operaciones simultáneas de drones en una misma porción de espacio aéreo.

La Comisión Europea tomó la iniciativa política a finales de 2016 para el establecimiento y despliegue del concepto de gestión automatizada de las operaciones de drones en la Unión Europea, denominado U-space.

El U-space facilitará las operaciones de drones, desde las más sencillas (tomar fotos de un paseo por el campo) hasta las más complejas (operaciones en entornos urbanos de alta densidad) y su integración segura en el espacio aéreo con las actuales operaciones convencionales gestionadas por los servicios de navegación aérea.

Los distintos servicios de U-space se implementarán progresivamente en los próximos años. En los aspectos de innovación y de desarrollo tecnológico para el despliegue y soporte del concepto U-space, la Comisión Europea se apoya en el programa SESAR de la SESAR Joint Undertaking, en el seno del cual se están llevando a cabo proyectos de demostración a gran escala necesarios para el despliegue seguro de tecnologías que soporten los servicios U-space.

A escala nacional, el 'Plan estratégico para el desarrollo del sector civil de los drones en España 2018-

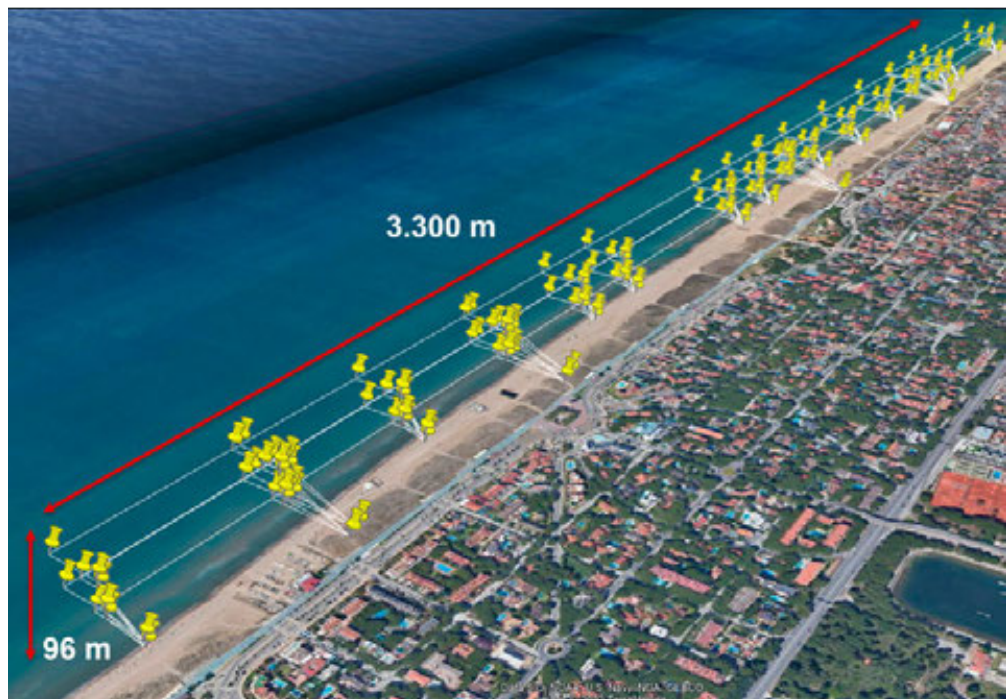


Presentación de los resultados de las pruebas de vuelo simultáneo de drones en la Universitat Politècnica de Catalunya.

21' elaborado por Mitma, a través de la Dirección General de Aviación Civil en 2018, identificó a ENAIRE como agente responsable para la implantación del sistema U-space de forma efectiva y ordenada.

Pruebas realizadas con éxito

ENAIRE ha desarrollado diversas pruebas de integración de drones que han dado buenos resultados y dispone de la experiencia necesaria



Cerca de 200 drones sobrevolaron simultáneamente la playa de Castelldefels, un espacio controlado por ENAIRE por su cercanía al Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat.



Uno de los drones que participaron en el ejercicio de Castelldefels para avanzar en la utilización de drones en repartos de paquetería.



Dron en una calibración de ENAIRE en el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

para seguir avanzando. Destaca el proyecto DOMUS que ENAIRE lideró en 2019. Esta demostración de U-space constaba de ejercicios donde se probaban vuelos reales de drones compaginados con aviación tripulada en espacios aéreos controlados y no controlados. Fue la primera demostración en España, en un entorno real de gestión de drones mediante servicios U-space, que permitió posicionar esta industria española en Europa.

ENAIRE participa en proyectos europeos como socio fundador de la alianza público-privada SESAR Joint Undertaking de la Comisión Europea. Aquí se investigan y prueban estos conceptos de espacio aéreo para drones mediante aplicaciones que ayudarán a gestionar la Movilidad Aérea Urbana que integrará, entre otros, la entrega de paquetería y los taxis voladores en ciudades. Realizar ciertas operaciones con drones supondrá una

fuerte reducción de las emisiones de gases contaminantes respecto a otros modos de transporte terrestres.

Cerca de 200 drones volando a la vez en espacio controlado

Para probar la integración del tráfico de drones en nuestro espacio aéreo, ENAIRE está implicada en consorcios europeos que demostrarán la viabilidad del concepto de UAM. Destacan los proyectos CORUS-XUAM, AMU-LED o Uspace4UAM encargados de llevar a cabo ejercicios, como los que se realizaron del 8 al 10 de marzo de vuelo simultáneo de drones en la playa de Castelldefels (Barcelona).

Se trata de los primeros ejercicios realizados a escala europea para probar el transporte de paquetería con drones en un entorno urbano y en un espacio aéreo controlado (cerca del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat). En ellos se llegó a gestionar casi 200 vuelos a través de la plataforma desarrollada por Aslogic e Indra en coordinación con ENAIRE. También se han realizado diversos ejercicios en Villacarrillo (Jaén) y están previstos en Santiago de Compostela.

Pruebas realizadas en Castelldefels

Los resultados de las pruebas llevadas a cabo en Castelldefels por el consorcio español liderado por ENAIRE dentro del proyecto europeo CORUS-XUAM, financiado con los fondos Horizonte 2020 y el apoyo de SESAR 3 Joint Undertaking, concluyen que los servicios y operaciones de transporte de paquetería y pasajeros con aeronaves no tripuladas, de manera eficiente y ordenada, en todo el territorio na-



La grabación de imágenes por drones es otra de las contribuciones de las aeronaves no tripuladas.

cional serán plenamente factibles, en especial, cuando entre en vigor en enero de 2023 el Reglamento U-space.

El ejercicio se llevó a cabo en formato híbrido, presencial desde la sede de la Universidad Politécnica de Cataluña, en Castelldefels, y a través de conexión streaming. Contó con más de una treintena de invitados, entre los cuales, representantes de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, locales, autonómicas y estatales, el Ejército del Aire, así como miembros de las administraciones públicas locales y autonómicas, junto con Aena, EASA, Unifly, Ferrovial, Correos, SEAT, FIRA BCN, EIT Urban Mobility, RESCAT, Catalonia Smart Drones, Agents Rurals, CATUAV, UPV, Leonardo y DtasCarl.

Mejorar la digitalización y automatización

Aunque las demostraciones ponen de manifiesto la viabilidad del sistema U-space, el consorcio español liderado por ENAIRE considera necesario avanzar aún más en la mejora de la digitalización y la automatización de los procedimientos colaborando conjuntamente con todos los agentes implicados, incluyendo las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado.

De igual manera, será necesario mejorar la armonización de las estructuras aeroespaciales de los diferentes tipos de UAS (drones) para garantizar plenamente la



El U-space facilitará utilización de drones al servicio de la economía.

En lo que llevamos de año se han gestionado en espacio aéreo controlado por ENAIRE una media de 123 vuelos de drones al día, más de 2250 operaciones.

seguridad, además de seguir trabajando en la mejora de la cobertura de las infraestructuras de telecomunicaciones o factores como el tracking, la telemetría o las bandas de redes móviles específicas para operar con drones.

Miles de operaciones con drones gestionadas en 2022

En lo que llevamos de año, se han gestionado más de 2 250 operaciones de drones en el espacio

aéreo controlado por ENAIRE con una media de 123 vuelos/día. Destacan las comunidades autónomas de Cataluña (283 operaciones), Canarias (200) y Madrid (161). Estas cifras incluyen también los vuelos más allá del alcance visual (BVLOS) en espacio aéreo no controlado que se han coordinado, contabilizándose las de aeromodelismo aparte.

En los tres primeros meses de 2022, ENAIRE ha atendido 840 estudios aeronáuticos de seguridad (EAS). Estos informes son nece-



Las aplicaciones drones.enaire.es y planea.enaire.es son iniciativas de ENAIRE.

sarios para todos los operadores registrados en AESA y en ellos se analizan los riesgos para el tipo de vuelo que se desea llevar a cabo en espacio aéreo controlado. Se tramitan a través de la web

planea.enaire.es donde se iniciará su coordinación.

El pasado año 2021 se realizaron en el espacio aéreo español 6 101 operaciones con drones, 5 546 en espacio aéreo controlado, un 370 %

más que durante en 2020 y muy lejos de las 536 de 2019.

Puesta de largo en World ATM Congress 2022

ENAIRE presentará los avances de España en materia de Movilidad Aérea Urbana en la más importante feria internacional de navegación aérea, World ATM Congress, que se celebrará en Ifema del 21 al 23 de junio.

ENAIRE presentará al sector en dicho evento, que incluye también la celebración de Expodrónica, la programación en materia U-space para el uso avanzado de drones de nuestro país.

Además, ENAIRE preside este año la Alianza A6 de los principales proveedores de navegación aérea europeos, lo que contribuirá al



La herramienta INSIGNIA de ENAIRE indica las áreas restringidas a drones.

liderazgo español en sector aéreo y en su recuperación.

ENAIRE está avanzando además en la creación y despliegue, junto a Indra, de una constelación de más de 200 satélites de pequeño tamaño a baja altura para mejorar la gestión del tráfico aéreo con visión de servicio global en todo el planeta. Esta red satelital permitirá la prestación de servicios de vigilancia y comunicación especialmente en zonas remotas y oceánicas, sin cobertura por los actuales sistemas de navegación aérea basados en infraestructuras terrestres.

Aplicaciones para drones

En la feria también se difundirán entre el público especializado las aplicaciones para drones de ENAIRE: ENAIRE Drones y ENAIRE Planea.

ENAIRE Drones (<https://drones.enaire.es/>) permite planificar el vuelo de drones desde cualquier dispositivo móvil de tipo Android. A través de esta app, se presenta el mapa del espacio aéreo de España indicando las zonas donde está permitido el uso de estas aeronaves conducidas por control remoto. Está disponible de forma gratuita en la plataforma de Google Play y para iOS.

La aplicación responde a las necesidades de pilotos de drones, tanto profesionales como recreativos, para facilitar la identificación de áreas de vuelo permitidas, así como avisos aeronáuticos (NOTAMs) activos, espacios naturales protegidos o zonas de protección de aves.

ENAIRE Planea (<https://planea.enaire.es/nsf/#/login>) es la plataforma especialmente diseñada para facilitar solicitud y coordinación de operaciones de drones,



Dron volando cerca de instalaciones de navegación aérea de ENAIRE en las inmediaciones del Aeropuerto de Tenerife Norte.

aeronaves tripuladas y otros usos del espacio aéreo. Permite a los operadores profesionales de drones tramitar su estudio aeronáutico de seguridad (EAS/AERO) para que su solicitud sea gestionada por las unidades de la Dirección de Operaciones y torres y centros de control aéreo implicados en la operación.

ENAIRE Planea está integrada con otras herramientas del servicio de información aeronáutica de ENAIRE, como parte del Plan de Digitalización en materia de gestión de información aeronáutica incluido en el Plan Estratégico de ENAIRE (Plan de Vuelo 2025) como son la citada ENAIRE Drones e Insignia (<https://insignia.enaire.es/>), donde se visualizan capas de espacio aéreo, zonas restringidas, avisos aeronáuticos NOTAM y otras funcionalidades de interés para pilotos de drones, aviación general y usuarios del espacio aéreo.

- Las operaciones de entrega de paquetería con drones serán factibles en nuestro país en un futuro cercano.
- España contará con uno de los primeros desarrollos internacionales de 'servicios de información común' para uso avanzado de drones.
- El director general de ENAIRE, Ángel Luis Arias, subraya que "los nuevos conceptos operativos como U-space permitirán la convivencia de todo tipo de aeronaves garantizando la seguridad".
- Realizar ciertas operaciones con drones supondrá una fuerte reducción de las emisiones de gases contaminantes.
- Mitma identificó a ENAIRE como agente responsable para la implantación en España del sistema U-space.
- ENAIRE presenta en World ATM Congress 2022 su plataforma U-space, en la que ha invertido 1,4 millones de euros. ■



Raquel Sánchez pone en valor la **Marca España** durante su viaje a **Nueva York**



La ministra de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana realizó, entre el 26 y el 30 de abril, un viaje a Nueva York donde, además de promocionar el trabajo que está realizando el Mitma, ha compartido experiencias con diversos agentes del sector. El miércoles 27 se reunió con colectivos empresariales locales para después asistir al World Assembly of Local and Regional Government donde se analizó la nueva Agenda urbana internacional; por la tarde la ministra se reunió en la sede de Naciones Unidas con Maimunah Mohd Sharif, directora ejecutiva de ONU-Habitat, con el fin de mantener las buenas relaciones entre ambas instituciones ya que el Mitma acoge la oficina de ONU-Habitat España, y terminó esta primera jornada, en la sede del Instituto Cervantes, clausurando el Side-Event, en el marco del encuentro de alto nivel de Naciones Unidas sobre Agenda urbana y arquitectura, evento organizado por la dirección general de Agenda urbana y arquitectura del Mitma. Al día siguiente participó en otro encuentro de la misma índole sobre Nueva Agenda Urbana, donde se reunió con ministros homólogos y autoridades gubernamentales y de Naciones Unidas, y más tarde hubo un encuentro con Pete Buttigieg, secretario de Transportes del gobierno de EEUU, al que trasladó la experiencia y buen hacer de las empresas españolas, así como sus principales inquietudes, con el objetivo de aprovechar las oportunidades que ofrecen los importantes proyectos en infraestructuras de Estados Unidos.



El último día de estancia en la ciudad Raquel Sánchez se reunió con Ydani Rodríguez, comisario del departamento de Transportes del Estado de Nueva York, con la vicealcaldesa de Vivienda y desarrollo económico, Vicki Been, y con el presidente de la Autoridad de la vivienda, Gregory Russ, que provee vivienda pública para la población vulnerable. La estancia concluyó en la universidad de Cooper Union, donde tuvo lugar un acto dedicado a la arquitectura, y con una visita a las obras de la East Side Access en la Estación Central de Nueva York. 🌐



Conmemoración del 30 aniversario del inicio del AVE en España

Raquel Sánchez, ministra de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, junto con el presidente de Renfe y la presidenta de Adif, presidió el pasado 21 de abril en Sevilla, el acto conmemorativo del primer viaje del AVE en España, que tuvo lugar en 1992, con ocasión de la exposición universal de Sevilla, Expo 92. Con un recorrido de 470,5 km, tuvo un coste 3 250 millones de euros. A lo largo de los años se han ido construyendo nuevas líneas de manera que en la actualidad España es el segundo país del mundo, solo detrás de China, con la red de alta velocidad más extensa. Con ocasión del evento, la ministra también asistió a la presentación de la nueva imagen del AVE que incluye la renovación del logotipo y una nueva identidad visual general, acorde con la renovación del servicio. 🌱



mitma actual



Mitma activa 520 millones de euros para digitalizar y descarbonizar el transporte de mercancías

Mitma ha puesto en marcha dos convocatorias de ayudas para digitalizar y descarbonizar el transporte de mercancías, dentro del Programa de apoyo al transporte sostenible y digital y financiadas con cargo a los fondos europeos Nex Generation UE. Las ayudas buscan mejorar la operativa y eficiencia, reequilibrar el reparto modal del transporte de mercancías hacia modos menos contaminantes y trasladar los avances digitales y tecnológicos disponibles, entre otras iniciativas. El Programa, diseñado acorde a la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada, está en línea con la iniciativa Mercancías 30, y cuenta con un presupuesto total de 800 millones de euros, de los que 220 se transferirán a las comunidades y ciudades autónomas para digitalización. 🌱

Mitma adjudica cuatro estudios informativos para actualizar el Plan Rodalies de Cataluña 2020-2030

Con un importe de 421 685 euros y un plazo de 24 meses, Mitma ha adjudicado el contrato "Estudios informativos para el desarrollo de actuaciones de planificación incluidas en la actualización del Plan de Rodalies de Barcelona 2020-2030". El objetivo es realizar el análisis, diseño y tramitaciones necesarias para la flexibilidad, fiabilidad y capacidad de la red de Rodalies y la construcción de nuevas estaciones en dicha red. Las alternativas planteadas servirán de base a los procesos de información pública y de audiencia de las Administraciones establecidos en la Ley del sector ferroviario y el Reglamento del sector ferroviario, así como en la legislación ambiental vigente. 🌱





Representantes civiles y militares de EUROCONTROL, España, Francia, Italia, Reino Unido y Rumanía han compartido en Madrid su experiencia sobre la utilización Flexible del Espacio Aéreo (FUA) durante dos días de trabajo en el Cuartel General del Ejército del Aire.

Este encuentro ha sido una iniciativa nacional promovida por la Dirección de Coordinación Civil-Militar de ENAIRE, con la participación de la Dirección General de Aviación Civil, la Agencia Española de Seguridad Aérea (AESA) y el Ejército del Aire y que tiene el respaldo de EUROCONTROL, la organización civil-militar paneuropea dedicada a apoyar la aviación europea.

El concepto del uso flexible del espacio aéreo (FUA) se basa en ajustar el uso del espacio aéreo a las necesidades de cada momento, de forma que se minimizan las reservas de espacio aéreo que obliguen a las aeronaves a dar rodeos para evitarlas. Su principal objetivo es optimizar el uso del espacio aéreo adaptándolo constantemente y de forma dinámica a las necesidades de la aviación civil y militar para reducir al máximo el consumo de combustible por parte de las aeronaves y las emisiones de CO₂.

Primer taller sobre coordinación civil-militar



Adif invierte 7,5 millones de euros en realizar mejoras en la estación de Sol de la red de cercanías de Madrid

Adif con esta inversión, financiada por la Unión Europea a través del Nex Generation UE, pretende optimizar las condiciones de evacuación y ventilación de la estación con nuevas salidas de emergencia y nuevos equipos de protección contra incendios, ya que se espera un aumento de viajeros y usuarios por la nueva conexión con la estación de Gran Vía del Metro de Madrid. La actuación forma parte del Plan de Cercanías de Madrid y contribuye a los objetivos de desarrollo sostenible, como el fomento de las infraestructuras fiables, sostenibles y de calidad o proporcionar acceso a transportes seguros, accesibles y sostenibles.

Adif Alta Velocidad inicia las obras de la nueva estación de Salou-Port Aventura en Tarragona

Adif Alta Velocidad ha iniciado los trabajos previos para la construcción de una nueva estación ferroviaria en Salou-Port Aventura que representan una inversión de 12,4 millones de euros. El objetivo es adaptar la estación a las necesidades actuales de la explotación ferroviaria mejorando su funcionalidad. Entre las actuaciones del proyecto, incluido en el Plan de Rodalies 2020-2030, se encuentran un nuevo edificio de viajeros, un área de explotación pública, un espacio de explotación privada con dependencias internas, un local comercial y aseos públicos. Además, se remodelarán los andenes, se construirá uno nuevo junto a la vía principal y contarán con una marquesina. También está proyectado un aparcamiento para automóviles de 200 plazas y otro para taxis.



Adif invierte 31 millones de euros en la renovación del tramo Jaca-Canfranc

Adif ha lanzado la contratación de la mejora integral del tramo Jaca-Canfranc lo que supone un nuevo impulso al Plan de mejora y adaptación para el tráfico internacional de la línea Huesca-Canfranc. Estas actuaciones permitirán suprimir varias limitaciones de velocidad y la mejora en el armamento de vía y trazado, lo que facilitará elevar las velocidades máximas. Además, estos trabajos mejorarán la regularidad de las circulaciones y dotarán de mayor fiabilidad, disponibilidad y eficiencia a la nueva superestructura, reduciendo las necesidades de mantenimiento y la probabilidad de incidencias imputables a la infraestructura e instalaciones ferroviarias. Esta actuación podrá ser cofinanciada por el Mecanismo "Conectar Europa" de la Unión Europea.

Raquel Sánchez impulsa el Plan de vías de Gijón

Raquel Sánchez, junto con el presidente del Principado de Asturias, Adrián Barbón, la alcaldesa de Gijón, Ana González, y la presidenta de Adif, Ana Domínguez, firmó el pasado 4 de mayo el protocolo que impulsa definitivamente la integración del ferrocarril en la ciudad de Gijón, el Plan de vías y la estación intermodal. La ministra ha afirmado que con la firma de este protocolo se da seguridad y certezas a la ciudadanía, tras la aprobación de la Declaración de Impacto Ambiental el pasado mes de enero, y se desatasca esta situación para dar luz verde a la redacción del proyecto de la estación intermodal de Gijón, reafirmando así el compromiso de las tres administraciones implicadas, que permitirá conocer la inversión total y, posteriormente, plasmarla en un nuevo convenio para suscribirlo y comenzar el proceso de construcción. Antes del acto de la firma, la ministra se ha reunido en el puerto de El Musel con Laureano Mourido, presidente de la Autoridad portuaria de Gijón, y ha visitado las instalaciones.





Mitma refuerza la inversión en la restauración del patrimonio histórico dentro del Programa de rehabilitación arquitectónica

Mitma, dentro del Programa general de rehabilitación arquitectónica está realizando una serie de inversiones en restauración del patrimonio histórico. Una de ellas es la del interior de la Colegiata de Santa María la Mayor en Calatayud (Zaragoza), declarada Patrimonio de la humanidad en 2001, con una inversión de más de 2 millones de euros. David Lucas, secretario general de Agenda Urbana y Vivienda, inauguró las citadas obras, en presencia del alcalde de la ciudad, José Manuel Aranda, y el obispo de Tarazona, Eusebio Hernández. Los trabajos permitirán la apertura de la Colegiata tras 12 años cerrada. Otra actuación a destacar son las obras de restauración y consolidación de la muralla de la Puerta Nueva en el conjunto monumental Fortaleza de la Mora en Alcalá la Real (Jaén), con cargo a los fondos del programa 1,5 Cultural. El presupuesto total de la obra asciende a 1 556 567,05 euros, de los que Mitma ha aportado 1 074 031,26

euros. El acto de inauguración contó con la presencia de la ministra de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, Raquel Sánchez, que en su intervención defendió que hay monumentos que son algo más que un vestigio histórico, y destacó que la rehabilitación del patrimonio se configura como motor de desarrollo local y del entorno urbano y rural que la rodea. Al listado de actuaciones se suma, también, la rehabilitación del teatro Cervantes de Segovia, con una inversión de 10 millones de euros y que ha permanecido cerrado y en estado de abandono desde 1984. La actuación consiste en la rehabilitación de un local contiguo para hacer acopio de material y maquinaria.

Dentro del programa de conservación y mantenimiento de Mitma se encuentra otra actuación en Asturias que consiste en la reparación y ampliación del puente de Ribadesella, en la carretera N-632, obra a la que

se destinarán 7,4 millones de euros. Raquel Sánchez estuvo presente en el acto de presentación del proyecto en el que ha señalado el compromiso del Gobierno con esta comunidad autónoma en la que está prevista una inversión global de 530 millones de euros. En el mes de mayo la ministra ha inaugurado también las obras de restauración y puesta en valor de la Torre de Pardines y su entorno en la localidad valenciana de Olocau, financiadas a través del 1,5 Cultural con una aportación por parte del Ministerio de casi 400 000 euros, el 75 % del total. En su intervención la ministra ha avanzado que está previsto realizar otras actuaciones próximamente como la intervención en el yacimiento ibérico de El Castellar de Casinos o la rehabilitación de la Alquería de las Torres dels Pares en Gandía, además de avanzar que está previsto para la próxima convocatoria el incremento del 1,5 % al 2 % para la preservación del patrimonio histórico.



El Gobierno modifica la estructura básica de Mitma para reforzar la gestión de los fondos europeos y además realiza nuevos nombramientos

El pasado 3 de mayo, el Consejo de Ministros aprobó un Real Decreto con el fin de reforzar la gestión de los fondos europeos que afecta a la estructura básica de Mitma. En este sentido, se aprobó la creación de un Comisionado especial, con rango de subsecretaría, encargado de garantizar la óptima ejecución y coordinación de todos los proyectos estratégicos del Ministerio en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Para el cargo se ha nombrado a Carmen Librero, ingeniera superior aeronáutica y máster en Control de gestión y en Alta dirección de empresas. Ha ocupado los cargos de secretaria general de Transportes y la presidencia de INECO, entre otros. La reestructuración ha afectado también a la dirección general de Organización e Inspección y a la dirección general del Instituto Geográfico Nacional (IGN), en la que se crea la nueva subdirección general de Vigilancia, Alerta y Estudios Geofísicos. La reorganización de la estructura de la dirección general de Organización e Inspección es necesaria para mejorar su eficacia, en cuanto que ejerce las funciones de unidad de control interno del Plan de medidas antifraude del Ministerio; el IGN, por su parte, garantizará con la nueva subdirección un servicio esencial ante los peligros geofísicos y además asumirá las funciones de Mitma en el desarrollo del Plan nacional de vigilancia sísmica, vulcanología y otros fenómenos geofísicos. Asimismo, se actualiza la atribución de funciones como consecuencia de la aprobación del nuevo estatuto del Centro Nacional de Información Geográfica. AESA por su parte también ha cambiado de titular y ha sido nombrada nueva directora Montserrat Mestres, ingeniera aeronáutica y licenciada en Economía, que se incorporó al gestor aeroportuario en 2001, donde ha desempeñado diferentes puestos como la dirección del aeropuerto de Valladolid o la División de facilitación de la Dirección de proyectos, entre otros. En 2017 asumió la dirección de aeropuertos del grupo III y desde el 19 ha sido directora de aeropuertos del grupo I. 🌍



30 aniversario del aeropuerto de Jerez

El aeropuerto de Jerez se inauguró en los años 80 y requirió más de 2 700 millones de pesetas y 18 meses de obras. A lo largo de todo este tiempo ha sido testigo de la transformación del sector aeronáutico, con cambios en la forma de viajar en avión y en el propio concepto de aeropuerto. La época dorada fue entre 2000 y 2007, ya que la coyuntura económica y el auge del transporte aéreo tras la liberalización del sector contribuyeron a que el tráfico se multiplicase por dos y alcanzase un récord histórico; de 2005 a 2010 aumentó mucho su capacidad operativa para atender a 2,5 millones de pasajeros anuales, y tras superar la crisis general de 2008 y experimentar una pérdida de pasajeros del 81 % durante la pandemia, en 2021 los pasajeros se duplicaron, tendencia que se ha mantenido el primer trimestre de 2022. 🌍

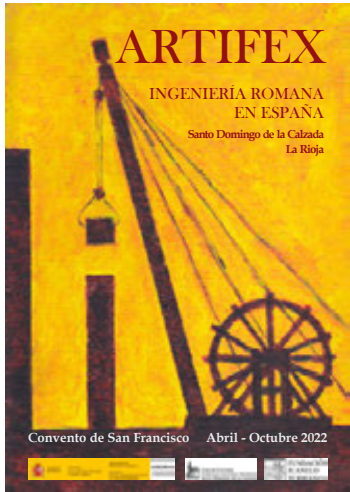




Creación del Centro nacional de industrialización y robótica aplicado a la construcción y a la arquitectura

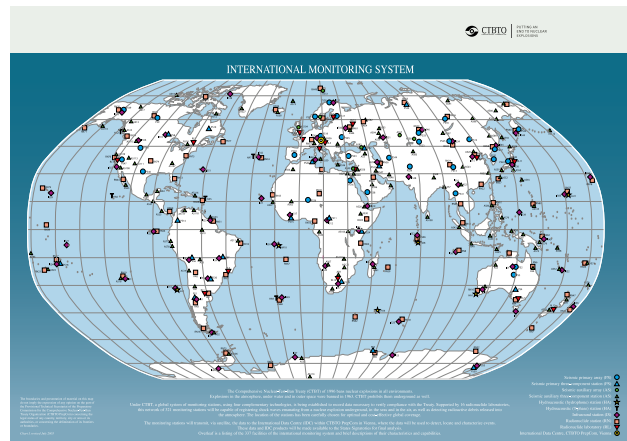
La ministra Raquel Sánchez firmó el pasado 22 de abril junto con la presidenta del Gobierno Foral de Navarra, María Chivite, el protocolo de actuación para la creación del nuevo Centro nacional de industrialización y robótica aplicada a la construcción y a la arquitectura, con sede en Navarra. Dicho Centro nace como un factor transformador de la arquitectura y de la planificación urbana, aportando soluciones adecuadas para profundizar en la transición del sector, marcada por la digitalización, la eficiencia, la sostenibilidad y la

descarbonización de la edificación. Raquel Sánchez ha expresado que "España necesita un centro como este, un referente en investigación aplicada y desarrollo tecnológico en la industrialización de la construcción y su descarbonización, un centro que impulse el cambio en todos los procesos constructivos en nuestro país, haciendo al sector más eficiente y sostenible". El nuevo centro pretende consolidar esta orientación innovadora en la edificación, mediante la investigación, formación y difusión de esta nueva metodología.



Inauguración de exposición "Artifex. Ingeniería romana en España" en Santo Domingo de la Calzada, La Rioja

El 21 de abril tuvo lugar el acto de inauguración de la exposición itinerante "Artifex. Ingeniería romana en España" en el convento de San Francisco de Santo Domingo de la Calzada, dentro del programa de exposiciones itinerantes del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). El acto fue presentado por Áurea Perucho, directora del CEDEX, y contó con la presencia de David Mena, alcalde de Santo Domingo de la Calzada y de la Delegación de Gobierno de La Rioja. La muestra hace un recorrido por la vida científica y técnica que tuvo lugar en España durante la antigüedad romana. Los contenidos se presentan a través de cinco áreas de tipo temático en las que se muestran muchas de las grandes obras de la ingeniería romana en Hispania, junto con las innovaciones y avances experimentados en la época en otros campos de la técnica, como la minería, la metalurgia o determinadas actividades preindustriales.



Estaciones del sistema de vigilancia de la OTPCE (CTBTO). La Red Sísmica Nacional podrá recibir los datos en tiempo real de las estaciones AS66 en Marruecos y PS42 en Túnez, de gran interés para la alerta de tsunamis en el Océano Atlántico y Mar Mediterráneo

El Gobierno autoriza un acuerdo para alertar del riesgo de tsunamis

El Consejo de ministros, en su reunión del 29 de marzo, acordó autorizar el Acuerdo entre España y la comisión preparatoria de la Organización del tratado de prohibición completa de los ensayos nucleares sobre el uso de datos sismológicos e hidroacústicos, con el fin de alertar sobre tsunamis. España forma parte de esta Organización y gestiona, a través del Instituto Geográfico Nacional (IGN), una de las 50 estaciones sísmicas primarias del sistema. Dado que la Red sísmica nacional del IGN es responsable de la Red nacional de alerta de tsunamis, la firma de este acuerdo permitirá al IGN la recepción en tiempo real de los datos registrados en las estaciones sísmicas de la Organización situadas en Marruecos y en Túnez, aumentando así la rapidez y fiabilidad de este sistema de alerta.

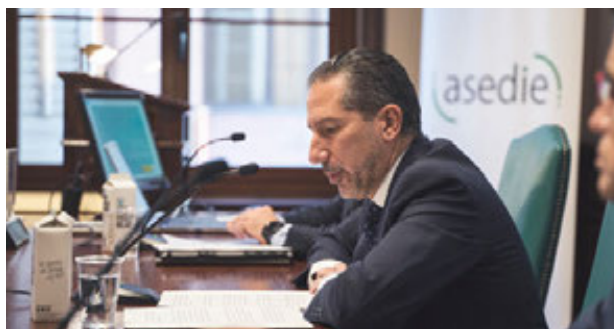
Mitma acoge la conferencia Atlases in time

Mitma, a través del Instituto Geográfico Nacional, junto con la Sociedad española de cartografía, fotogrametría y teledetección, acogió del 20 al 23 de abril la conferencia Atlases in time desarrollada por las comisiones de Atlas, Toponimia y Diseño cartográfico de la Asociación Cartográfica Internacional (ACI/ICA). Al encuentro acudieron, además de los miembros nacionales, afiliados de 35 países del mundo. Durante seis sesiones de cuatro presentaciones cada una, se examinaron cuestiones relativas a la evolución de los conceptos y técnicas de difusión de los atlas, la elaboración reciente y ejemplos de atlas nacionales, así como importantes cuestiones de diseño de mapas y toponomásticas en la producción de atlas. 🌐



ASEDIE nombra socio honorario al Centro Nacional de Información Geográfica

El Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica (O.A. CNIG) ha sido nombrado socio honorario de ASEDIE, Asociación Multisectorial de la Información, que aglutina empresas dedicadas a administrar de forma adecuada la información de sus asociados que aparece en Internet. Dicha Asociación y el CNIG colaboran desde años con el objetivo de fomentar la apertura y reutilización de la información geoespacial, colaboración que se materializó con la firma de un protocolo entre ambas entidades en 2019. El nombramiento de CNIG como socio honorario se hizo público durante la presentación de la 10ª Edición del Informe ASEDIE "La Economía del Dato en su ámbito infomediario", cuyo acto de apertura contó con la presencia de Jesús Manuel Gómez, Subsecretario de Mitma. 🌐





Presentación en Sevilla de la temporada 2022 de los trenes turísticos de lujo de RENFE, sin actividad durante la crisis sanitaria

El presidente de Renfe, Isaías Táboas, ha presentado hoy en Sevilla la temporada 2022 de los trenes turísticos de lujo de la compañía, que recuperan su actividad tras dos años de crisis sanitaria. El tren Al Andalus, que inició su andadura en 1985 y en 2012 fue sometido a una reforma integral, se consolida cada año como uno de los trenes con mayor arraigo entre los turísticos de lujo del mundo. En la temporada 2022 el Transcantábrico Gran Lujo circulará en los dos sentidos del itinerario comprendido entre San Sebastián y Santiago de Compostela. El Expreso de la Robla es otro de los productos que ofrece Renfe y, en este caso, ha programado dos rutas para los viajes que hará en 2022, la ruta por el antiguo trazado del tren hullero en los dos sentidos entre León y Bilbao, que coincide con el camino de Santiago francés, y la Ruta del peregrino que coincidirá con el Año santo jacobeo. El Costa Verde Express es un nuevo producto turístico de lujo, que Renfe comienza a comercializar en la temporada 2022. 🌱



Mayo, mes de celebración de la fiesta de las Vías verdes

Por iniciativa de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles se celebró durante el mes de mayo la fiesta de las Vías verdes con la organización de numerosas actividades, entre ellas, la celebración el día 8 de la XXII edición del Día nacional de las Vías verdes. En la agenda de celebración de este año, después del parón ocasionado por la crisis sanitaria, se han puesto en marcha numerosas iniciativas como carreras populares, maratones, marchas senderistas y cicloturistas, concurso de fotografías, etc. Hasta ahora se han programado más de 30 actividades en siete comunidades autónomas en colaboración con las entidades gestoras y promotoras de Vías verdes. 🌱



Mitma invierte en la mejora del Corredor Mediterráneo

En el mes de mayo el Consejo de Ministros autorizó a Mitma a licitar, a través de Adif Alta Velocidad, las obras para la implantación del ancho estándar en el tramo Castelló-Vandellós, del Corredor mediterráneo con una inversión superior a los 121 millones de euros. Se trata de una de las obras de mayor relevancia para el citado Corredor como eje estratégico para el fomento del transporte por ferrocarril. Esta actuación podrá ser

cofinanciada con el mecanismo “Conectar Europa” de la Unión Europea. En mayo se autorizó también la licitación del proyecto de renovación, cambio de ancho de vía y adaptaciones, además de la electrificación, del tramo Xàtiva-Nudo de la Encina, enmarcado en el nuevo acceso ferroviario de alta velocidad de Alicante, Castilla-La Mancha-Comunidad valenciana-Región de Murcia, con una inversión superior a los 63 millones de euros. 🌍

Presentación de Minerva, red de mujeres IN de la ingeniería y la consultoría

La empresa pública INECO, del grupo Mitma, presentó el pasado mes de mayo, Minerva, Red de mujeres IN de la ingeniería y la consultoría. Minerva nació como una red abierta, colaborativa y voluntaria para servir de apoyo al talento femenino. El acto contó con las intervenciones de la secretaria de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, Isabel Pardo de Vera, y del presidente de INECO, Sergio Vázquez. Pardo de Vera subrayó la importancia de seguir incorporando la perspectiva de género no solo en las políticas públicas sino también en las estrategias de las empresas y que España es líder en la Unión Europea en la incorporación de la igualdad entre hombres y mujeres como pilar de los procesos transformadores. Vázquez, por su parte, hizo hincapié en el valor de las mujeres para la ingeniería y consultoría del grupo Mitma, y afirmó “a INECO le irá bien si a las mujeres de INECO les va bien”. 🌍



El nuevo túnel Chamartín-Atocha interconecta las líneas al norte y sur de Madrid



Una única red de alta velocidad

La red española de alta velocidad sumará un nuevo hito con la conexión de las líneas del norte del país con las del este y sur, a través del túnel entre las estaciones de Chamartín y Puerta de Atocha. Esta conexión es el primer paso de un proceso que culminará con la estación pasante de Atocha, que articulará una red única y transversal entre las principales ciudades, evitando transbordos en la capital y potenciando la vertebración territorial. Además, Madrid estrenará nuevo acceso sur para descongestionar el tráfico ante el aumento de circulaciones gracias a la liberalización. La inversión global supera los 1060 M€.

Texto: Comunicación Adif
Fotos: Adif, F. Javier Abad y Alejandro García

La red española de alta velocidad se ha desarrollado en dos áreas sin conexión: por una parte, las líneas que unen Madrid con el norte y el noroeste del país, que tienen origen y destino en la estación de Madrid-Chamartín-Clara Campoamor, y por otra, las líneas de alta velocidad del este, levante y sur, con origen y destino en Madrid Puerta de Atocha. El nuevo túnel de alta velocidad entre las dos principales estaciones de la capital permitirá conectar por fin ambas redes. La puesta en servicio de esta infraestructura clave está prevista una vez finalicen las obras que Adif AV está realizando en la plaza exterior de Chamartín, y que se extenderán hasta finales de junio.

En un primer momento, los trenes con origen o destino Levante y Andalucía podrán partir o llegar a Chamartín-Clara Campoamor y continuar viaje hacia el norte y noroeste peninsular. De esta forma, se podrá articular una red de alta velocidad única y transversal entre las principales ciudades españolas, evitando realizar transbordos en Madrid y potenciando la vertebración territorial. Una vez finalizada la ampliación de Madrid Puerta de Atocha, y con la futura estación pasante en funcionamiento, todos los trenes de alta velocidad que lleguen o partan de la capital podrán efectuar parada tanto en Puerta de Atocha como en Chamartín-Clara Campoamor, que pasarán de ser estaciones terminales (esto es, estaciones origen y destino final de las circulaciones) a ser estaciones pasantes (aquellas intermedias en un trayecto).

Así mismo, se optimizará el modelo de explotación de las dos estaciones madrileñas, inmersas



Instalaciones de telecomunicaciones en Valdemoro.

La duplicación de vía entre Puerta de Atocha y Torrejón de Velasco, en la que se han invertido 727 M€, permite descongestionar el tráfico de entrada y salida a Madrid

en ambiciosos proyectos de modernización y ampliación, equilibrando los flujos de viajeros entre ellas. El objetivo final es que Madrid cuente con una gran estación ferroviaria con dos terminales: Atocha y Chamartín.

El túnel, que ha supuesto una inversión de más de 337 M€, constituye una ambiciosa obra de ingeniería que representó todo un reto para los profesionales de Adif AV al atravesar las profundidades de Madrid. Durante su construcción llegaron a trabajar de forma conjunta hasta 500 personas y se tuvo que ejecutar manteniendo el servi-

cio del resto de líneas ferroviarias y de metro con las que se cruzaba.

Al mismo tiempo, y con el objetivo de aumentar la capacidad ferroviaria y permitir la circulación de un mayor número de trenes, Adif AV pondrá en servicio la duplicación de vía en el tramo de 28 km entre Puerta de Atocha y Torrejón de Velasco, que ha supuesto una inversión de 727 M€.

Hasta ahora, los trenes de alta velocidad de Levante con destino a Madrid, y viceversa, han compartido su acceso a la capital con los trenes con origen o destino Andalucía. Sin embargo, las dos



A la izquierda la LAV Madrid-Sevilla, a la derecha las dos nuevas vías del acceso sur.

vías de la Línea de Alta Velocidad (LAV) Madrid-Sevilla no resultaban suficientes para absorber el incremento de los tráficos previstos, especialmente en el marco de la liberalización de los servicios ferroviarios de viajeros. Así, con el fin de evitar cuellos de botella, Adif AV ha construido otro acceso ferroviario al sur de la capital con dos nuevas vías en el tramo Atocha-Torrejón de Velasco, destinado a las circulaciones de Levante.

A 45 metros bajo el centro de Madrid

El nuevo túnel de ancho estándar y doble vía tiene una longitud de 7,3 km y su trazado discurre, en sentido norte-sur, desde la estación de Chamartín-Clara Campoamor hasta la plaza de la República Argentina, desde donde sigue el eje longitudinal de las calles Serrano y

Alfonso XII para atravesar después la zona del Jardín Botánico hasta finalizar en la glorieta del Emperador Carlos V, frente a la antigua marquesina de Puerta de Atocha.

En este punto el túnel se bifurca en dos: por una parte, hacia la futura estación pasante que estará situada bajo la actual estación y la calle Méndez Álvaro y, por otra, hacia un túnel baipás, de cerca de 1 km de longitud en vía única, que discurre bajo la propia estación de Puerta de Atocha, y que es el que permitirá en un primer momento la continuidad hacia Chamartín de los trenes procedentes de Levante y Andalucía.

La nueva infraestructura, bautizada como 'Túnel Jardín Botánico', es el tercer túnel ferroviario que atraviesa el corazón de Madrid, además de los dos de ancho convencional que ya unen las dos estaciones de la capital (uno por

Recoletos y otro por Sol) y que son utilizados por trenes de ancho ibérico, fundamentalmente por los que prestan servicios de Cercanías.

El túnel se ejecutó casi en su totalidad bajo tierra, a una profundidad media de 45 m, empleando una tuneladora del tipo EPB (*Earth Pressure Balance* o escudo de presión de tierras) que, en su avance, fue dejando atrás algunos de los puntos más conocidos de la capital, sin que se produjera ni un solo incidente reseñable.

El proyecto contó con informes previos sobre las condiciones del terreno, que ofrecían una completa radiografía de sus características y comportamiento, para poder definir la manera más adecuada de actuar.

A través de la continua toma de datos en superficie por medio de la instrumentación instalada al efecto (3 548 dispositivos a lo largo de todo el trazado), se realizó un pro-

Protección Medioambiental

Adif AV destina parte del presupuesto de construcción de las líneas de alta velocidad a garantizar su integración ambiental, asegurando el cumplimiento de las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) y realizando mejoras en el entorno de forma voluntaria.

En concreto, en el tramo Madrid-Torrejón de Velasco, las actuaciones medioambientales han supuesto hasta el 5,25 % del presupuesto. Entre las medidas tomadas destacan la protección del ecosistema de los ríos, la flora y la fauna del espacio por el que discurre la línea, así como minimizar el impacto paisajístico, sonoro y visual.

De este modo, se plantaron cerca de 39 400 árboles, 230 000 arbustos y 1 384 734 m² de hidrosiembra. Además, se habilitaron 21 estructuras (entre viaductos y obras de drenaje) como pasos de fauna y se ejecutaron 47 mecanismos de escape para la fauna en el vallado perimetral (rampas o puertas).

En las zonas con restricciones de parada biológica (de marzo a mediados de junio) se realizaron censos de avifauna. Además, se instalaron 7200 metros de pantalla anticolidión para aves.

Durante la ejecución de las obras se realizaron mediciones de ruido diurnas y nocturnas para comprobar el impacto acústico sobre los núcleos urbanos. Además, se ejecutó un caballón de tierras como pantalla acústica a la altura de Perales del Río y se colocaron pantallas acústicas en diversos tramos del recorrido.

Tren circulando por la LAV Madrid-Sevilla junto a las 2 nuevas vías.



fundo seguimiento de los posibles movimientos de las estructuras estudiadas y del terreno. Diariamente técnicos especializados realizaron lecturas manuales y a los datos recogidos se sumaron los recopilados por dispositivos automáticos instalados en las zonas de difícil acceso.

Las lecturas también eran recogidas en un sistema informático en el que se introdujo el estado inicial de las estructuras, para disponer de su situación de partida y apreciar cualquier posible variación.

Así mismo, se realizaron estudios complementarios para determinar la ejecución de aquellos tratamientos que garantizaran la integridad del terreno y de los edificios, consistentes entre otros, en la ejecución de pantallas de pilotes para proteger las estructuras, tratamientos de compensación de asientos y paraguas de micropilotes.

De este modo, se inspeccionaron todos los edificios próximos al recorrido del túnel con carácter previo al inicio de la excavación. Adif realizó reconocimientos a las fachadas de 479 edificios y zonas comunes, así como a 1 400 viviendas. Entre las construcciones inspeccionadas se encuentran algunas edificaciones singulares, como la Puerta de Alcalá, el Casón del Buen Retiro o el Museo Arqueológico, entre otras.

Adif llevó a cabo de forma permanente tareas de auscultación para controlar el comportamiento del terreno durante la fase de construcción del túnel, garantizando la correcta ejecución de las obras.

El nuevo túnel para trenes de alta velocidad discurre por debajo de los dos túneles ferroviarios de ancho convencional y de ocho líneas de metro y cruza por encima de otra línea de metro.

En el tramo inicial del túnel, en el cruce de la calle Mateo Inurria, se ejecutó un falso túnel de 110 m de longitud, mediante pantallas de pilotes y losa, al abrigo del cual pasó la tuneladora, denominada *Gran Vía* en honor de la popular calle madrileña, que perforó los siguientes 6,8 km del túnel.

La tuneladora fue construida en Alemania por el fabricante Herrenknecht expresamente para esta obra. Se transportó hasta Madrid desmontada, primero a través de transporte fluvial, posteriormente por vía marítima hasta el puerto de Alicante y, finalmente, por carretera en transportes especiales.

Una vez en la capital, la *Gran Vía* se montó en la cabecera sur de Chamartín, en el punto de arranque de la excavación. La enorme máquina contaba con un peso de 2 200 toneladas, una longitud de 125,6 m y un diámetro de excava-

ción de 11,5 m. Disponía de 3 escudos: delantero, intermedio y cola.

Su cabeza de corte, el elemento encargado de girar para perforar y extraer la tierra, rotaba mediante 18 motores que desarrollaban una potencia total de 6 300 kilovatios. A través de aberturas existentes en la superficie de esta pieza, el material excavado pasaba hasta la cámara de presurización, desde donde se extraía a través de un tornillo sinfín hasta la cinta que transportaba la tierra al exterior.

La tuneladora avanzaba mediante unos cilindros hidráulicos que, apoyados en la estructura ya construida, empujaban la cabeza giratoria contra el terreno. Asimismo, la propia máquina iba colocando las dovelas prefabricadas de hormigón armado (piezas que encajadas entre sí forman la estructura circular de hormigón del túnel) a medida que se desplazaba.

Un sistema computarizado permitía el guiado de la tuneladora. Además, se ejecutaba una medición mediante un sistema láser que permitía conocer en todo momento su ubicación.

A pesar de la envergadura del túnel y el lugar en que se construyó, la excavación se ejecutó en solo nueve meses, un plazo inferior al inicialmente previsto. Durante este periodo, la tuneladora avanzó una media de 25 m al día, si bien en algunas jornadas llegó a alcanzar rendimientos superiores a los 57 m, lográndose un acumulado de 1 167,6 m de excavación y revestimiento del túnel en un acumulado de 31 días.

Una vez finalizada la fase de excavación, la máquina se desmontó y se extrajo del túnel por piezas a través de un pozo en Puerta de Atocha, en la plaza del Embarcadero. A continuación, se ejecutó el

Boca norte del nuevo túnel Jardín Botánico.





Interior del túnel con la estación de Chamartín-Clara Campoamor al fondo.

relleno de parte de la contrabóveda del túnel, a fin de obtener el ancho requerido para el montaje de las vías. Para ello se utilizó la propia cinta transportadora de extracción del material excavado por la tuneladora para introducir el material de relleno.

La altura de relleno necesaria era de 2,1 m a partir de la cara superior de la dovela base. Para alcanzar esta cota, se vertieron unos 104 000 m³ de hormigón que sirvieron de base para el posterior montaje de la vía en placa. También se instalaron los distintos sistemas, tanto ferroviarios (electrificación, señalización y telecomunicaciones), como no ferroviarios (seguridad y protección civil).

Al tratarse de un túnel urbano está dotado de vía en placa con el carril embebido en un elastómero, que constituye uno de los mejores sistemas para la absorción de vibraciones y ruidos. Está provisto de diez salidas de emergencia dis-

tribuidas a lo largo de su trazado, cinco pozos de bombeo y tres pozos de ventilación.

El túnel se ha electrificado a 25kVc.c. y se ha dotado de catenaria rígida, alimentada desde un centro de autotransformación construido en la cabecera sur de Chamartín.

Por su parte, el túnel baipás fue excavado por métodos tradicionales bajo la propia estación de Puerta de Atocha, con un tramo final de unos 130 m entre pantallas al sur de la estación. Gracias a este túnel los trenes podrán continuar su recorrido hacia Levante a través del nuevo tramo de alta velocidad construido por Adif AV al sur de la capital.

Nuevo acceso sur de alta velocidad

Las dos nuevas vías entre Puerta de Atocha y Torrejón de Velasco configuran el nuevo acceso sur

de alta velocidad a la capital y se enmarcan en la línea de alta velocidad que une Madrid con Levante. El nuevo acceso consta de 28 km, repartidos en 4 tramos de plataforma y uno de vía.

El primero de los tramos de plataforma, de 800 m de longitud, discurre entre la cabecera sur de la estación Madrid Puerta de Atocha y la calle Pedro Bosch y en él destaca el viaducto que salva la calle del Comercio y la línea de cercanías C-5. El viaducto, de 129,5 m, es una estructura mixta formada por celosías de acero corten, unidas por vigas transversales, y losa de hormigón armado. Consta de cuatro vanos, con luces que oscilan entre los 17,5 y los 45,5 m, con una altura máxima de las pilas de 11 m.

El siguiente tramo enlaza la calle Pedro Bosch (Madrid) con la ciudad de Getafe. A lo largo de sus 8,7 km de longitud atraviesa una compleja zona plagada de infraestructuras ferroviarias y viarias que obligaron

a levantar tres viaductos: Abroñigal, Santa Catalina y viaducto sobre la M-40. Estas estructuras destacan por la complejidad técnica de su construcción y su difícil ubicación, que obligó a adoptar diferentes soluciones constructivas y a trabajar con muy cortos márgenes de tiempo (durante los cortes programados de carreteras, líneas férreas y eléctricas).

El viaducto de Abroñigal, de 145,6 m de longitud, es del tipo estructura metálica con tablero de hormigón armado sobre prelasas, formado por piezas metálicas unidas por medio de soldadura. Consta de tres vanos de 45,5 m, 53,5 m y 45,5 m. La estructura metálica está formada por sendas

viaductos formados por dos vigas artesa prefabricadas de hormigón pretensado, mientras que el segundo tramo es una estructura tipo pérgola de vigas tipo doble T.

El viaducto sobre la M-40, de 651,2 m, es una estructura prefabricada de hormigón armado de canto variable, postesado, tanto en vigas como en tablero, montado con grúas. El objetivo principal de esta estructura es reducir la afección a los ramales y las vías sobre las que se sitúa (Nudo Super-Sur de la M-40).

La cimentación del viaducto es profunda y se realizó mediante pilotes, de un diámetro 1,80 m. Los estribos y pilas son de hormigón armado. El punto fijo está en el es-

un núcleo de viviendas a la traza, cuenta con una longitud de 390 m, una sección libre de 85,9 m² y un radio interior 6,9 m. La sección tipo consiste en una contrabóveda en forma de losa plana de canto 1,15 m y anchura total 14,6 m. Desde la losa arrancan sendos hastiales sobre los que apoya la bóveda ejecutada 'in situ' con hormigón, con un espesor variable entre 0,44 m en la zona de apoyo de los hastiales y 0,40 m en la parte superior de la misma.

Tras este falso túnel la traza discurre en una trinchera para cuya construcción hubo que desplazar la carretera Perales del Río-Getafe y un tramo de carril ciclista de la Comunidad de Madrid.

El túnel, que ha supuesto una inversión de 337 M€, atraviesa la capital de norte a sur.

vigas metálicas de 1,2 x 3,1 m con mamparos reforzadores interiores. Dispone de mástiles sobre cada pila y dos tirantes entre éstos y las vigas. Los estribos son de hormigón armado y tienen cimentación profunda mediante pilotes. El viaducto tiene el punto fijo en el estribo 1. Se ejecutó con 2 pilas intermedias de hormigón armado. Las pilas 1 se cimentaron por medio de pilotes y las pilas 2 por medio de micropilotes, debido a las afecciones con las vías de mercancías cercanas.

El viaducto de Santa Catalina tiene 427,3 m de longitud y está formado por un viaducto de 86,3 m, una pérgola de 130 m y otro viaducto de 211 m. Las vigas de cada uno de los tres tramos son prefabricadas y montadas con grúas. El primer y el tercer tramo son

tribo 1. Las pilas son rectangulares de 5 x 3,5 m, achaflanadas (0,45 m). El tablero hiperestático está formado por dos vigas artesa de 2,6 m de canto. En las pilas llegan a tener 4,4 m de canto (vigas martillo). El tablero es postesado en las zonas de pilas.

Las dos nuevas vías continúan su recorrido entre Getafe y Pinto, en un tramo de 10,7 km en el que destacan como principales elementos singulares un túnel y tres viaductos sobre el río Manzanares (69 m), sobre la autovía A-4 (93 m) y sobre la línea convencional de ferrocarril Madrid-Alicante (78 m). Además de tres pasos superiores y cinco inferiores.

El túnel artificial de Perales del Río, ejecutado para evitar molestias a los vecinos dada la proximidad de

El cuarto y último tramo, Pinto-Torrejón de Velasco, tiene una longitud de 7 km y discurre por los términos municipales de Pinto, Parla y Torrejón de Velasco. El elemento más significativo de este tramo es la pérgola sobre la LAV Madrid-Andalucía.

Esta estructura tiene una longitud total de 448,9 m distribuidos en un tramo central de pérgola y dos viaductos de acceso. La pérgola tiene 246,6 m de longitud y 23 m de luz. Las vigas son prefabricadas de tipo doble T, de 1,5 m de canto y la cimentación es profunda.

El viaducto del lado Madrid consta de 4 vanos, con una longitud de 111,2 m, y el viaducto del lado Levante tiene 3 vanos y una longitud de 91,1 m. Ambos viaductos son hiperestáticos sobre artesa prefabricadas de 1,8 m de canto, con



Vista interior del túnel
en ancho estándar.



El nuevo acceso sur permitirá agilizar el tráfico de salida y llegada a la capital.

apoyos sobre las pilas palmera y cimentaciones profundas. El ancho de los tableros es de 9 m.

En cuanto al montaje de vía, el tramo se ha montado en balasto en su totalidad, con carril de tipo 60 E1 y traviesa monobloque AI-04. La electrificación del nuevo tramo se ha realizado a 25kVc.c. y se ha instalado catenaria flexible de tipo C-350 entre la salida del túnel y Torrejón de Velasco.

Reto tecnológico

Por lo que respecta a la señalización, se ha realizado una ampliación de los enclavamientos existentes y se ha generado el nuevo enclavamiento electrónico (Jardín Botánico) para proteger el tráfico

en el nuevo tramo. Igualmente se han actualizado los sistemas de los Puestos de Mando de Atocha y Albacete para incluir el nuevo trazado, que está dotado de GSM-R.

Todo el tramo, se ha equipado con el sistema de protección de tren ERTMS en nivel 1 como sistema nominal, así como con ASFA como sistema de respaldo. El importante reto tecnológico de este nuevo tramo era interconectar los sistemas de señalización de tres líneas de alta velocidad de épocas y tecnologías diferentes: la Madrid-Sevilla, de 1992 y equipada con LZB, y las LAV Madrid-Valladolid de 2007 y Madrid-Levante de 2010, equipadas con ERTMS nivel 1 y nivel 2 de tecnologías Thales y Siemens, respectivamente.

Se han desarrollado, por tanto, transiciones de ERTMS nivel 1 del nuevo tramo con el sistema LZB (hacia el sur) y con ERTMS nivel 2 (hacia el norte y hacia Levante), así como extensiones de ERTMS nivel 1 con los tramos norte y Levante.

Las pruebas de campo se llevaron a cabo íntegramente por las noches ya que requerían de carga y marcha atrás de numerosos sistemas pertenecientes a las distintas líneas interconectadas. Este diseño se probó con trenes de diferentes tecnologías para confirmar la interoperabilidad y asegurar el fluido tránsito de trenes entre las líneas que se conectan, sin afectar a la normal circulación de trenes en los tramos en explotación. ■

El *big data* irrumpe en las carreteras

La Dirección General de Carreteras, y coordinado por la Dirección Técnica, contrató con la empresa Localyse la adquisición de una serie de datos sobre el comportamiento de los vehículos que discurren por la Red de Carreteras del Estado (RCE). Se viven unos momentos de cambio, dentro de lo que se denomina digitalización, en los que la gestión de la infraestructura tiene que estar presente. Lo que se conoce como *big data* o datos masivos está haciendo irrupción en todos los ámbitos, y las carreteras no deberían ser ajenas a su aprovechamiento.

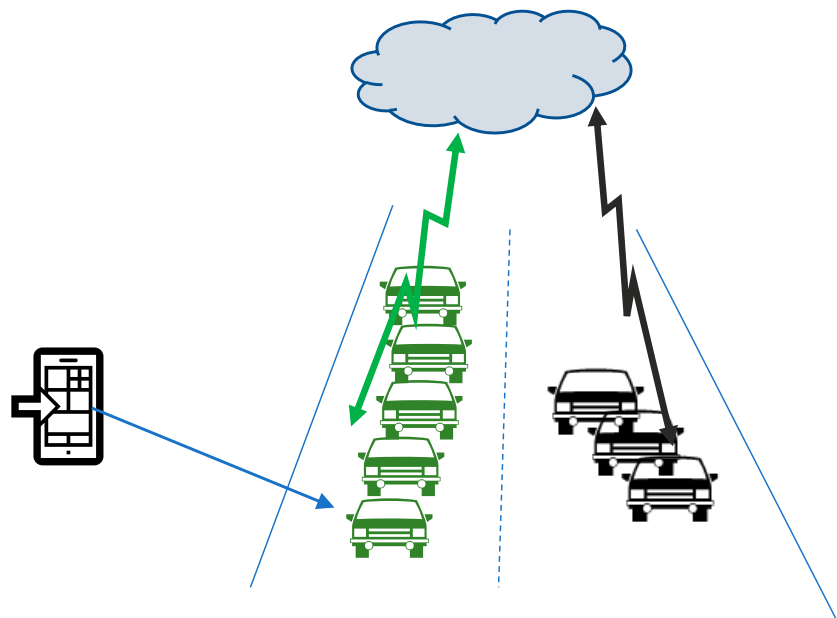
Texto: Óscar Gutiérrez-Bolívar
Reconocimiento:

El autor quiere poner de manifiesto la labor desarrollada por José Ramon Gamo en la recopilación de datos y su ayuda en la edición.

Introducción

Independientemente de definiciones y límites más o menos académicos del término *big data*, se trata de analizar cantidades considerables de información para lo que se necesitarán nuevas herramientas de análisis más allá de las bases de datos tradicionales y de los modelos de correlación habituales. Pero sin entrar en el detalle de las herramientas de análisis, es verdaderamente interesante poder acceder a una información a la que hasta ahora difícilmente se podía tener acceso. Esa falta de información real se subsanaba con aproximaciones por medio de mediciones indirectas y por modelos teóricos. Además, muchas de las consideraciones o asunciones que se empleaban tenían su origen en estudios realizados en otros países con condiciones que podrían ser muy distintas. No obstante, hay que destacar el grandísimo avance que supuso para la técnica la elaboración de modelos que, partiendo de unas observaciones representativas, pero escasas, podrían tener una aplicación universal. En esos modelos siempre se contaba con un cierto margen de error y con la necesidad de ir calibrándolos para adaptarlos mejor a la realidad.

El panorama que se abre ahora es muy distinto. Se trata de un nuevo paradigma en el que las fórmulas que simulan la realidad se sustituyen por la realidad misma, o mejor por su medición detallada. La ingeniería se enfrenta a una nueva forma de hacer las cosas en la que se da una situación paradójica: antes se disponía de fórmulas relativamente sencillas que simplificaban una realidad a la que no se podía acceder en toda su extensión, y ahora se tiene acceso a algo mucho más complejo como son todos los detalles de la realidad. Es previsible



Datos de los vehículos por medio de dispositivos móviles.

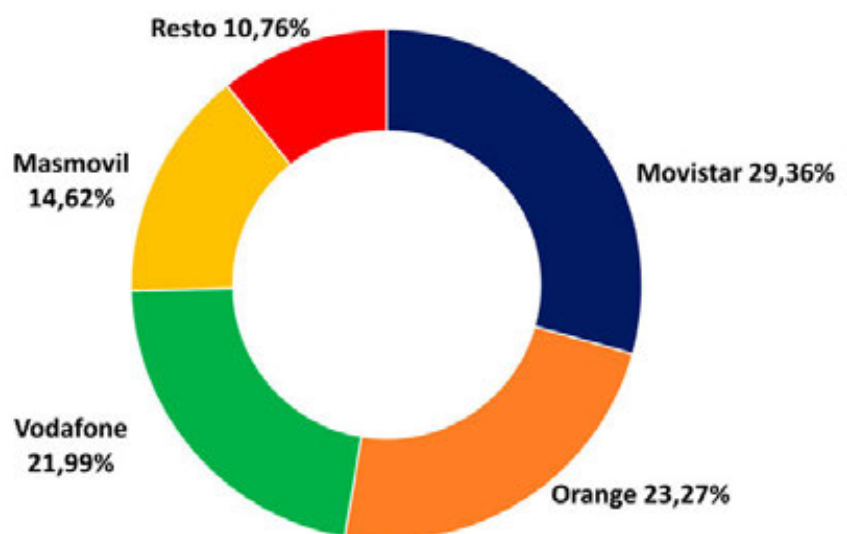
que en el futuro suponga un movimiento dialéctico entre ambas formas, pero que tendrá que acercarse más a un contraste cada vez más factible con toda la realidad. Cómo se producirá ese proceso es una incógnita que el tiempo irá dilucidando. De momento esta acción es una

primera aproximación con la que se irán explorando las posibilidades y se analizarán los logros.

Los datos

Sabido es que hoy en día cada individuo es una fuente de informa-

Operadores de telefonía



Fuente: CNMC.

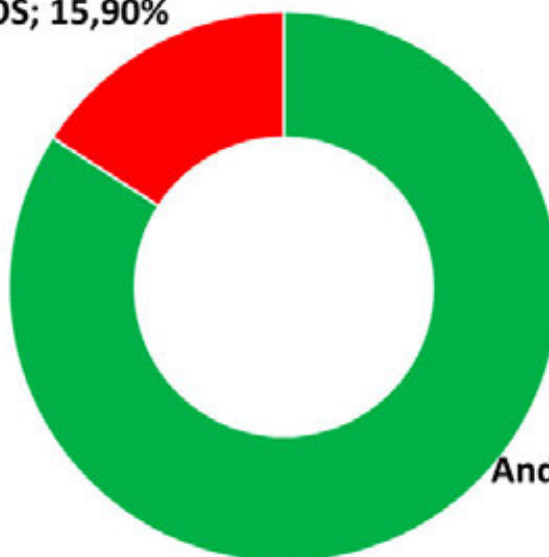
Sistema operativo de móviles

ción de la que se pueden obtener los más diversos beneficios. Según Eurostat en 2021 el 94 % de los españoles usan el móvil para acceder a internet. Por otra parte, el mayor de los operadores de telefonía tiene menos del 30 % de cuota, según la Comisión Nacional del Mercado de la Competencia. Como contraste del 84 % al 90 % utilizan el sistema Android.

Por otra parte, es difícil conocer la cuota de mercado de los distintos navegadores independientes o montados en los vehículos. Por el número de ventas de aparatos o de vehículos se podría aventurar que algunas marcas podrían estar instalados en unos tres millones de vehículos. Pero frente a los usuarios de Android que tengan habilitado su localización, y los usuarios de otros sistemas que usaran Google Maps o Waze, se llegaría a la conclusión de que Google tiene una posición de cuasi monopolio en España. Esa situación supone que en realidad la muestra es muy cercana a la totalidad de la población. Otros sistemas vinculados a la mecánica de los automóviles pueden proporcionar más información, pero el número de usuarios hace que decazca su representatividad.

Para este estudio se utilizaron datos de Google sometidos a un cierto tratamiento. El dato fundamental es la velocidad en pequeñas secciones de una determinada longitud y medidas cada cierto intervalo de tiempo. Se proporciona el valor medio de las velocidades de recorrido de los vehículos. Según las circunstancias se han elegido unas longitudes y unos tiempos. Para la mayor parte de los casos se han elegido longitudes de 150 m y tiempos de 5 minutos. Ha habido casos de 50 m si se necesitaba un detalle especial, y de intervalos de tiempo de 10 o 15 minutos si

iOS; 15,90%



Android; 84,10%

Fuente: <https://www.kantar.com/es/campaigns/cuota-de-mercado-de-smartphones>



Método tradicional de aforo. Fuente: Gobierno de Navarra.

para un determinado objetivo no se requerían tanta precisión. Se eligieron unos 300 tramos de diversa longitud y durante diferentes períodos de tiempo.

Así pues, se cuenta con las velocidades en cada sección de 50 o 150 m y el retraso medido en segundos por km. La velocidad de

referencia para los retrasos sería la velocidad libre, que se obtiene por la consideración de datos históricos de cada tramo. También se dispone de datos de velocidades, tiempos de recorrido y retrasos en los tramos más amplios, de hasta 100 km, que abarcan a todas las pequeñas secciones de 50 o 150 m.

Expectativas

En este tipo de estudios en que se utilizan nuevas técnicas cabe un cierto margen de incertidumbre acerca de los logros. Intuitivamente se pueden suponer una serie de posibles utilidades de los datos. Posteriormente será necesario contrastar esas asunciones apriorísticas con la realidad.

Hasta ahora la información era la suministrada por el sistema de aforos de que dispone la RCE, que entre otras, cuenta con una serie de estaciones permanentes que pueden medir el número de vehículos que circulan, su longitud e incluso sus velocidades. El problema es que las velocidades solo se miden en determinados puntos de la red. En la red hay casi 500 estaciones permanentes. La longitud de calzadas en las que están distribuidas es de unos 35 000 km, lo que vendría a suponer una cada 70 km. Si se compara con los 50 o 150 m de longitud de los tramos utilizados en el estudio la diferencia es muy notable. Por tanto, el método de adquisición permitiría tener una información fidedigna de la velocidad de los vehículos en tramos tan pequeños que pudieran considerarse datos como casi puntuales. Sin embargo, no se dispondría de una clasificación de los vehículos ni de su número. En las estaciones permanentes al medir la longitud de los vehículos, se puede distinguir entre pesados, ligeros y motocicletas. Para soslayar la falta de información sobre el número de vehículos y su tipología, se podrían aprovechar esas estaciones de aforo. Con los datos de aforos de todas las estaciones se podría tener un dato bastante aproximado del número de vehículos en cada tramo y de su distribución. Uno de los estudios posteriores que sería necesario realizar es

precisamente encontrar la relación entre el número de vehículos y sus velocidades.

Bien, pero ¿para qué sirven las velocidades de los vehículos? ¿Para sancionar? La velocidad es un parámetro esencial en la planificación, diseño, explotación y conservación de las carreteras. Las carreteras se diseñan para transportar personas y mercancías de una forma segura, pero eficaz. La vía debe permitir que los vehículos circulen a una velocidad tal que permita que siga siendo un medio eficaz de distribución de riqueza a toda

El diseño, la planificación, conservación, explotación y gestión de carreteras, se verán revolucionados por el *big data*.

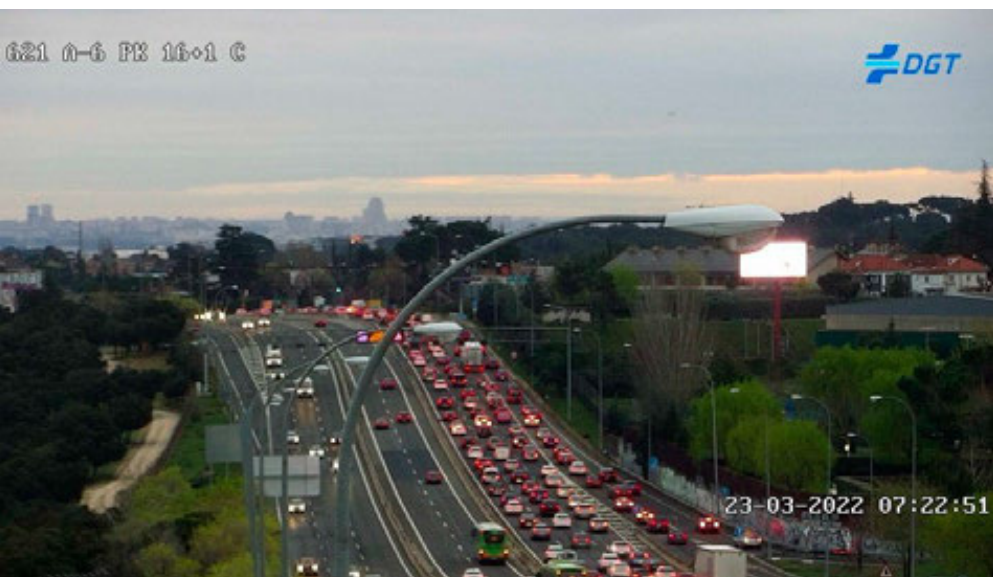
la nación. La carretera es el medio que facilita la mayor proporción de todo el servicio de transporte con una enorme superioridad frente al ferroviario, marítimo o aéreo. Lo ideal sería que la velocidad fuera constante a lo largo de cualquier recorrido. La realidad es que existen muchos factores que distorsionan ese ideal. En primer lugar, la orografía que condiciona el trazado de las carreteras. Las ondulaciones o sinuosidad del terreno tanto en forma horizontal, curvas, como en vertical, rampas y pendientes, pueden afectar a la velocidad de los vehículos. Otro aspecto determinante es la demanda. Si hay

muchos vehículos que acceden a las vías, la velocidad de cada uno puede verse afectada. Sin embargo, podría aumentar la capacidad, es decir la disminución de la velocidad podría verse compensada con un mayor número de vehículos que comparten un determinado tramo. El equilibrio entre velocidad y capacidad es un parámetro fundamental del diseño y gestión. Hay que tener muy presente que los tiempos de transporte pueden suponer ahorros o despilfarros muy considerables en la economía de un país. Un exceso de tiempo de recorrido supone la pérdida de horas de trabajo, de deterioro de la mercancía, de pérdida de oportunidad y, aunque apenas se considera, de un mayor gasto energético, de emisiones y de deterioro de los vehículos. Los requerimientos de la logística son, además, cada vez más exigentes.

No habría que olvidar la repercusión que las condiciones climáticas y de iluminación pueden tener en las velocidades, así como las obras u otras interrupciones. Tampoco, a la seguridad vial. La velocidad es prácticamente siempre protagonista de los accidentes. Sin vehículos en movimiento difícilmente se producen accidentes.

Congestión

Teniendo en cuenta esas premisas se han abordado varias posibilidades de análisis. Una de ellas fue el estudio de la congestión. Se trata de identificar puntos en donde se produzcan disminuciones notables de la velocidad debidas a una elevada demanda. Se previó analizar tramos en donde con alguna periodicidad se producían. Se consideraron tramos periurbanos en donde, dependiendo de las horas, de los días o de las estaciones se producían congestiones. También se consideraron tramos que experimentaban



Congestión de entrada. Fuente: DGT

atascos los fines de semana, tanto de salida como de regreso. Algunos tramos se extendieron más allá de zonas urbanas donde también se podrían ver afectados por iguales circunstancias.

El campo de la modelización del tráfico ha sido muy atractivo para los expertos en la materia. Desde modelos macroscópicos a microscópicos pasando por asimilaciones a sistemas hidráulicos viscosos, cinéticos, movimientos brownianos, propagación de ondas de choques, teoría de colas, sistemas markowianos, teoría del caos, etc. El mundo académico ha considerado un desafío la resolución del problema de cómo modelizar el tráfico. La aparición del *big data* ha modificado de forma sustancial la forma de abordar el problema. Gracias a los datos suministrados por los usuarios se puede acceder a la realidad sin necesidad de la intermediación de los modelos. Se tiene acceso a un número elevadísimo de personas que suministran unos datos que antes no estaban disponibles, pues solo se accedía a unas mediciones en un único punto, y por un tiempo muy limitado. Ahora se pueden tener datos de la práctica totalidad de los vehículos en cualquier momento y en cualquier posición. Se puede afirmar que se accede di-

rectamente a la realidad. Se podría prescindir de los modelos que eran una aproximación a la realidad con muchas lagunas, y que en muchos casos estaban basados en experiencias ajenas a las condiciones y usos de una determinada red de carreteras o tramos específico. Eso no quita un ápice de mérito a todos los esfuerzos que se han hecho a lo largo de los años para mejorar el conocimiento. Lo que ocurre es que ahora la realidad se ha hecho accesible, y, por tanto, sería insensato seguir utilizando aproximaciones cuando se tiene acceso a la realidad. No obstante, siempre se dan resistencias a prescindir de los modelos antiguos, por costumbre y por comodidad. Por otra parte, aunque se tenga acceso a esa realidad, sigue siendo necesario hacer modelos para predecir situaciones. Se están desarrollando sistemas que, utilizando redes neuronales o inteligencia artificial, permitan procesar una ingente cantidad de datos e ir «aprendiendo» de lo que ocurre en la realidad. En resumen, se cambia unos modelos basados en una parte exigua de la realidad a otros que abordan casi su totalidad y a un menor coste.

Cabe preguntarse cómo afecta la congestión al gestor de la infraestructura. Antes que nada,

hay que señalar que con estas herramientas se puede evaluar con precisión la afección real a los usuarios. Se pueden cuantificar los tiempos de retraso frente a la situación que se considere de referencia. Esos tiempos se pueden monetizar, y así medir el coste extra que los usuarios soportan sobre la congestión. Las medidas que se pueden tomar son de muy diversa índole. Entre ellas cabría la necesidad de ampliar las vías o la de construir trayectos alternativos. Hoy en día se trata de huir de nuevas construcciones por su repercusión ambiental. Existen una panoplia de soluciones, como pueden ser la implantación de carriles reversibles; una mejora de la información a los usuarios; la promoción de la alta ocupación de los vehículos, compartiéndolos; el control de accesos o *ramp metering*, u otras. Mediante análisis de costo-beneficio, o de ciclo de vida se puede estudiar la conveniencia de implantación de esas medidas.

Homogeneidad en el trazado

Desde el punto de vista de la seguridad, un trazado homogéneo facilita la "lectura" de la carretera por parte de los usuarios. Si en el trazado se dan puntos singulares que suponen una discontinuidad, pueden crear situaciones de zozobra para los conductores que los lleve a tomar decisiones que causen un accidente. Existen en la actualidad herramientas y experiencias de los gestores, auditores de seguridad y proyectistas que pueden ser de ayuda. Así el modelo y programa Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM) permite analizar con los datos de tráfico, dimensiones y sinuosidad el grado de seguridad que la carretera ofrece.



Homogeneidad para el usuario.
Fuente: ACEX.

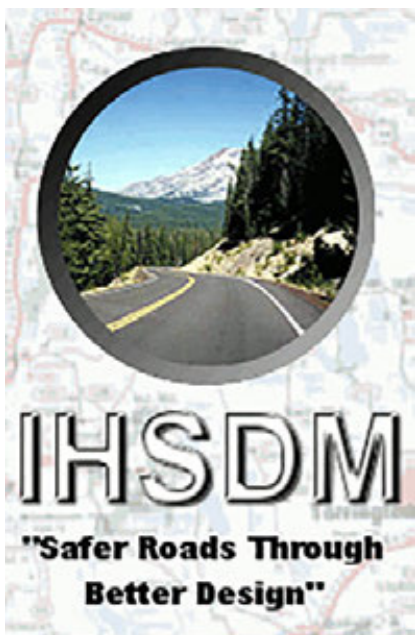
El modelo se basa en experiencias de carreteras de los Estados Unidos y se asienta sobre un número representativo, pero limitado, de observaciones. De la misma forma las experiencias de expertos, con ser muy valiosas, siempre se encuentran limitadas en número y ámbitos. El análisis de datos masivos puede ser de gran utilidad para detectar aquellos puntos donde los conductores modifican de forma puntual su respuesta, que podría ser detectada por cambios de velocidad. Se trataría de una herramienta de análisis verdaderamente objetiva. Se podrían tomar decisiones sobre modificaciones de trazado, anchuras, distancias o señalización. Además, permitirían medir, también de forma objetiva, el resultado de las actuaciones.

Parámetros de diseño generales

El diseño de las carreteras se basa, en muchos casos, en decisiones que en un determinado momento se tomaron asumiendo que eran las mejores opciones. Evidentemente, se basan en primera instancia en leyes de la mecánica y en constricciones geométricas. Pero dentro de unos márgenes se han adoptado unos valores fijos que se han dado como buenos, y que, de hecho, han resultado eficaces, pero que convendría comprobar de forma extensa con la respuesta real de los conductores. Por ejemplo, la forma en que los conductores toman curvas de determinados radios, las velocidades reales que se dan en determinados tramos, la credibilidad que ofrece la señalización limitativa medida por el cumplimiento por parte de los conductores, la influencia de las pendientes y rampas; la visibilidad vertical y horizontal; los estrechamientos, etc.



Clásico para evaluar el servicio que prestan las carreteras.
Fuente: TRB.



Modelo estadounidense para evaluar el trazado.
Fuente: FHWA.

Igualmente, la capacidad, en cuanto al flujo medido en número de vehículos por unidad de tiempo podría ser verdaderamente contrastada por la medida de velocidad real. Hasta ahora son las anchuras, distancias de obstáculos, ondulaciones y otros los parámetros con los que se considera la velocidad que pueden desarrollar los vehículos, y consecuentemente su capacidad. La velocidad real en el llamado flujo libre, cuando el tráfico no es un impedimento, se basa en un cálculo que utiliza unas fórmulas que sería necesario contrastar.

Con el análisis de datos masivos se podría ajustar más todas esas metodologías, pero es imprescindible contrastarlas de forma fehaciente. Como resultado se podrán validar o considerar su mejora. Hay que tener en cuenta las diferencias entre países y regiones, los cam-

bios en el parque de vehículos, los hábitos y el mismo aprendizaje de los conductores.

Diseños específicos

Hay también otros elementos, como puedan ser las incorporaciones, salidas, cruces o las glorietas que requieren una atención especial. Aunque también en estos casos existen herramientas para su cálculo, se debería contrastar que el funcionamiento previsto es el que realmente ocurre. De lo contrario sería necesario adoptar medidas para mejorarlas. La eficacia de la implantación o modificación de estos elementos se podría evaluar de forma muy precisa.

Planificación

Uno de los criterios para la toma de decisión sobre una alternativa son los tiempos de recorrido que se emplean en un determinado tramo. Con la utilización de estas herramientas se puede determinar el tiempo de recorrido real medido durante un espacio de tiempo suficientemente representativo. También puede servir para comparar alternativas de distintos itinerarios y tomar decisiones de inversión o incluso de conservación. Más aún, podría dar lugar a la cesión de algún tramo a otras administraciones por disponer de un itinerario que cumpla mejor las prestaciones que se exijan a la RCE. Unas bajas velocidades de recorrido también pueden desencadenar algún tipo de mejora. Desde ampliaciones, a modificaciones de trazado, construcción de túneles, viaductos etc. En el caso de desvíos por obras, también se puede calcular el retraso que se ocasionará a los usuarios, y así poder evaluar de una forma coherente la eficacia una actuación. El coste de la actuación, su duración y el daño ocasionado a los usuarios



Criterios para el diseño de carreteras.
Fuente: MITMA

deben ser cuidadosamente sopesados.

En el caso de tramos que necesiten rehabilitación, la disminución de la velocidad de recorrido, junto con el número de vehículos, pueden ser un elemento decisivo a la hora de planificar inversiones de rehabilitación.

Seguridad vial

Como ya se ha mencionado la velocidad es determinante en la gravedad de los accidentes. Con la utilización de los datos masivos se puede determinar cuáles son las velocidades reales en cualquier punto de la red, pero de forma especial en los tramos de concentración de accidentes, o en aquéllos que se considere que merecen un estudio. Además, esas velocidades se pueden discriminar por horarios, días de la semana, meses y estaciones. Incluso acontecimientos puntuales o extraordinarios. Las condiciones de contorno, y los análisis detallados, como en intersecciones, glorietas, zonas de adelantamiento, trazados complicados, barreras, obstáculos

y otros unidos a las distribuciones de velocidades pueden dar una perspectiva muy útil.

Algunos resultados

Para elegir los tramos se consultó a todos los responsables de la RCE para que indicaran los puntos en que se consideraba útil realizar algún estudio. Al tratarse de algo nuevo, y con las necesidades de atender al día a día, no fue excesiva la demanda de tramos para estudiar. Con el paso del tiempo la demanda se fue incrementando, a medida en que se fue reparando en la utilidad de la herramienta. De cualquier forma, los datos están disponibles para su estudio y análisis y se espera ampliar la aplicación de esta herramienta.

Congestión

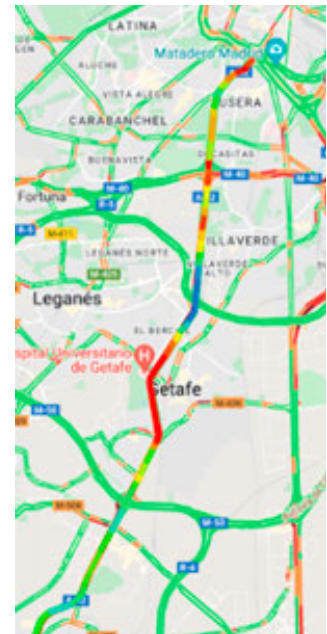
Una de las primeras demandas fueron las de Madrid, para conocer las condiciones de congestión en las carreteras de acceso.

Para ello se recabaron datos de las carreteras con más demanda para evaluar la congestión real que se produce con un detalle al que no se tenía acceso. Se consideraron las horas, días de la semana, del mes y de vacaciones. Una parte muy importante son los problemas que se dan en las horas consideradas como punta. Además de identificar los peores momentos y su extensión geográfica y temporal, se pudo analizar la forma en que evolucionaba. La posibilidad de hacer ese estudio durante un tiempo considerable proporciona mucha información para conocer mejor el proceso. Se puede ver en las figuras las condiciones de alguna carretera y la evolución del estado de congestión.

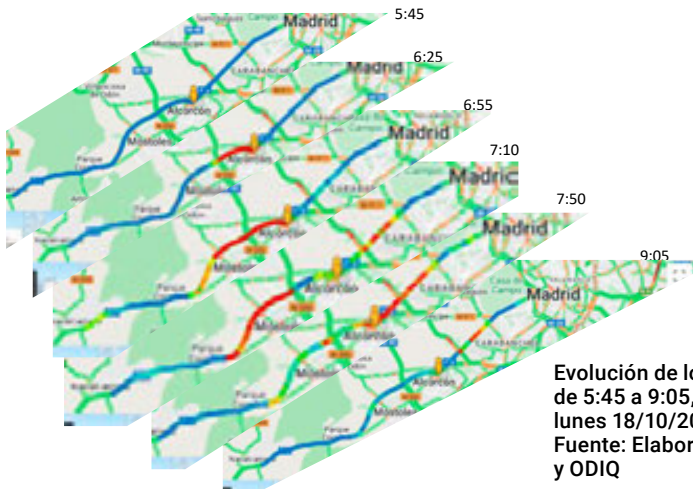
Otro problema que causa cierto malestar en los usuarios son los atascos en los fines de semana o en



Estado de la circulación de la A5 18/10/2021 Fuente: Elaboración propia y ODIQ.

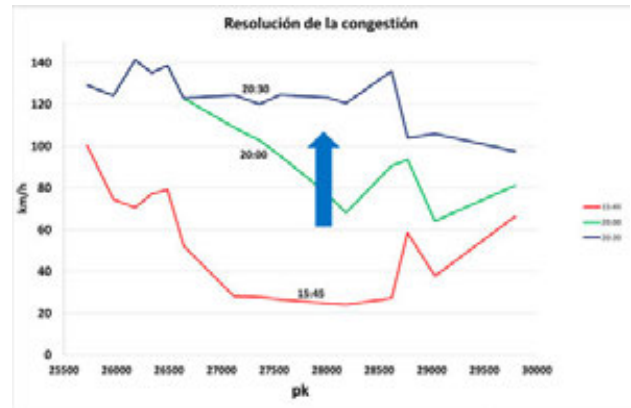
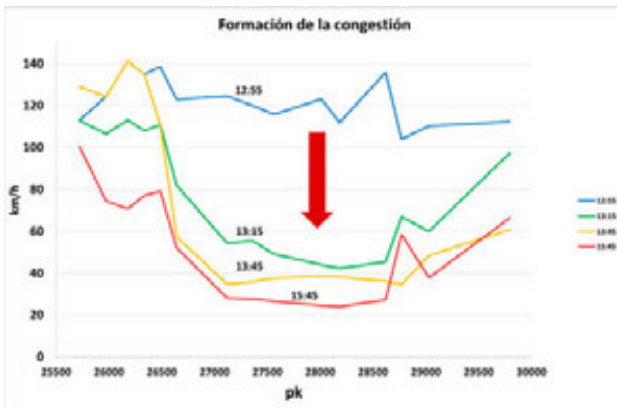


Estado de la A42 a las 7:42 Fuente: Elaboración propia y ODIQ



Evolución de los retrasos A5 de 5:45 a 9:05, lunes 18/10/2021. Fuente: Elaboración propia y ODIQ

las operaciones salida o de regreso. También se prestó una especial consideración a esas situaciones. Como ejemplo en la A1 ocurre que en un determinado momento se pasa de tres carriles a dos, lo que suele ocasionar una serie de retenciones. En las figuras se puede apreciar cómo se propaga y como se va amortiguando al cabo del tiempo. La congestión es un problema tridimensional, en el que intervienen la velocidad, el espacio y el tiempo.



14 Formación y disolución de la congestión en A1. 30/07/2021. Fuente: Elaboración propia

Velocidades- pk- hora

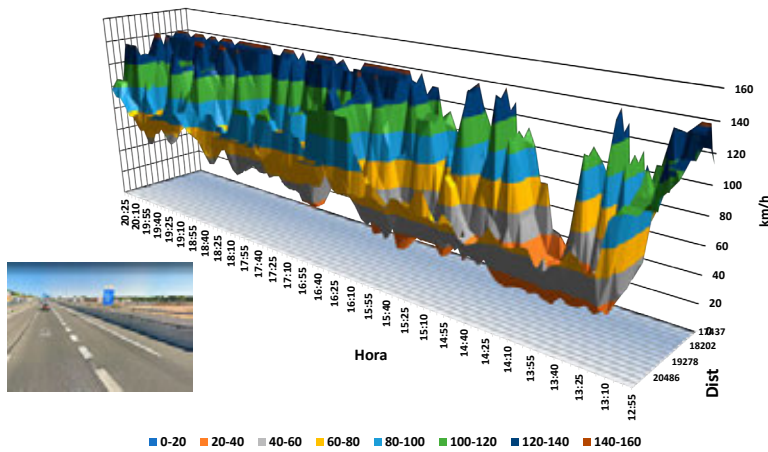
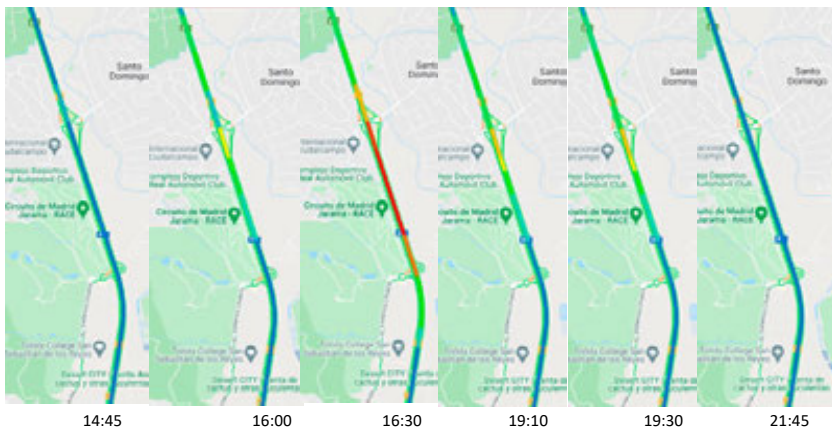
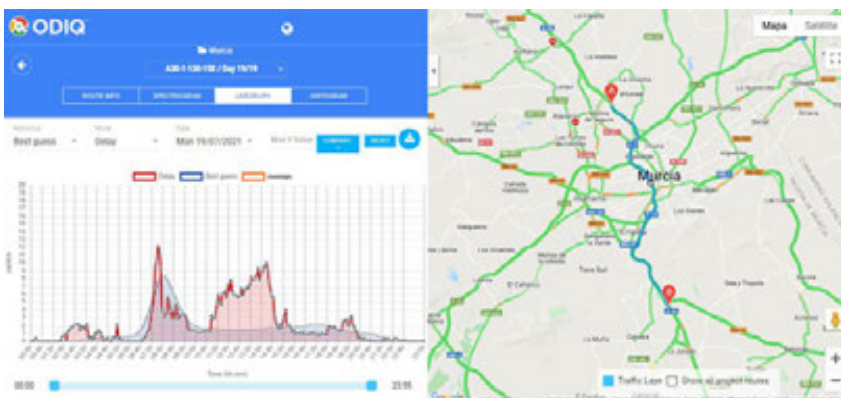


Gráfico 3D del tramo de la A1 congestionado, 31/07/2021. Fuente Google, elaboración propia y ODIQ.



Evolución de la congestión A1 31/07/2021. Fuente: Elaboración propia y ODIQ.



Retrasos en el itinerario 19/07/2021 en Murcia. Fuente Elaboración propia y ODIQ.

Además de esos tramos, se consideraron numerosos tramos en el área periurbana de Murcia. Los problemas en ciertas horas y en determinados días de la semana arrojan una información de gran valor para la toma de decisiones. En Extremadura también se estudiaron tramos de enlace entre la A5 y la A66 en días comprometidos.

También se escogieron numerosos tramos en Galicia para abordar problemas de congestiones puntuales.

Condicionantes climáticos

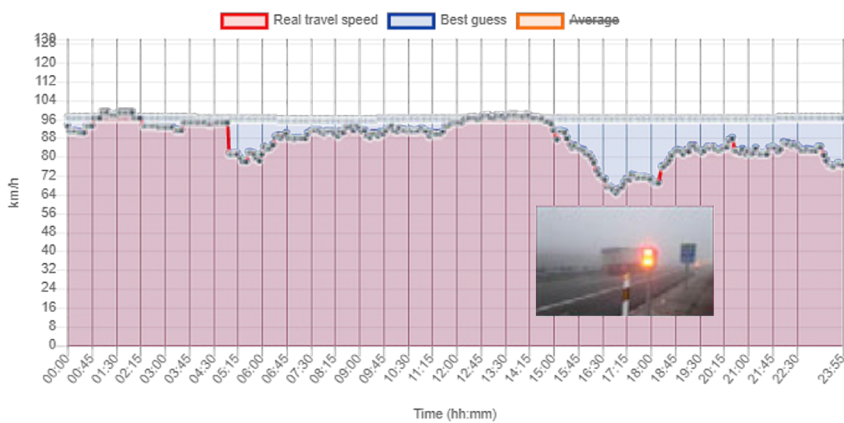
También se consideró un tramo en Mondoñedo, que es una zona especialmente delicada por las nieblas, donde se tomaron datos para comprobar la velocidad real de los vehículos.

Planificación

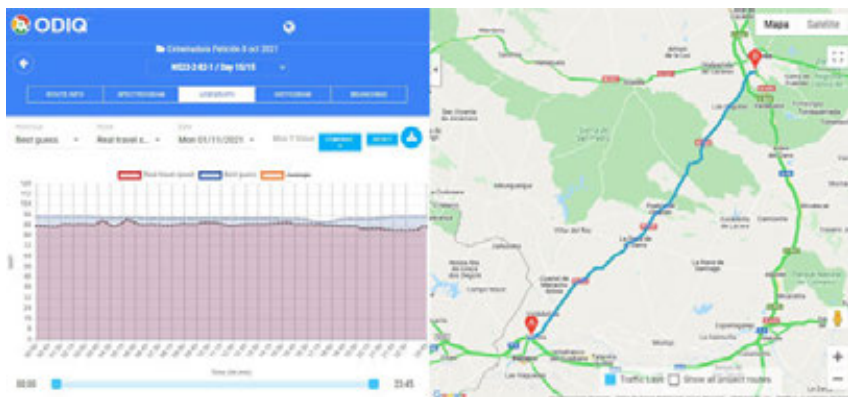
En Extremadura la N-523 se estudió la velocidad media de recorrido entre Cáceres a Badajoz. Se trata de una carretera susceptible de ser ampliada por unir dos capitales de provincia. La realidad es que la velocidad promedio en los tramos es de 88,23 km/h, y la V_{85} es de 115 km/h. No se observan retrasos destacables en ningún día de la semana ni a ninguna hora.

Homogeneidad en tramos

En la A6 se estudió la media móvil de las velocidades, lo que permite detectar zonas en que se rompe la homogeneidad. Se detectaron varios puntos en donde se observaron cambios en la velocidad. Uno es en el p.k. 32, 96 en la llamada curva de Parquelagos y el otro en el entorno del p.k. 17,65 en el estrechamiento de las Rozas. El estudio se hizo un sábado de agosto en la calzada 2 de entrada a Madrid. De esta forma se podía considerar que el tráfico esta-



Mondoñedo,14/08/2021 velocidades de recorrido. Influencia de la niebla.
Fuente: Elaboración propia, DGT y ODIQ



N-523.Velocidades de recorrido. Cáceres-Badajoz.
Fuente. Elaboración propia y ODIQ



Análisis de homogeneidad. Fuente: elaboración propia y ODIQ.

ba en condiciones de flujo libre, es decir que no había perturbaciones debidas a las interacciones entre vehículos. Por tanto, los únicos condicionantes eran las condiciones del trazado. El estado era bueno.

Trazado

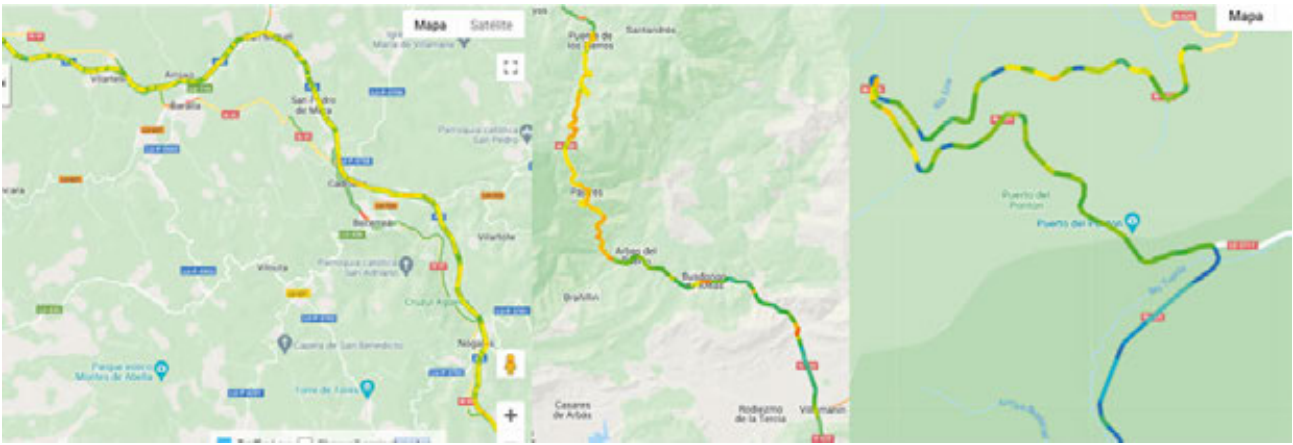
Las velocidades en tramos con cierta sinuosidad pueden ser de interés para un mejor conocimiento de cómo influyen en los usuarios los radios de curvatura, las pendientes y rampas, especialmente en tramos de cierta sinuosidad. Entre otros se han considerado varios puertos como los de Piedrafita, Pajares y el Pontón. Se trataría de una buena base para el estudio y contraste de los criterios de diseño. Se han elegido días en los que se considera que prácticamente es el trazado el condicionante de la velocidad. Como botón de muestra la velocidad media en el puerto del Pontón es de 58,8 km/h y la V_{85} es de 77,21 km/h.

Seguridad vial

Se han considerado todos los tramos de concentración de accidentes y algunos con alto índice de peligrosidad. Los estudios de seguridad exigen el cruce de la información con datos de detalle como los suministrados por el sistema ARENA de la Dirección General de Tráfico. Por ejemplo, en la N-230 del p.k. 6 al 8 la velocidad media es 58,8 km/h y la V_{85} es de 71,99 km/h. Se trata de una zona transitada con varias entradas, salidas y glorietas. Existen limitaciones a 40, 70 y 80 km/h.

Elementos especiales

Los estudios con datos reales de intersecciones, tramos de trenzado, incorporaciones, salidas, glorietas, carriles adicionales pueden rea-



Velocidades en puertos de Piedrafita, Pajares y el Pontón. Fuente: elaboración propia y ODIQ

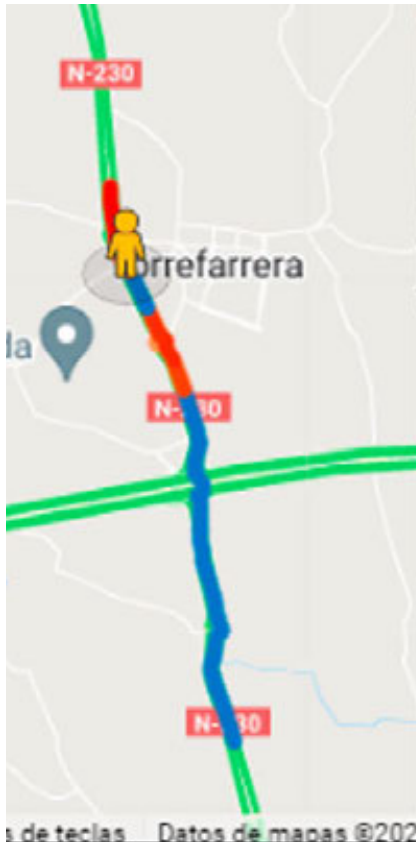
lizarse con la máxima solvencia, pues la cantidad y la precisión de datos permitirá revisar los criterios de dimensionamiento y adaptarlos, si se manifiesta como necesario.

Conclusiones

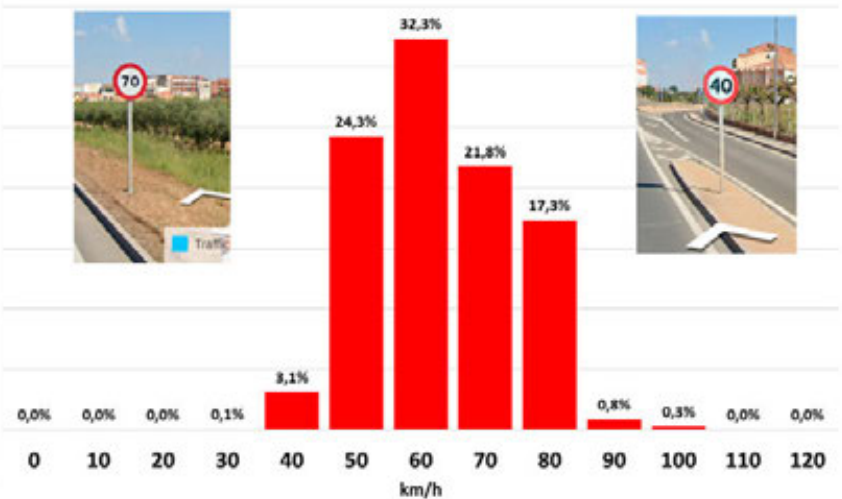
Se trata de un primer acercamiento al *big data* o datos masivos para su utilización en las carreteras. En este caso esos datos han partido

de un número considerable de ciudadanos que de alguna forma han sustituido al trabajo que antes se hacía con lo que se conocía como un “coche flotante”. Se trataba de un coche que trataba de comportarse como un vehículo medio, manteniendo una velocidad tal que el número de los que iban más deprisa igualara al de los que iban más despacio. Este método como muchas otras emulaciones

mecánico-matemáticas han rebozado de ingenio y creatividad con el fin de recrear una realidad que era inabordable. Gracias a estos datos que de alguna manera los usuarios intercambian, en este caso con Google, se tiene acceso a una información que siempre fue tan codiciada como inalcanzable. El hecho de que al suministrador de esa información se le pueda tildar de monopolista presenta una enorme



Distribución de velocidades



TCA Análisis de velocidades. Fuente: Elaboración propia y ODIQ



Velocidades en glorieta y enlace. Fuente: Elaboración propia y ODIQ

ventaja, pues casi se llega al sueño de disponer de la práctica totalidad de la población, en sentido estricto y estadístico.

Se abre un vasto horizonte de lo que se pueda hacer con esa información. Hay que tener en cuenta que gran parte de la ingeniería de tráfico se ha basado en encuestas y observaciones que con la ayuda de la estadística crearon un corpus de la materia. Con mucha probabilidad cuando se contrasten los métodos y modelos con los resultados reales no se encontrarán diferencias notables, pero, con similar seguridad, habrá campo para hacer ajustes, mejoras y adaptaciones a las necesidades de los usuarios.

Se han mostrado algunos de los muchos estudios que se podrán ejecutar. También tendrán que desarrollarse herramientas para un mejor análisis que, tal vez, trasciendan a las bases de datos relacionales y a las regresiones. Habrá un lugar para las redes neuronales, la inteligencia artificial o sistemas que aprendan. La información se puede ir almacenando para estudiarla y desarrollar nuevas herramientas, especificaciones, métodos de diseño y de gestión.

Si se dispusiera de datos de aceleraciones, de desplazamientos u otros procedentes de los elementos mecánicos de los vehículos, se podría evaluar el estado de los pavimentos o de otros elementos.

También habría que explorar la posibilidad de manejar orígenes y destino de las personas para una mejor gestión de la red y de su planificación

Por otra parte, esa información deberá también poder utilizarse en tiempo real para la toma de decisiones. Las anomalías que se produzcan podrán dar alertas para la intervención. Los fenómenos meteorológicos, los accidentes, incidentes podrán ser detectados también con este medio.

En un futuro podrá gestionarse la oferta y la demanda de ocupación de intervalos de tiempo y espacio en la red. La gestión de datos masivos junto con técnicas de *blockchain* podrán ser de gran utilidad.

Muchos sectores están siendo revolucionados por el *big data*. La carretera que en los inicios de los ordenadores se aproximó rápidamente a su utilización, había ido perdiendo posiciones de vanguardia. Con la irrupción de los datos

masivos y con la digitalización de la movilidad se abre un hueco para que la carretera retome su puesto en la punta de lanza del progreso. Y el progreso en la red se substancia dando un mejor servicio a los ciudadanos. ■

Bibliografía

Comisión Nacional del Mercado de la Competencia. <http://www.cnmc.es>

DG de Carreteras. (2016). Norma 3.1-IC trazado, instrucción de carreteras. Ministerio De Fomento, Madrid.

DG Carreteras NOTA DE SERVICIO 5/2014. Prescripciones y Recomendaciones Técnicas Para La Realización De Estudios De Tráfico De Los Estudios Informativos, Anteproyectos y Proyectos De Carreteras. (2014).

Eurostat <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submit-ViewTableAction.do>

Gerlough, D. L., & Huber, M. J. (1976). Traffic Flow Theory,

Mahnke, R., Kaupužs, J., & Lubashevsky, I. (2005). Probabilistic description of traffic flow. Physics Reports, 408(1-2), 1-130.

Queiroz, W., Capretz, M. A. M., & Dantas, M. (2019). An approach for SDN traffic monitoring based on big data techniques. Journal of Network and Computer Applications, 131, 28-39.

S. Amini, I. Gerostathopoulos, & C. Prehofer. (2017). Big data analytics architecture for real-time traffic control. - 2017 5th IEEE International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS), pp. 710-715.

TRB. (2016). Manual, highway capacity; A guide for multimodal mobility analysis. Transportation Research Board, Washington, DC, 6.

Wolshon, B., & Pande, A. (2016). Traffic engineering handbook John Wiley & Sons.

Y. Lv, Y. Duan, W. Kang, Z. Li, & F. Wang. (2015). Traffic flow prediction with big data: A deep learning approach.

Nuevas herramientas para el apoyo al proceso de planificación estratégica de infraestructuras y movilidad: Modelo Nacional de Transportes



Primer modelo nacional de demanda

● Texto: Ignacio Fernández García

El Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana, en el marco de la Estrategia de Movilidad Sostenible, Segura y Conectada 2030, está desarrollando una serie de herramientas de planificación para el apoyo al proceso de planificación estratégica y toma de decisiones vinculadas al transporte y a la movilidad de largo recorrido.

Una de estas herramientas es el Modelo Nacional de Transporte (MNT), el cual constituye el primer modelo de demanda a nivel nacional desarrollado en España con el objetivo de evaluar el impacto de actuaciones estratégicas de planificación en la movilidad interprovincial de viajeros y de mercancías de largo recorrido.

Esta herramienta se integra dentro del sistema de información global HERMES, que también incorpora un sistema de información geoespacial de las infraestructuras de interés general y de sus servicios, diseñado por el MITMA.



Modelo Nacional de Transporte

El MNT se enmarca en la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada dentro del **Eje 5 de Movilidad Inteligente**, en el que, en su línea de actuación: "Facilitación de la movilidad como Servicio, Datos Abiertos y Nuevas Tecnologías para el análisis y optimización de la movilidad", incluye como medida la creación de un Modelo Nacional de Transporte.

Su realización, bajo la dirección del MITMA, ha sido realizado por la consultora Ineco, con el apoyo de la empresa PTV Group para la modelización de demanda de viajeros y como proveedor de la **plataforma de modelización PTV Visum**, elegida para su desarrollo.

Las características básicas del modelo

El MNT se concibe como un modelo clásico de 4 etapas centrado en la movilidad interprovincial tanto de viajeros, como de mercancías y toma como año base el año

2017. Para el caso del modelo de viajeros, los modos de transporte modelizados son: vehículo privado, ferrocarril, autobús, marítimo y aéreo. Por su parte, los modos de transporte modelizados para el modelo de mercancías son: carretera, ferrocarril, marítimo y aéreo.

Las áreas en las que se divide el ámbito de estudio y su entorno, conocida como la zonificación del modelo, la componen un total de 86 zonas de transporte generales comunes a ambos modelos (viajeros y mercancías), comprendiendo 59 zonas internas (nacionales) y 27



Zonificación general del MNT.





Red de Transporte.

zonas externas (extranjero). Estas últimas zonas se han representado con un mayor nivel de detalle en los países colindantes (Francia y Portugal), disminuyendo el nivel de detalle a medida que las zonas externas se van alejando del área de estudio.

La **red de transporte** incorporada en el MNT representa la red de

carreteras, la red ferroviaria, la red portuaria y la red aeroportuaria.

La red de carreteras incorpora las autopistas, autovías y carreteras nacionales, y otras vías de menor orden para asegurar la conectividad de la red, sumando un total de 47 000 km representados.

La red ferroviaria incorpora la red de alta velocidad y la red

convencional, con unos 15 300 km representados.

En el caso de los aeropuertos y puertos, se han incluido a nivel nacional los 48 aeropuertos y helipuertos gestionados por Aena y los 46 puertos de interés general gestionados por Puertos del Estado, más el puerto de Denia, gestionado por la Generalitat Valenciana.

El nivel de detalle de la red de transporte fuera de España es menor que el de la red nacional para todos los modos.

Diseño del modelo de viajeros

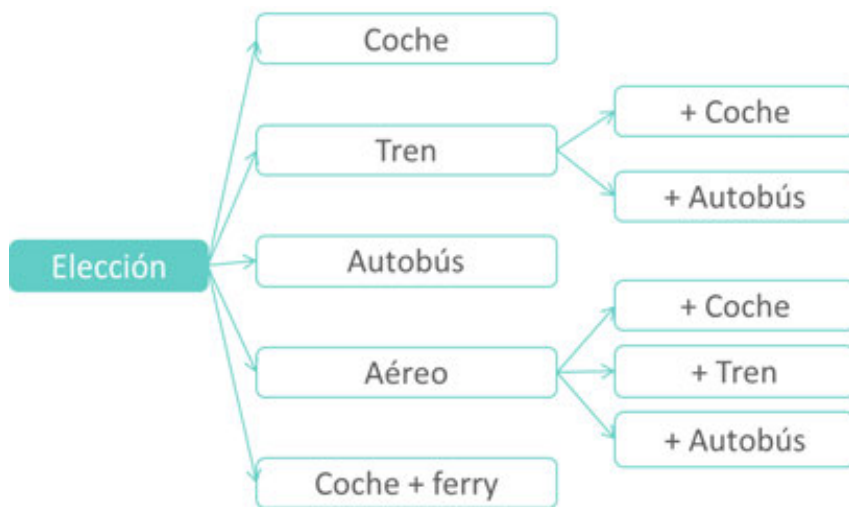
Cabe destacar que el punto de partida para la obtención de las matrices de viajeros son las **matrices de movilidad interprovincial** desarrolladas como parte del “Estudio de movilidad interprovincial de viajeros aplicando la tecnología Big Data”, elaborado por Mitma en el año 2018 (<https://observatoriotransporte.mitma.gob.es/estudio-experimental>). Estas matrices fueron estimadas a partir de registros de telefonía móvil anonimizados, recopilados durante los meses de julio, agosto y octubre de 2017, lo que establece el año base del modelo.

Partiendo de estas matrices, el modelo de viajeros representa la movilidad diaria, para seis días tipo: día laborable tipo (excepto viernes) en época no estival, viernes tipo en época no estival, domingo tipo en época no estival, día laborable tipo (excepto viernes) en época estival, viernes tipo en época estival y domingo tipo en época estival.

Las matrices de viajeros de movilidad interprovincial han sido tratadas, entre otras cuestiones, para segmentar la demanda entre desplazamientos internos realizados por residentes y no residentes, así



Zonificación instrumental para viajeros.



Clasificación de modos de transporte considerados y estructura de elección de tipo Logit anidado.

como viajes internacionales y de tránsito. Para los viajes internos de residentes se han segmentado las matrices de acuerdo con grupos de población (ocupados, estudiantes, jubilados y otros) y motivos de viaje (trabajo, profesional, educación, segunda residencia, vacaciones y otros), obteniendo así el grado de detalle necesario para el desarrollo del modelo. Esta segmentación se ha realizado mediante el uso de datos de diversa procedencia.

En el caso del modelo de viajeros, se ha partido también de la zonificación general establecida para el MNT, condicionada por la información de demanda de movilidad interprovincial disponible, pero incorporando el uso de una zonificación instrumental más desagregada que dispone de 279 zonas, manteniendo, en cualquier caso, la búsqueda de representatividad de los resultados a nivel interprovincial y de largo recorrido. Dicha zonificación instrumental se ha desarrollado a partir de la zonificación utilizada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en su estudio de movilidad de 2019 (https://www.ine.es/experimental/movilidad/experimental_em1.htm).

La implementación de una zonificación más desagregada ha supuesto poder representar de forma más detallada las diferentes

características de los asentamientos en cada zona de transporte, tomar en consideración variaciones en accesibilidad dentro de cada zona de transporte, simplificar la definición de conectores para el reparto de demanda y facilitar la calibración del modelo.

Dentro del procedimiento de modelización se incluye la representación de los servicios de transporte público en todos los modos relevantes para la movilidad interprovincial. La recolección de esta información se ha desarrollado empleando, por una parte, datos procedentes de los operadores y los organismos reguladores y por otra, datos recolectados a través de metabuscadores y planificadores de viaje que integran información publicada por los operadores a través de sus canales de venta. Posteriormente dicha información se ha digitalizado y estandarizado.

El MNT se desarrolla siguiendo el paradigma de las cuatro etapas. Esta metodología se considera la más adecuada para la modelización de la movilidad de larga distancia frente a otras preferidas para el ámbito urbano, como la modelización basada en actividad.

La primera etapa corresponde al **modelo de generación**, el cual permite cuantificar el número de

viajes futuros de una determinada zona mediante los vectores de producción y atracción de viajes a partir de la proyección de variables socioeconómicas y usos del suelo.

En la segunda etapa, con el **modelo de distribución** se establecen los mecanismos que definen la magnitud de los viajes entre los diferentes orígenes y destinos por medio de una matriz.

Con el objetivo de evaluar los mecanismos que pueden modificar el reparto modal a futuro se construye el **modelo de reparto modal**. Estos modelos toman como base las diferentes variables que intervienen en la elección del modo y que se ven alteradas por la variación en las políticas de transporte. A partir de estas variables se construyen las diferentes funciones de utilidad que posteriormente son empleadas para la elección de modo.

En esta etapa se incluye la estimación de la **demanda inducida** que hace referencia a la aparición de nuevos viajes por cambios en el sistema de transporte o en el contexto socioeconómico, que antes no se realizaban en ningún modo.

Finalmente, en la cuarta etapa, el **modelo de asignación** representa los procesos de elección de ruta y en él interaccionan íntimamente la demanda de transporte, las infraestructuras y los servicios. El proceso de asignación comprende la búsqueda de caminos, en el caso del vehículo privado y de conexiones de transporte público y el reparto de volúmenes contenidos en la matrices origen-destino por modo.

El modelo de demanda descrito se beneficia de su formulación íntegra dentro de la misma plataforma PTV Visum, lo que permite mantener la consistencia de todas sus componentes en todo momento.

Diseño del modelo de mercancías

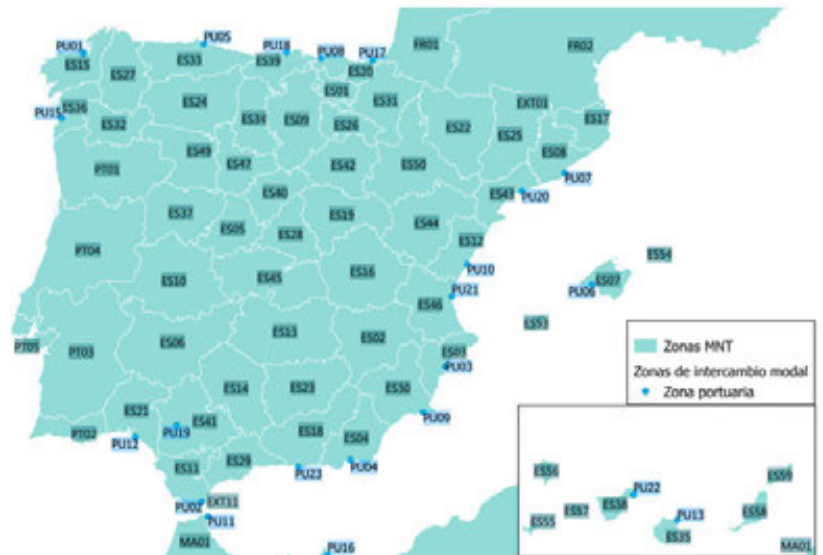
El modelo de mercancías parte de las 86 zonas generales establecidas y complementada por 23 zonas portuarias a nivel provincial y 32 zonas auxiliares de intercambio modal carretera-ferrocarril (32 terminales intermodales terrestres).

Las zonas portuarias actúan, por un lado, como zonas de intercambio modal marítimo-terrestre (carretera o ferrocarril) y, por otro, como orígenes o destinos nacionales de las etapas marítimas de cadenas multimodales internacionales (*import-export*) cuya etapa no marítima se produce en otros medios distintos de la carretera y el ferrocarril, es decir transporte por tubería, entre otros, y que, por tanto, exceden al alcance de representación del MNT.

Partiendo de la envolvente de **clasificaciones de mercancías** aplicadas en los diferentes modos de transporte y, para poder caracterizar correctamente los distintos sectores económicos, se ha establecido una clasificación específica para el MNT que considera 15 categorías de mercancías.

Una vez establecido el ámbito espacial del modelo (zonificación) para cada categoría de mercancía (clasificación), se ha procedido a determinar los flujos de mercancías que se transportaban en el año base 2017 en los distintos modos de transporte con el fin de obtener las matrices de demanda de mercancías.

Estas matrices se han construido de manera sintética a partir del análisis y tratamiento de la información obtenida de distintas fuentes oficiales, construyendo dos tipos de matrices de demanda: matrices origen – destino de etapas, por modo y categoría de mercancía, que hacen referencia a cada uno de



Zonas portuarias.

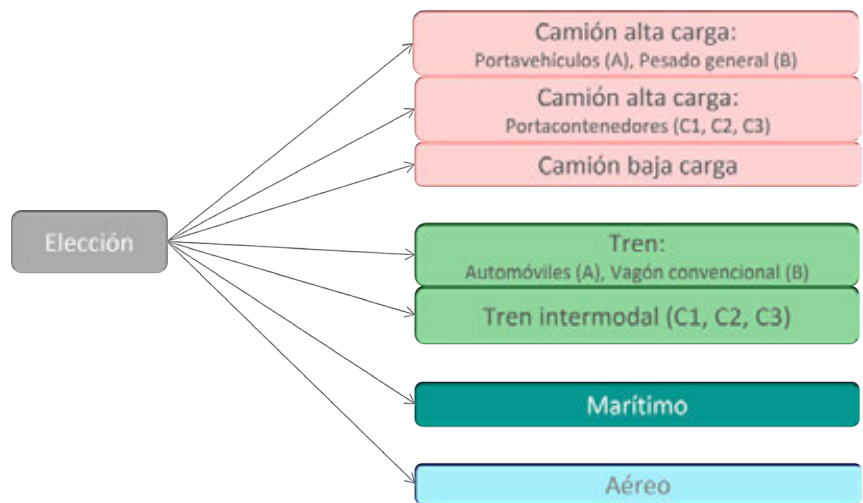
los trayectos realizados mediante un único modo de transporte; y matrices matriz origen – destino de viajes, por categoría de mercancía, que representa el trayecto completo de las cadenas de transporte, pudiendo incluir una sola etapa (viajes unimodales) o varias etapas (viajes multimodales).

El modelo de transporte de mercancías, análogamente al de viajeros, se basa en el esquema clásico de cuatro etapas con las debidas adaptaciones al caso de uso de las mercancías de largo recorrido.

En la primera etapa, los **modelos de generación** determinan las toneladas producidas y atraídas por

cada zona y para cada categoría de mercancía.

Una vez se tienen los volúmenes de mercancías producidos/atraídos por cada zona de transporte y categoría (submodelo de generación), la etapa de **distribución de mercancías** determina las zonas de origen de los flujos relacionados con un destino y los destinos de los flujos generados en un origen. El resultado de esta etapa de la modelización es el cálculo de las matrices origen-destino de viajes totales (sin distinción de modo) para cada tipo de mercancía, tomando como referencia las matrices del año base (2017).



Sistemas de transporte predominante en la elección modal.

Los **modelos de reparto modal y asignación** de mercancías se han desarrollado de forma conjunta mediante una secuencia de procedimientos de 'asignación multimodal' formulada en dos niveles, con el objetivo de obtener la correcta representación de las cadenas multimodales y de las transferencias de mercancías en los principales nodos (puertos, aeropuertos y terminales intermodales terrestres).

Se ha generado un modelo de costes específico para cada uno de los 7 sistemas de transporte definidos, particularizando para cada tipo de mercancía en la medida de lo posible.

Asimismo, se han establecido 7 cadenas multimodales con un sistema de transporte predominante con posibilidad de uno o varios sistemas alimentadores.

Gestor de escenarios y salidas del modelo

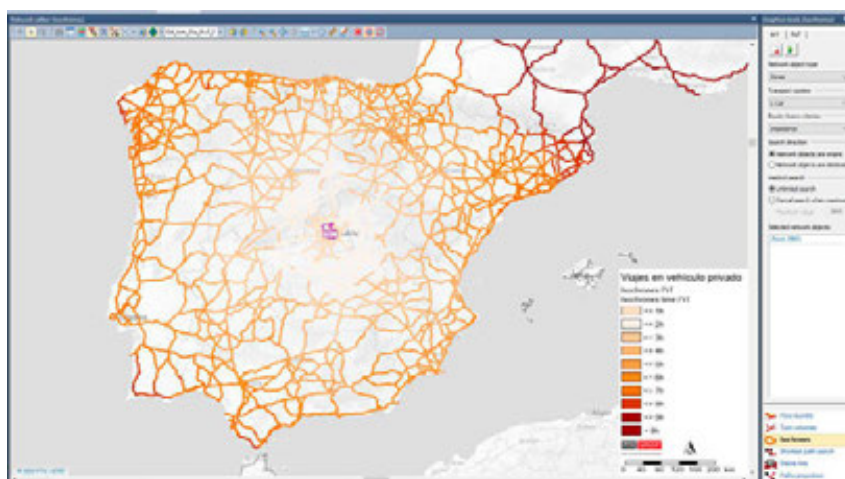
Tras el proceso de construcción y calibrado del MNT al año base de referencia (2017), se ha desarrollado dentro de la misma plataforma PTV Visum un gestor de escenarios que permite la introducción de actuaciones y su agrupamiento en escenarios de análisis para su modelización en diferentes horizontes temporales.

Una de las primeras aplicaciones de un modelo como el MNT es la de proyectar la demanda de transporte a nivel interprovincial a medio y largo plazo. Estas proyecciones proporcionan hipótesis de cambios en la demanda y el tráfico de larga distancia, pudiendo alimentar modelos de ámbito más local.

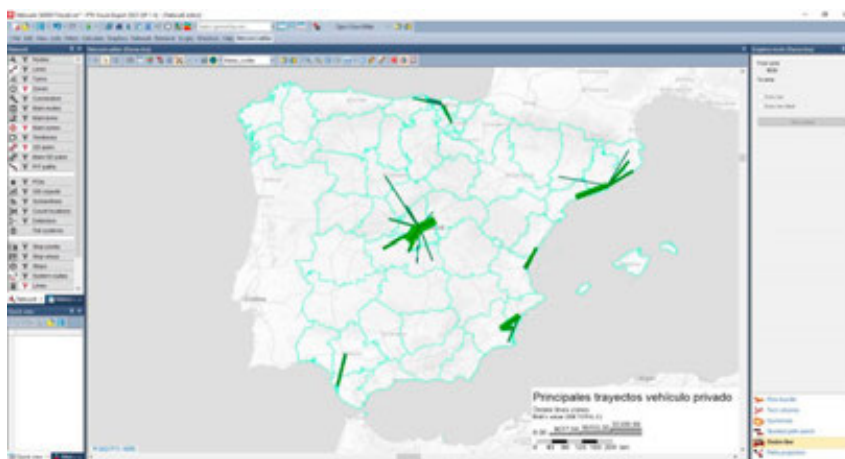
Además, el MNT presenta diversas funcionalidades que permiten evaluar no sólo actuaciones sobre las infraestructuras (creación, modificación o cierre de las existen-



Proyección de tráfico pesado a 2030.



Isocronas.



Líneas de Deseo

tes), sino también modificaciones en la oferta de servicios (horarios, tarifas, rutas, etc.), cambios en los costes de transporte, de fiscalidad

o de composición de la flota circulante, entre otros.

Como resultado del proceso de modelización, dentro del amplio



Diferencia de Tráfico entre dos escenarios.

abanco de posibilidades que ofrece PTV Visum, se han estandarizado diversas salidas de resultados que comprenden: salidas numéricas en forma de matrices OD, listados de estadísticas resumen resultantes de un escenario, capas GIS correspondientes a las salidas de resultados de un escenario y salidas definidas en Visum para la representación gráfica de resultados.

Por otra parte, el gestor de escenarios de PTV Visum también facilita la comparación de escenarios para visualizar, gráfica y

tabularmente, las diferencias entre resultados de dos escenarios y evaluar así los impactos producidos por las actuaciones consideradas.

Además, se ha realizado también la integración de los resultados de los modelos de viajeros y mercancías, de forma que los resultados anualizados de ambas asignaciones se combinan en una única red integrada, tanto para carreteras como para ferrocarril.

Por último, de forma complementaria al MNT se ha desarrolla-

Asignación conjunta sobre la red de los modelos de viajeros y de mercancías.



do un **módulo de estimación de emisiones**. Éste permite cuantificar las variaciones de las emisiones de CO₂ y contaminantes (CO, NO_x, PM y SO₂) para los escenarios modelizados en los cuatro modos de transporte principales.

Futuro del MNT

El MNT abre un amplio abanico de posibilidades de análisis y prospectiva del funcionamiento del sistema de transportes nacional. No obstante, hay que tener en cuenta que supone la primera versión de una herramienta de estas características a nivel nacional, por lo que presenta un potencial importante de evolución y mejora con el paso del tiempo. La consolidación de un modelo estas características, supone un arduo trabajo de desarrollo, actualización y mantenimiento continuo durante años.

Pero lo más importante es que, con el desarrollo de este primer MNT, se da un paso decisivo y más que necesario para la modernización de las herramientas y de los sistemas de toma de decisión en cuanto a planificación de infraestructuras y transporte nacionales se refiere.

El avance de las tecnologías y la aparición de nuevos elementos como pueden ser la realización de nuevos trabajos sobre movilidad basados en telefonía móvil, la aparición de nuevas fuentes de datos o las actualizaciones de entidad de los existentes, abrirán la puerta a una realimentación y recalibración del modelo, y, por consiguiente, a una mejora en las prestaciones del mismo.

Adicionalmente, su uso continuado permitirá una retroalimentación del modelo, la cual será clave para su evolución y consolidación en los años venideros. ■

TU AUTOR PREFERIDO
te echa de menos



El transporte público te echa de menos

Vuelve a encontrarte con un servicio rápido, económico, seguro y hasta tres veces menos contaminante que los coches. Bienvenido.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

Nuestra razón *eres tú*

Buque
portacontenedores.
Estiba de
Contenedores en
cubierta sobre
tapas de escotilla.

**Formación para la prevención de
accidentes:
única alternativa al tráfico
de mercancías peligrosas por vía
marítima.**

Mas vale prevenir...

Como consecuencia de los recientes accidentes en el ámbito marítimo-portuario en los que se encontraban presentes cargas con mercancías peligrosas, diferentes actores de la comunidad internacional han promovido una serie de acciones para estudiar las causas de fallo e impulsar unas medidas adecuadas correctoras, con el objeto de evitar que se repitan estos sucesos catastróficos en el futuro. En este artículo se analizan estas acciones en relación con algunas de las iniciativas promovidas desde la Administración Marítima Española.

- Texto: Juan Andrés Pérez Pérez,
Capitán Marítimo de Vilagarcía





TEMU 9

tex



TT 895365 0
45R1

MAX. GR. 35,000 KGS.
77,160 LBS.
TARE 4,410 KGS.
9,720 LBS.
NET 30,590 KGS.
67,440 LBS.
CU. CAP. 67.5 CU.M.
2.384 CU.FT.

MAX. G.W. 35,000
TARE 4,410
NET 30,590
CU. CAP. 67.5

35,000
77,160
4,410
10,140
30,330
66,930
67.5
2.37

THIS CONTAINER
HAS BEEN TESTED
AND CERTIFIED
TO MEET ATO
REQUIREMENTS

Las políticas públicas

de nuevo enfoque en el campo de la gestión de emergencias¹ están basadas en la hipersensibilidad a las condiciones iniciales del sistema, que es un concepto traído de la Teoría del caos, que reconoce a las condiciones iniciales del sistema como un factor determinante en el desarrollo de un suceso, y en consecuencia, sostienen que alterando sensiblemente las variables de los que depende la consecución de un determinado suceso, podremos evitarlo, o bien, y en el supuesto de que finamente se materialice la amenaza, conseguir un resultado mucho menos perjudicial. Estas políticas han evolucionado en ese sentido, siguiendo las líneas trazadas por autores como el profesor W. J. Petak², incorporando al esquema

tradicional de gestión de emergencias, que únicamente observaba las fases de planificación y respuesta, otras nuevas, las de anticipación y prevención, cerrando así el ciclo de una estrategia de gestión de emergencias dinámica e integral.

El transporte de mercancías peligrosas por vía marítima, donde las cantidades de mercancías involucradas exceden en mucho a las que pueden encontrarse en cualquier otro medio de transporte, como el terrestre o el aéreo, entraña unos riesgos que en principio resultan inasumibles debido a las consecuencias que pudiera suponer un accidente de esas características. Para hacer compatible esta actividad comercial es imprescindible actuar sobre la probabilidad de ocurrencia del suceso, reduciendo al mínimo este factor y, en la misma medida, el riesgo asociado hasta niveles tolerables que permi-

tan compatibilizar esta actividad en condiciones de seguridad.

La comunidad internacional ha reaccionado a los últimos accidentes con diferentes medidas encaminadas a la prevención de accidentes, para alcanzar la deseada cota de **'cero accidentes', única alternativa a considerar en el tráfico de mercancías peligrosas.** Entre esas medidas se encuentran determinadas acciones impulsadas desde la Administración Marítima para la formación, el entrenamiento y el manejo de herramientas útiles que sirvan de soporte en la inspección de los buques que transportan mercancías peligrosas.

A pesar de la especialización y cualificación que disponen los inspectores de Seguridad Marítima, ingenieros Navales y Marinos Mercantes, el nivel de exigencia que este tipo de trabajos requiere, necesitan de medidas complemen-

Buque granelero con mercancías peligrosas. Advertencias NO FUMAR.



tarias de apoyo que faciliten su desarrollo.

Accidentes marítimos y catástrofes en el ámbito portuario

El sector marítimo-portuario está experimentando cambios importantes motivados por el creciente aumento de capacidad de los buques de carga, especialmente de los portacontenedores, el aumento y la variedad de cargas transportadas, siendo muchas de ellas mercancías peligrosas, las nuevas modalidades de tráfico marítimo no tripulado, el cada vez más competitivo mercado del tráfico marítimo, la proliferación de los intervinientes en la cadena de suministro, las políticas de ajustes de costes, y así, un largo etcétera. Estos cambios incrementan lógicamente la vulnerabilidad tanto de

los puertos —centros de actividad de manipulación de mercancías—, como de los propios buques, al introducir riesgos nuevos o acentuar otros existentes, que en ocasiones desencadenan sucesos catastróficos. Por ejemplo, cabe señalar las explosiones en la terminal de contenedores del puerto de Tianjin en el año 2015, con el resultado de 173 muertos y 797 heridos, la explosión del petrolero Stolt Groenland en el puerto coreano de Ulsan, con un balance de 10 heridos; el incendio del portacontenedores KMTC Hong Kong en el puerto tailandés de Laem Chabang, con 130 heridos, ambos sucesos ocurridos en el año 2019, o el escape de gas tóxico en la terminal de contenedores del puerto paquistaní de Karatchi, con el resultado de 5 muertos y alrededor de 100 heridos, y por último, la explosión de nitrato amónico almacenado en una nave en el puerto de Beirut, con 207 muertos y 6 500 heridos, ambos ocurridos en el año 2020, en febrero y agosto, respectivamente.

A los accidentes anteriores, que pueden calificarse como auténticas catástrofes por exceder el ámbito del buque y originar gran cantidad de daños humanos y materiales, hay que sumar otros tantos accidentes de impacto, si bien, reducidos al entorno de la seguridad marítima y la contaminación. Por ejemplo, el incendio del portacontenedores X-Press Pearl en la costa de Sri-Lanka, en mayo del año pasado y que es considerado el desastre ecológico de mayores dimensiones sufrido en esas costas, los incendios de los portacontenedores APL Vancouver y Yatian Express en el año 2019, o el incendio del también portacontenedores Maersk Honan³ en el Mar Árabe, en el año 2018 con resultado de 5 fallecidos.

Respuesta de la comunidad internacional

Ante los accidentes y catástrofes anteriores, la comunidad internacional involucrada en el transporte de mercancías reacciona llevando a cabo investigaciones con objeto de detectar el origen de los fallos, emitir recomendaciones, para, en definitiva, reducir o evitar la repetición de estos sucesos en el futuro. Se expone a continuación y de forma resumida, las iniciativas más reseñables, a juicio del autor.

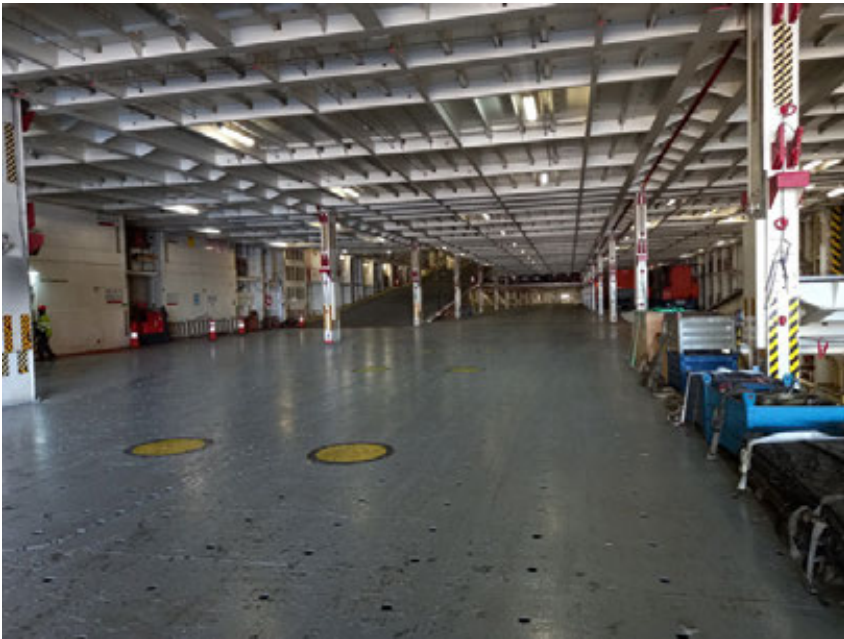
La investigación realizada por el 'National Cargo Bureau' —organización independiente sin ánimo de lucro creada en 1952 para asistir a la United States Coast Guard—, a raíz del accidente del Maersk Honan, supuso el análisis aleatorio de 500 contenedores transportados por las navieras Maersk, CMA CGM S.A. y Hapag-Lloyd AG. El estudio concluyó que el 55 % de los contenedores analizados tenían defectos importantes: mercancías no declaradas, mal etiquetadas o deficientemente sujetas/estibadas. De esos 500 contenedores, 263 contenían mercancías peligrosas, cuya relación de fallos detectados alcanzó el 56,6 %. El resto de los contenedores analizados con mercancías no peligrosas arrojaron una ratio de fallos ligeramente superior al 50 %. El resultado del estudio se plasmó en un documento titulado "Un enfoque holístico integral para mejorar la seguridad y abordar el transporte de mercancías no declaradas, mal declaradas y otras mercancías peligrosas no conformes"⁴.

También después del accidente del Maersk Honan, la 'International Union of Marine Insurance' (IUMI) —organización internacional que representa a las aseguradoras marítimas nacionales e internacionales—





Buque portacontenedores. Ventilación natural de bodega en de carga.



Buque RORO, cubierta de coches.

les—, a través de su vicepresidente, el capitán Uwe-Peter Schierder, publicaba un artículo llamado ‘Incendios en portacontenedores—un reto para el futuro’⁵ en el que se apuntaba como causas probables de estos accidentes las mercancías peligrosas transportadas sin declarar o mal etiquetadas, la

dificultad para atacar el incendio en unos buques cada vez más grandes y la relajación por parte de algunos pabellones de conveniencia en la aplicación a sus flotas del Código internacional de mercancías peligrosas (IMDG). El artículo ofrecía también unas recomendaciones para paliar esta situación,

a saber, el establecimiento de una infraestructura estatal dotada de personal bien entrenado y la mejora de los sistemas de seguridad a bordo. Sobre la mejora de equipos y sistemas a bordo, la IUMI dispone de un documento llamado ‘Lucha contra incendios en buques portacontenedores’⁶ en el que exponen sus medidas, y que en esencia trata la implementación de detectores de incendio en cubierta mediante sensores de calor para conseguir una alerta temprana e incluir proyectores de agua para lucha contra incendios sobre cubierta, controlados de forma remota para mejorar el acceso al origen del fuego.

A finales del año 2019 se publicó el trabajo realizado por el ‘Cargo Incident Notification System’ —iniciativa de las navieras que alcanza a toda la cadena de suministro para la mejora de la seguridad en el transporte a través de la recogida de información de cada incidente producido para su posterior análisis de causas—, junto con las principales Sociedades de Clasificación, titulado ‘Consideraciones de seguridad para los operadores de buques portacontenedores relacionadas con los riesgos asociados a la estiba de mercancías peligrosas’⁷. En este documento se identifican una serie de factores determinantes como causa de los incendios a bordo de los buques portacontenedores, tales como: una errónea clasificación o declaración de la carga y un incumplimiento de los Códigos IMDG y/o CTU en cuanto a la arrumazón, segregación y/o sujeción de la carga y, implementando el Código IMDG, plantea propuestas de estiba y segregación de la carga tras una evaluación de riesgos previa basada en las mercancías peligrosas presentes y en los sistemas de seguridad disponibles a bordo.

Para finalizar se hace referencia a una guía de bolsillo para aplicación del Código UTC (Código de prácticas sobre la arrumazón de las unidades de transporte, código voluntario de la Organización Marítima Internacional –OMI–, la Organización Internacional del Trabajo –OIT– y la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa –CEPE–). Esta guía conocida como ‘Guía Breve-Código UTC’¹⁸ ha sido elaborada por el ‘Cargo Integrity Group’—agrupación de asociaciones industriales para crear conciencia para una mayor aceptación del Código UTC—. Este documento, traducido a diferentes idiomas, constituye como su nombre indica, una guía de usuario para

Buque RORO, rampa acceso de carga.

la aplicación del Código UTC en formato de bolsillo, para, en definitiva, prevenir accidentes originados por derrames y fallos en general causados por una incorrecta arrumazón o sujeción de la carga, y, también incluye una lista de comprobación muy útil para verificar el arrumaje de contenedores.

Acciones promovidas desde la Administración Marítima Española

Desde la Dirección General de Marina Mercante (DGMM) se están impulsando programas específicos para la formación y el entrenamiento de los inspectores de Seguridad Marítima, que son los funcionarios

encargados de la inspección de los buques que arriban a nuestros puertos, tanto nacionales como extranjeros. Entre estos cursos destacan el dedicado a las mercancías peligrosas desde la perspectiva de la carga (segregación, compatibilidad, estiba, etc.) llamado Mercancías Peligrosas, y el dedicado a los sistemas de seguridad del buque para la prevención de accidentes en presencia de mercancías peligrosas, módulo integrado en el curso de Certificados Internacionales de Seguridad titulado Certificados de aptitud para el transporte de mercancías peligrosas. **Con esta segunda acción formativa se ofrece una aplicación informática para dar soporte a la inspección de**



los buques en función del tipo de mercancía peligrosa involucrada y dispone también de unas listas de comprobación dedicadas a la inspección de instalaciones eléctricas en atmósfera explosiva en base a la IEC 60079-17.

La dificultad de la tarea de inspección de buques que transportan mercancías peligrosas se debe fundamentalmente a la gran variedad de mercancías, cada una con sus riesgos inherentes y particulares, así como al avance tecnológico en la industria de equipos y sistemas certificados para atmósfera explosiva, que exige un conocimiento sujeto a permanente actualización, sin olvidar al buque en sí mismo, como sistema tecnológico complejo en el que se integra lo anterior. Por ello, esta tarea no puede ser

Buque granelero descargando.

desarrollada de forma eficaz sin dotar al inspector de unas herramientas que le permitan de forma ágil e inmediata, disponer de la información requerida, sin necesidad de realizar improvisadamente arduas consultas al Convenio SOLAS, a los Códigos IMDG, IMBSC, a las normas IEC 60092-506, IECEX 60079, o a las decenas de Circulares de los Comités de OMI y IACS que interpretan y desarrollan a las anteriores.

Esta acción formativa ha servido de plataforma y ha permitido desarrollar y lanzar esta herramienta de apoyo al inspector. El programa, desarrollado en VBA sobre Excel, permite conocer de forma rápida y sencilla las prescripciones de diseño y equipamiento a bordo para el transporte de las mercancías en

bultos y granel, una vez seleccionado el tipo de espacio y las clases de mercancía en el caso de bultos o los tipos concretos de mercancías en el caso de graneles sólidos, disponiendo además de algunas herramientas de búsqueda, vista de selecciones, cambio de idioma (español-inglés), información previa del producto, etc.

Otras medidas tomadas desde las Administraciones

En cuanto a las fases de anticipación y respuesta a la emergencia, las distintas administraciones han tomado diferentes iniciativas de y así, es frecuente encontrarse en cada puerto con un Convenio de Colaboración entre la Autoridad



Portuaria y los Órganos gestores de las agrupaciones de Bomberos locales o la Administración local (diputación, ayuntamiento, etc.) cuando los anteriores dependen de ésta, con la finalidad de contar con los servicios de estas agrupaciones profesionales en caso de que se produzca un incendio dentro de la zona portuaria.

Desde la DGMM se ha firmado, el 5 de febrero de 2020, un Convenio de Colaboración con el Organismo Público Puertos de Estado para establecer criterios de colaboración y coordinación en caso de enfrentarse a una emergencia en la zona portuaria a incorporar en los Planes de Autoprotección del Puerto, es decir, buscando mejorar la actuación conjunta en la fase de respuesta a la emergencia. ■

REFERENCIAS

- 1 Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil (BOE 10-07-2015)
- 2 William J. Petak. Public Administration Review Vol. 45 (1985). Emergency Management: A Challenge for Public Administration
- 3 [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Maersk_Honam_on_fire_\(front_angle\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Maersk_Honam_on_fire_(front_angle).jpg)
- 4 https://www.natcargo.org/Holistic-Approach-For-Undeclared-Misdeclared-And-Other-Non-compliant-Dangerous-Goods_White-Paper-by-NCB.pdf
- 5 <https://iumi.com/news/blog/container-ship-fires-a-challenge-for-the-future>
- 6 <https://iumi.com/opinions/position-papers%C2%A0>
- 7 <http://www.cinsnet.com/wp-content/uploads/2019/11/CINS-DG-Stowage-Considerations-Final.pdf>
- 8 <https://www.ttclub.com/-/media/files/tt-club/cig/codigo-utc-mar-2021-web.pdf>



Un caso de éxito que ha cambiado el modo de viajar en España



Treinta años de *Alta Velocidad*



El 21 de abril se cumplía el trigésimo aniversario de la entrada en servicio de la línea de alta velocidad Madrid-Sevilla, la primera de su clase en España, que supuso el inicio de una historia de éxito y el punto de inflexión en el concepto del ferrocarril y del transporte en España.

- **Texto: Ángel L. Rodríguez**
Fundación de los Ferrocarriles Españoles



Aquella iniciativa nació

en un contexto desfavorable para el ferrocarril que, en la década de los ochenta del pasado siglo, parecía abocado a una decadencia progresiva e irremisible en nuestro país, como consecuencia del desarrollo de otros modos de transporte como la carretera y la aviación.

Sin embargo, la llegada de la alta velocidad invirtió la tendencia, e inició una evolución tecnológica que dio lugar a una época de crecimiento sostenido en infraestructuras, servicios y prestigio social para el ferrocarril, que se ha prolongado hasta nuestros días y cuya continuidad parece asegurada.

El parque español de trenes de alta velocidad, la innovación, la actividad internacional del sector ferroviario español, el estándar de servicios, su compromiso de puntualidad y excelencia... ese conjunto que forma la marca AVE, hoy reconocida en todo el mundo, arrancó hace ahora treinta años.

Y pasadas tres décadas de aquella puesta en servicio de la primera línea de alta velocidad de España, entre Madrid y Sevilla, de 470,5 km de longitud, el éxito

técnico y comercial de la línea de alta velocidad Madrid-Sevilla –la mayor obra de ingeniería ferroviaria realizada hasta ese momento en España–, impulsó el desarrollo de más líneas y consolidó los atributos que definen actualmente la alta velocidad: el transporte del futuro y el eje de una movilidad sostenible, segura, integradora e inteligente.

Primeros proyectos

El objetivo inicial que llevó a la construcción de la línea de alta velocidad Madrid-Sevilla era solucionar el mayor cuello de botella que en la época existía en el ferrocarril español: el paso de Despeñaperros, un largo tramo de vía única que limitaba la comunicación ferroviaria de Andalucía con el resto de España.

Ante la dificultad técnica y ambiental que implicaba abordar una mejora significativa del trazado existente, se planteó la posibilidad de utilizar un corredor alternativo para abordar el cruce de Sierra Morena.

La iniciativa cristalizó en 1986 con el anuncio del proyecto del denominado “Nuevo Acceso Ferroviario a Andalucía”, también

conocido por sus siglas NAFA, que inicialmente se planteaba como la construcción de un nuevo trazado en ancho ibérico entre Brazatortas, en la provincia de Ciudad Real, y Alcolea, en la de Córdoba, y la mejora integral de las líneas ya existentes que conectaban con Madrid y Sevilla.

Con las obras ya iniciadas, en diciembre de 1988, se decidió cambiar la concepción del enlace, adoptando el ancho estándar europeo y un sistema de electrificación a 25 kV en corriente alterna, lo que supuso un verdadero punto de inflexión no sólo en el proyecto sino en la historia ferroviaria española.

El ambicioso nuevo proyecto implicaba la construcción de una línea completamente nueva, cuyas características diferían sensiblemente de las que presentaban las existentes hasta entonces en España, alineándose con la tendencia que se venía desarrollando en otros países más avanzados ferroviariamente como Japón, Francia y Alemania.

Así, se abordaría la construcción integral de la infraestructura de Madrid a Sevilla y no solo el tramo central, y, en paralelo, la introducción de nuevos parámetros

Innovación, sostenibilidad y conectividad

La construcción de la primera línea de alta velocidad en 1992 inició una transformación sin precedentes del ferrocarril, tanto desde el punto de vista tecnológico como industrial, con la introducción de tecnologías desconocidas hasta entonces en el transporte ferroviario en nuestro país y la participación de empresas españolas. Este proceso ha permitido a España pasar de ser importador a exportador de una tecnología y un *know-how*, que hoy se aplica en países de todo el mundo.

La alta velocidad también fue pionera en el ámbito de la sostenibilidad, consolidando el respeto medioambiental como pilar básico de su desarrollo, desde la fase de proyecto a la de operación.

La construcción de esta infraestructura incluyó medidas preventivas y correctoras de impacto ambiental, antes de que se contase con normativas *ad hoc* como las actuales, así como avanzadas tecnologías para el control y vigilancia ambiental.

La innovación aplicada en la alta velocidad transformó también los conceptos de mantenimiento, circulación y conectividad. El nuevo servicio ferroviario supuso la subida del teléfono a bordo del tren y la introducción de la fibra óptica para las comunicaciones.

El mantenimiento incorporó entonces una visión predictiva, mientras que los sistemas de control del tráfico ferroviario permitieron una gestión inteligente e integrada de la explotación ferroviaria.

Estos sistemas hacen posible en la actualidad la circulación por esta infraestructura ferroviaria de 360 trenes de alta velocidad al día, frente a los 12 trenes diarios con los que se inició la explotación de Madrid-Sevilla.

La puesta en servicio de aquella línea, construida en ancho estándar supuso también el primer paso hacia una mayor integración con el resto de la infraestructura ferroviaria europea, un primer paso hacia la interoperabilidad.



de diseño mucho más exigentes y aptos para permitir velocidades de hasta 270 km/h.

También se marcaba una fecha de inicio de la explotación, para hacerla coincidir con la inauguración de la Exposición Universal de Sevilla, fijada para abril del 92, solo cuatro años después.

La gran obra

La construcción de la línea de alta velocidad Madrid-Sevilla fue, en su conjunto, la mayor obra de ingeniería ferroviaria realizada hasta aquella fecha en España y la mayor obra pública del siglo XX.

En ella se pusieron en práctica nuevos procedimientos constructivos y sistemas de control no utilizados hasta entonces, entre ellos los referidos a protección medioambiental de las zonas de alto valor ecológico por las que atraviesa la línea.

La inversión global necesaria para su ejecución ascendió a 350 000 millones de pesetas de la época, 2 100 millones de euros, incluyendo no solo la obra propiamente dicha sino los costes asociados de expropiaciones, estudios, proyectos y asistencias técnicas, así como las medidas correctoras de impacto ambiental. El coste unitario de línea fue inferior a los 740 millones de pesetas por kilómetro, 4,5 millones de euros.

El perfil de la línea se caracteriza por tener una primera parte, Madrid-Brazatortas, de orografía muy favorable, una segunda parte muy accidentada que componen la travesía de Sierra Morena y el posterior descenso hasta el valle del Guadalquivir, y una tercera nuevamente favorable, en paralelo al río, que discurre entre Córdoba y Sevilla.



En conjunto, los 470,5 kilómetros de la línea supusieron una excavación de casi 38 millones de metros cúbicos de tierra y más de 35 millones de metros cúbicos de terraplén.

Además, se construyeron 31 viaductos con una longitud total de 9 845 m, cuatro saltos de carnero y diecisiete túneles que suman 15 819 m de longitud. En el tendido de la vía se utilizaron 2,84 millones de metros cúbicos de balasto, 1,6 millones de traviesas y 113 010 toneladas de carril, suministrado en barras de 288 m.

Trenes

Para explotar la línea se adquirieron 18 trenes de alta velocidad de la serie 100 fabricados por GEC-Alsthom, hoy Alstom, el primero de los cuales llegó a España en noviembre de 1991, tras un intenso período de pruebas en la factoría francesa de Belfort.

Desde su llegada, el tren AVE se convirtió en símbolo de la alta velocidad española y la línea fue la primera en el mundo en integrar las dos tecnologías más avanzadas del ferrocarril europeo en aquel momento: la francesa del material

rodante y la alemana de la señalización y la electrificación.

Los trenes que iniciaron la explotación de la línea Madrid-Sevilla y que aún siguen circulando tanto en ésta como en otros trayectos de la red de alta velocidad española, eran capaces de alcanzar una velocidad máxima de 300 km/h y tenían una potencia de 8 800 kW.

Podían alimentarse tanto en corriente alterna a 25 000 V como en corriente continua a 3 000 V, para acceder a las estaciones de Madrid y Sevilla que inicialmente mantuvieron el sistema de electrificación de la red convencional española para evitar interferencias electromagnéticas.

La tracción se realizaba a través de motores síncronos trifásicos que alimentaban a cuatro bogies motores, con dos motores de 1 100 kW cada uno. El frenado se realizaba por discos con sistema antibloqueo y disponían de suspensión neumática.

Los viajeros

El servicio arrancó con una demanda prevista para 1992 superior al millón y medio de viajeros, que aumentaba hasta los 3,67 millones en 1993. Esas previsiones, pese al escepticismo inicial que generó la alta velocidad en España, se vieron posteriormente ampliamente superadas.

Un mes antes de la inauguración, ya estaban reservados 160 000 asientos para los seis meses que duró la Exposición Universal de Sevilla. La venta anticipada hasta el día del primer servicio comercial obtenía una recaudación media entre 11 y 12 millones de pesetas diarios, con unos precios por billete que oscilaban entre las 6 000 y las 16 500 pesetas para los trayectos de extremos a extremos de la línea.



El objetivo del servicio a bordo era competir con el avión. Para ello se ofrecía restauración, incluida en el precio del billete en la clase superior, coche cafetería, servicio de vídeo y cuatro canales de música individual, prensa diaria y revistas, zonas familiares dotadas de mesas con juegos para los niños, cabinas telefónicas, plazas y aseos adaptadas para personas en sillas de ruedas...

Esas prestaciones que hoy pueden parecer habituales y discretas, en su día supusieron novedades

muy significativas que anteriormente nunca habían sido ofrecidas de forma integral en un servicio ferroviario.

La explotación se inició con seis servicios diarios en cada sentido que pronto se demostraron insuficientes. El primero partía de ambos extremos de la línea a las 7:00 de la mañana y el último llegaba a Sevilla Santa Justa a las 22:55 y a Madrid-Atocha a las 23:57.

Aquella primera línea de alta velocidad en España supuso para el ferrocarril un desafío que, tres décadas después, constituye un caso de éxito desde el punto de vista de la planificación, la gestión, la explotación y el servicio, una historia brillante que ha cambiado el ferrocarril y ha contribuido significativamente a mejorar nuestro país.

Actualidad

Hoy, la red española de alta velocidad gestionada por Adif Alta Velocidad alcanzará los 4 000 km de longitud, consolidando el liderazgo mundial de España en el desarrollo de este modelo de movilidad sostenible y convirtiendo a nuestro país en el primero en Europa y el segundo en el mundo, tras China, por km de red de alta velocidad en explotación.

Desde que se pusiese en circulación el primer AVE, Renfe ha transportado a más de 464 millones de viajeros en sus trenes de alta velocidad, y aquellos 18 trenes iniciales fueron el embrión de una flota de 229 unidades que conecta, con trece líneas y sus antenas, a 57 ciudades y a más del 70 % de la población española. Renfe ofrece hoy 331 servicios diarios: 158 de AVE, 90 de Avant, 69 de Alvia y 14 de Avlo.

Durante los últimos treinta años, se han ido sucediendo hitos al



También cuestión de imagen

Hace treinta años, el ferrocarril perdía terreno en las preferencias sociales y ofrecía una imagen asociada a la impuntualidad, la lentitud o la incomodidad. El tren, desde mediados de los 80 decaía, sobre todo en media y larga distancia, y avión y automóvil parecían tener ganada la batalla.

Pero la alta velocidad cambió esa imagen y empezó a competir con un transporte aéreo dominante hasta entonces en las largas distancias y en los segmentos de viaje más altos e inició su revolución del concepto del viaje.

La barrera de las tres horas comenzó a ser la unidad de medida del viaje en tren y la competencia con el avión empezó a cambiar de signo. La evolución de la oferta impulsó la demanda y el ferrocarril comenzó a cambiar a su favor los equilibrios y las cuotas modales.

El viaje de trabajo y negocio fue la primera cota conquistada, el de ocio y el turismo la siguiente. Hasta para los desplazamientos diarios en media distancia, el ferrocarril de alta velocidad empezó a competir con otros modos a medida que se abrían líneas y antenas en la red de alta velocidad.

Las ciudades con AVE crecieron demográfica y económicamente, y se convirtieron en nuevos nodos de actividad y crecimiento social, de la mano de la progresiva conquista de cuota modal de la alta velocidad al avión.

Cambiados los equilibrios en ese segmento, la nueva competencia se abrió en el segmento del bajo coste, al que el transporte aéreo abrió antes su mercado, y en el del viaje familiar y grupal en el que la carretera es dominante.

Los nuevos servicios y la apertura a la competencia propiciada por la liberalización, junto con la oferta de intermodalidad y el servicio Puerta a Puerta, se muestran capaces de ganar la batalla al automóvil y al autobús, y al avión, también en ese nuevo terreno.

La alta velocidad también ha cambiado la imagen del ferrocarril que ahora se asocia rapidez, puntualidad, centralidad, comodidad y economía. Esa imagen de la alta velocidad también tiene componentes de prestigio y estatus, y añade factores distintivos como la modernidad, la funcionalidad, la sostenibilidad, la accesibilidad y la conectividad.



compás de ampliaciones y mejoras de la red, la remodelación y adquisición de material móvil, la implantación de progresivos desarrollos tecnológicos y la oferta de nuevos servicios a los pasajeros, como mayor conectividad, accesibilidad, canales digitales de reserva, información y venta, opciones de restauración y entretenimiento, tarjetas de fidelización, etcétera.

Además, a las conexiones de alta velocidad, se han añadido opciones adicionales que combinan la utilización de esta red con otras de altas prestaciones o convencionales.

En abril de 1992 comenzó un proceso sin pausa de extensión de los beneficios del ferrocarril de alta velocidad para dar servicio a mayor porcentaje de población que continúa hoy.

Solo entre 2021 y 2025 se prevén inversiones de más de 12 000 millones de euros en líneas y estaciones. Un volumen inversor que se verá reforzado por el Plan de Transformación, Recuperación y Resiliencia, dentro del mecanismo de financiación Next Generation de la Unión Europea.

Tras la puesta en servicio de la línea de alta velocidad Madrid-Galicia completa, a finales de 2021, Adif Alta Velocidad está culminando las conexiones a Murcia y Burgos, así como la primera fase de la línea a Extremadura entre Plasencia y Badajoz, y el nuevo túnel en ancho estándar entre las estaciones madrileñas de Atocha y Chamartín.

Esta última infraestructura permitirá conectar todos los corredores de alta velocidad, conformando una red única y transversal entre las principales ciudades del país. El nuevo túnel se completa con la duplicación de vías del trazado comprendido entre Atocha y Torrejón de Velasco, que permitirá un mayor

volumen de tráficos y circulaciones al levante y el sur del país.

En paralelo, la línea de alta velocidad Madrid-Sevilla se encuentra inmersa en un proyecto integral de mejora, con una inversión estimada de más de 650 millones de euros, para garantizar los estándares de fiabilidad y confort que viene ofreciendo desde su puesta en servicio.

Liberalización

El proceso de liberalización del transporte ferroviario que se hizo efectivo en 2021 se concretó en España en el inicio de los servicios Madrid y Barcelona, con paradas en Zaragoza y Tarragona, de Ouigo, la marca de alta velocidad de bajo coste de los Ferrocarriles Franceses, SNCF, en el mes de mayo del año pasado.



Un mes más tarde, en junio, Renfe estrenó su Avlo, una alternativa de viaje muy competitiva en la conexión, Madrid-Zaragoza-Barcelona-Figueras y, en febrero de 2022, Avlo llegó también a Valencia con parada en Cuenca y Requena-Utiel.

Ouigo prevé iniciar sus operaciones en el eje hacia la Comunidad

Valenciana en otoño y posteriormente a Andalucía. Iryo, el operador de alta velocidad participado por los Ferrocarriles Italianos, FS, prevé comenzar a operar en el último trimestre del año en el corredor Madrid-Barcelona y extender sus servicios hacia Andalucía.

Tres décadas después de la puesta en servicio de los prime-

ros 470,5 km de alta velocidad en España, la liberalización permite poner al servicio de más ciudadanos las oportunidades que ofrece un modelo de movilidad seguro, sostenible y a precios competitivos que, definitivamente, consolidará al ferrocarril como el primer medio de transporte en España. ■



Campaña de comunicación para animar a empresas y organismos a promocionar el uso de la bicicleta en la movilidad laboral de su personal

En bici al trabajo





Porque ir en bici a trabajar no cuesta trabajo

La reacción en cadena que provoca el “efecto bicicleta” se produce también cuando las empresas apuestan por iniciativas que potencien el uso de este modo de transporte para ir al trabajo.

La bicicleta en la empresa es movilidad, salud, medioambiente, economía y nuevas oportunidades.

Desde la Oficina Estatal por la Bicicleta se ha creado una nueva acción de comunicación dirigida de forma especial a las empresas para que potencien, en sus planes de movilidad sostenible al trabajo, la bici en el transporte diario.

De manera adicional, y en relación con los planes de movilidad al trabajo, en el artículo se hace un repaso al papel de la bicicleta dentro del Anteproyecto de Ley de Movilidad Sostenible, que fue presentado en el mismo mes que la campaña “En bici al Trabajo”.

- Texto: Adrián Muelas Gil



El cambio cultural

que se pretende impulsar en pueblos y ciudades hacia una movilidad más limpia, más sostenible y más saludable necesita apoyarse en un esfuerzo de comunicación y sensibilización.

Estas medidas también vienen recogidas en la Estrategia Estatal por la Bicicleta (EEB), en su primer bloque de actuaciones:

- Campañas estatales de movilidad activa relativas a los beneficios de andar o moverse en bicicleta por la ciudad, prestando especial atención a colectivos que tradicionalmente han hecho menor uso de la bicicleta.
- Lanzamiento de campañas de impulso de planes de movilidad ciclista a centros de trabajo y de fomento de movilidad sostenible, activa y segura al centro educativo, incluyendo el reconocimiento a las mejores prácticas.

Por ello, con la campaña “En bici al trabajo”, desde el Ministerio se quiere promover la movilidad ciclista en el día a día y convencer a las empresas y centros de actividad de que deben sumarse a este impulso para beneficiar a sus empleados, la sociedad, el medio ambiente y la economía.

La campaña contiene un listado de recomendaciones para que las personas encargadas de las políticas sociales, laborales y de responsabilidad social corporativa de las empresas puedan implantarlas en sus entidades.

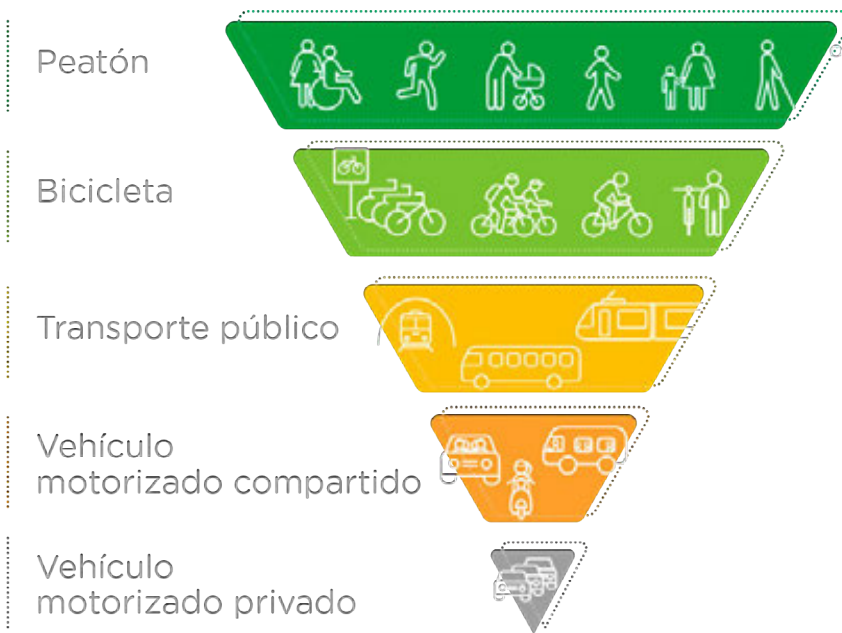
Entre estas recomendaciones, se incluyen aspectos como la flexibilidad horaria, la inclusión de la bicicleta dentro de los planes de transporte sostenible al trabajo, la promoción de ayudas o reconocimiento a empleados que sustituyan el coche por la bicicleta, lanzamiento de campañas de comunicación interna, buenas prácticas en referencia a la selección de proveedores, etc.

También se recomienda optar a una certificación acreditada que demuestre el grado de compromiso con estas políticas, como por ejemplo a través de los certificados “Bike Territory” de la Real Federación Española de Ciclismo (RFEC) o “Cycle-Friendly Employer” de la European Cyclist Federation (ECF).

Para la campaña se ha preparado un listado de buenas prácticas, acompañado de material audiovisual para compartir y difundir. El *hashtag* #EfectoBicicletaAlTrabajo es el elegido para dar visibilidad a la campaña promocional.

Contexto de la campaña “En bici al trabajo”

En un sistema descarbonizado y eficiente, la bicicleta se presenta como una opción de transporte totalmente sostenible y que además contribuye en la mejora de la salud, por lo que debemos generar confianza y establecer medidas que fomenten



su uso de forma segura y de manera cotidiana por parte de la sociedad.

Por ello la bicicleta debe jugar un papel fundamental en las políticas públicas. Es un modo muy competitivo para distancias de hasta 10 o 15 km y supone importantes beneficios, no solo para las personas que usan directamente la bicicleta (beneficios principalmente en términos de salud), sino para el conjunto de la sociedad (en términos de ahorro de emisiones, menor ocupación del espacio urbano o reducción de la accidentalidad, entre otros).

Muchos de los trayectos cotidianos que se realizan actualmente en coche en nuestras urbes se podrían llevar a cabo de forma más eficien-

te a pie o en bicicleta. Los dos ámbitos principales en los que habría que fomentar este cambio hacia una nueva cultura de la movilidad son los del “transporte obligado”: al trabajo o al centro de estudios.

La Estrategia Estatal por la Bicicleta tiene como propósito impulsar la bicicleta en nuestro país en todos sus ámbitos, involucrando a un gran número de actores: ministerios, comunidades autónomas y entidades locales, además del sector empresarial y la sociedad en su conjunto.

Dentro de esta diversidad de actores cobra fuerza animar al sector empresarial a impulsar medidas de refuerzo de la movilidad en bici de su personal o de quienes estudian

en dichos centros. Para ello, se ha elaborado un catálogo de buenas prácticas, englobado dentro de la campaña “en bici al trabajo” que ha sido presentada el pasado 15 de marzo.

La propia EEB incluye un área, en concreto la 5, sobre el uso de la bicicleta como medio de transporte cotidiano. Entre sus objetivos están:

- Conseguir de modo paulatino una participación significativa de la bicicleta en el reparto modal en detrimento de otros modos menos sostenibles.
- Incentivar el desplazamiento a pie o en bicicleta en trayectos cortos en las ciudades.
- Fomentar el desplazamiento al trabajo en bicicleta como solución para la movilidad sostenible y segura.

Y dentro de dicha área 5 existe un bloque de acción específico, el 11, denominado “En bici al trabajo”, que tiene por objeto potenciar la bicicleta como medio de transporte para los desplazamientos cotidianos al centro de trabajo. Este bloque incluye diversas acciones, y entre ellas:

- Manual de consejos para empresas que quieran facilitar la movilidad en bicicleta. El

ESTRATEGIA ESTATAL POR LA BICICLETA

BUENAS PRÁCTICAS DE EMPRESA



efecto bicicleta
Cuando te sumas, todo rueda.





manual incluye cómo aprovechar espacios existentes para la creación de aparcamientos para bicicletas, instalación de duchas y vestuarios, así como consejos de gestión de recursos humanos y la potenciación de la movilidad en bicicleta al trabajo.

- Lanzamiento de campañas de impulso de planes de movilidad ciclista a centros de trabajo y de fomento de movilidad sostenible, activa y segura al colegio, incluyendo el reconocimiento a las mejores prácticas.
- Diseño y puesta en marcha de programas de eventos de bicicleta al trabajo y de una guía para la promoción de la bicicleta al trabajo.

Lanzamiento de la campaña “En bici al trabajo”

Esta campaña no es la primera que se realiza en el marco de la EEB. De

hecho, con motivo de su aprobación en junio de 2021, se promovió “El Efecto Bicicleta”, animando a otros ministerios, administraciones y asociaciones a unirse a los objetivos de esta Estrategia desde una perspectiva amplia.

La actual, “En bici al trabajo”, se centra especialmente en la movilidad cotidiana al lugar de estudios o de trabajo.

La campaña se presentó el martes 15 de marzo de 2022. El lanzamiento se hizo durante un acto abierto, denominado “Seguimos rodando. Avances en la estrategia de la bicicleta”, organizado por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (evento presencial y retransmitido en *streaming* en el canal de YouTube de Mitma - <https://www.youtube.com/c/MinisterioTransportesMovilidadyAgendaUrbana>) en el que participaron varios ministerios, la federación de municipios y provincias (FEMP), y todas las entidades

que han participado en la redacción de la EEB. Además, otros intervinientes expusieron buenas prácticas sobre movilidad ciclista, como por ejemplo el Ayuntamiento de Pola de Siero, que forma parte de los ayuntamientos que recibirán ayudas para financiar actuaciones de fomento de movilidad ciclista en sus municipios a través de los fondos europeos gestionados por el MITMA.

El mensaje se centró en la bicicleta como medio de transporte cotidiano y, más concretamente, sobre las acciones que las empresas pueden hacer para potenciar su uso por su personal. También se destacó mucho su potencial socioeconómico.

El principal material de la campaña consiste en un vídeo promocional en el que se destacan las distintas aproximaciones, ventajas y características asociadas a la movilidad al trabajo en bicicleta, de modo que sirva como referencia y



anime a las empresas a sumarse a este movimiento.

Para la campaña también se ha preparado un listado de buenas prácticas para empresas y centros de actividad, con el fin de ayudar a perfilar medidas concretas; el trabajo se ha complementado con material audiovisual compartido a través de la web.

Para su promoción se han utilizado diferentes redes sociales, de manera coordinada entre el Ministerio y el resto de promotores del acto: Twitter, Telegram, y LinkedIn, además de YouTube. También se ha creado una sección específica de la campaña dentro de la web de EEB (<https://esmovilidad.mitma.es/estrategia-estatal-por-la-bicicleta>)

La campaña tuvo una gran repercusión en redes sociales y en prensa, y ya han sido varias las entidades que han contactado con la Oficina Estatal por la Bicicleta para mostrar su interés en sumarse a este tipo de iniciativas, o para presentar lo que están haciendo para

impulsar la movilidad ciclista entre sus empleados.

La bicicleta en la futura Ley de Movilidad Sostenible

Coincidente en el tiempo con el lanzamiento de la campaña, el pasado martes 1 de marzo la ministra de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana presentó ante el Consejo de Ministros el anteproyecto de la futura Ley de Movilidad Sostenible.

La futura ley será un ambicioso marco normativo para adecuar las políticas de transporte y movilidad a las necesidades de los ciudadanos, a la protección del medio ambiente, al desarrollo económico y social y a la equidad territorial. Busca promover la sostenibilidad del transporte y la movilidad, la digitalización y la innovación, y su aprobación también es un hito del Plan de Recuperación. La ley aborda los grandes desafíos económicos, sociales, medioambientales

y de salud pública a los que se enfrentan el transporte y la movilidad, como son la crisis climática, la urgencia de descarbonizar el transporte y la contaminación que sufren nuestras ciudades.

La movilidad activa en general y la bicicleta en particular, como no podría ser de otra forma, toman un papel protagonista en el articulado propuesto.

La disposición adicional 9ª dota de soporte legal a la EEB, perfila sus objetivos, su gobernanza y garantiza su evaluación, actualización y continuidad en el tiempo.

Como indica el texto del anteproyecto de ley, se impulsa decididamente el papel de la bicicleta en el sistema de transportes, a través de la "creación de un Plan nacional de impulso al uso de la bicicleta, que fomente y coordine las diferentes políticas y acciones en torno a este modo de transporte considerando no solo su uso recreativo y deportivo, su importancia para el fomento del cicloturismo o sus beneficios



para la salud, sino entendiéndolo como un elemento esencial de la movilidad cotidiana, y teniendo en cuenta su cadena de valor y el consiguiente impulso al desarrollo empresarial del sector”.

Otras medidas incluidas en la ley son:

- En el artículo 26 se incluye la obligación a empresas y centros de actividad de realizar Planes de Transporte Sostenible al trabajo que contemplen a la bicicleta como una de las alternativas al vehículo privado.
- Su artículo 21 se refiere a la formación a la ciudadanía sobre movilidad sostenible en las distintas etapas formativas, desde la educación primaria hasta los estudios superiores, además de promoverse la creación de caminos escolares seguros para la seguridad de nuestros pequeños.
- El artículo 28 define las prioridades de los medios de movilidad en el ámbito urbano, la “pirámide de la nueva movilidad”. En dicha pirámide se destaca en primer lugar el papel fundamental de la movilidad activa (a pie y en bicicleta), exigiendo que las administraciones públicas incentiven y promuevan este tipo de

movilidad frente a otros modos motorizados o menos eficientes. También se impulsa la ciclogística como manera de disminuir las externalidades negativas del transporte de última milla.

- Los artículos 29 y siguientes dan pautas para una nueva planificación urbana que fomente la ciudad de proximidad y la movilidad activa. A través de medidas de planificación urbana que refuercen el papel de las calles y plazas como espacios clave para la vida y las relaciones sociales, avanzando en el calmado generalizado de nuestras vías urbanas y facilitando itinerarios continuos para peatones y ciclistas en condiciones de seguridad y comodidad.
- Además, según artículo 33, se debe analizar la implantación de carriles reservados en todas aquellas nuevas vías de 2 o más carriles por sentido, o cuando se remodele el viario existente.
- Se defiende la intermodalidad y se exige que las administraciones públicas velen por que los operadores de transporte terrestre por carretera y ferrocarril y que faciliten la intermodalidad y el uso combinado de la bicicleta en trayectos urbanos e interurbanos.

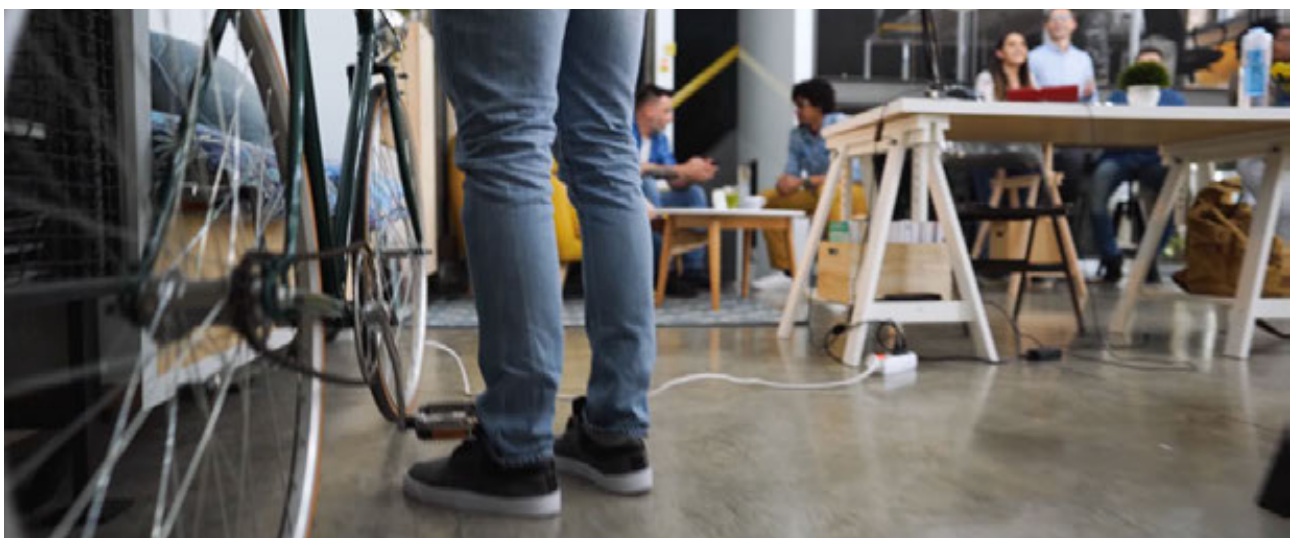
- También se impulsa la extensión y mejora de los sistemas de préstamo de bicicletas y otros vehículos de movilidad personal.

Concluyendo

Mitma aspira a que la EEB y el resto de las políticas públicas constituyan, con el trabajo compartido de todos, un punto de inflexión hacia un fin común: obtener todo el valor público que la bicicleta puede ofrecer.

Como muestra de esta aspiración se ha dado cumplimiento a una de las medidas incluidas en la EEB, la campaña “En Bici Al Trabajo” para su impulso en centros de trabajo, acompañada de material audiovisual y manual de buenas prácticas.

Esta es una muestra de que la bicicleta tiene un papel destacado dentro de los distintos instrumentos de política pública liderados por el Ministerio, como la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030, las Componentes del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia del Gobierno de España que son gestionadas por este ministerio, y por supuesto la futura Ley de Movilidad Sostenible. ■



La Biblioteca del IGN: grandes fondos por descubrir al alcance de todos



Figura 1. Fotografía del IGN en la actual calle del General Ibáñez de Ibero, después de su construcción en 1930. El edificio en primer plano (A) alberga la sede central de la Biblioteca.

● Texto: Marcos Pavo López

La Biblioteca del IGN

Los orígenes de la Biblioteca del IGN se remontan a la propia fundación del Instituto Geográfico Nacional, creado por decreto del 12 de septiembre de 1870, que se publicó el 14 de septiembre en la Gaceta de Madrid —el equivalente en aquella época a nuestro actual Boletín Oficial del Estado—¹. Desde el año 1930, cuando finalizaron las obras de la actual sede del IGN en Madrid en la calle General Ibáñez de Ibero (figura 1), la localización de la sede central de la Biblioteca ha permanecido en este recinto, aunque con algunos cambios en su ubicación interna (figura 2). Actualmente se encuentra en la planta semisótano del edificio principal (edificio A) del Instituto.

La unidad orgánica en la que se integra la Biblioteca es el Servicio de Documentación Geográfica y Biblioteca, perteneciente a la Secretaría General del IGN. Las funciones que le corresponden según el Real Decreto 645/2020, que establece la estructura y funciones del Mitma son, «la gestión de los fondos históricos, cartográficos y documentales, de los fondos bibliográficos, de la colección de instrumentos y

del resto del patrimonio histórico del Instituto Geográfico Nacional, promoviendo su conocimiento en la sociedad». Así, el elemento diferencial de la Biblioteca es su amplia colección de fondos cartográficos antiguos, custodiados principalmente en sus secciones de Cartoteca y de Archivo Topográfico.

Aunque en este artículo nos referiremos específicamente a la Biblioteca de la sede central del IGN, es preciso mencionar que el Instituto dispone de bibliotecas «filiales» en otras sedes, entre las cuales destaca, por su antigüedad y por algunos de los fondos que conserva, la Biblioteca del Real Observatorio Astronómico de Madrid (ROM). La Biblioteca del ROM ocupa desde 1864 el ala oeste del Edificio Villanueva, diseñado por el célebre arquitecto y cuya construcción comenzó en 1790 aunque, debido a los avatares sufridos tras la invasión francesa, no fue reconstruido y terminado en su aspecto actual hasta 1846².

Los fondos

Durante sus años de existencia, la Biblioteca del IGN se ha dotado con

fondos bibliográficos, cartográficos y documentales sobre las materias objeto de actividad del IGN. No debemos olvidar que se trata de la biblioteca especializada de un organismo con actividad principalmente técnica y científica. Entre sus fondos cuenta con unos 16 000 libros y 2 500 folletos técnicos, así como con publicaciones seriadas sobre las ciencias geográficas de la Tierra y del Espacio. El libro más antiguo data de 1469.

La Sección de Cartoteca alberga más de 100 000 documentos que se reparten entre un 80 % de cartografía moderna —desde principios del siglo XIX hasta la actualidad— y un 20 % de cartografía antigua, anterior a 1820. Sus dos mapas más antiguos datan de 1478.

La Sección de Archivo Topográfico dispone de miles de documentos generados en los procesos cartográficos realizados por el IGN para producir la primera edición del Mapa Topográfico Nacional (figura 3) (MTN), desde la fundación del Instituto en 1870 hasta, aproximadamente, la mitad del siglo XX. Además, conserva también fondos de organismos antecesores del IGN, como la Junta

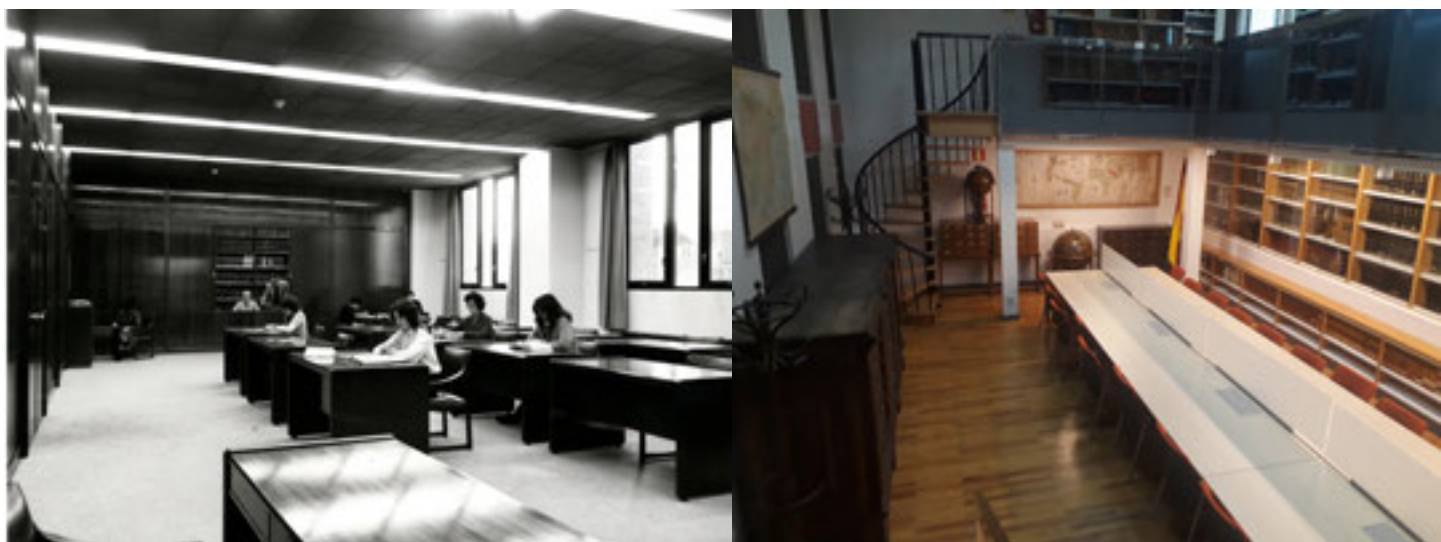


Figura 2. Izquierda: Sala de la lectura de la Biblioteca del IGN en su ubicación durante los años ochenta, en el espacio ocupado actualmente por la Sala de Exposiciones (edificio D). Derecha: sala de lectura actual (edificio A).

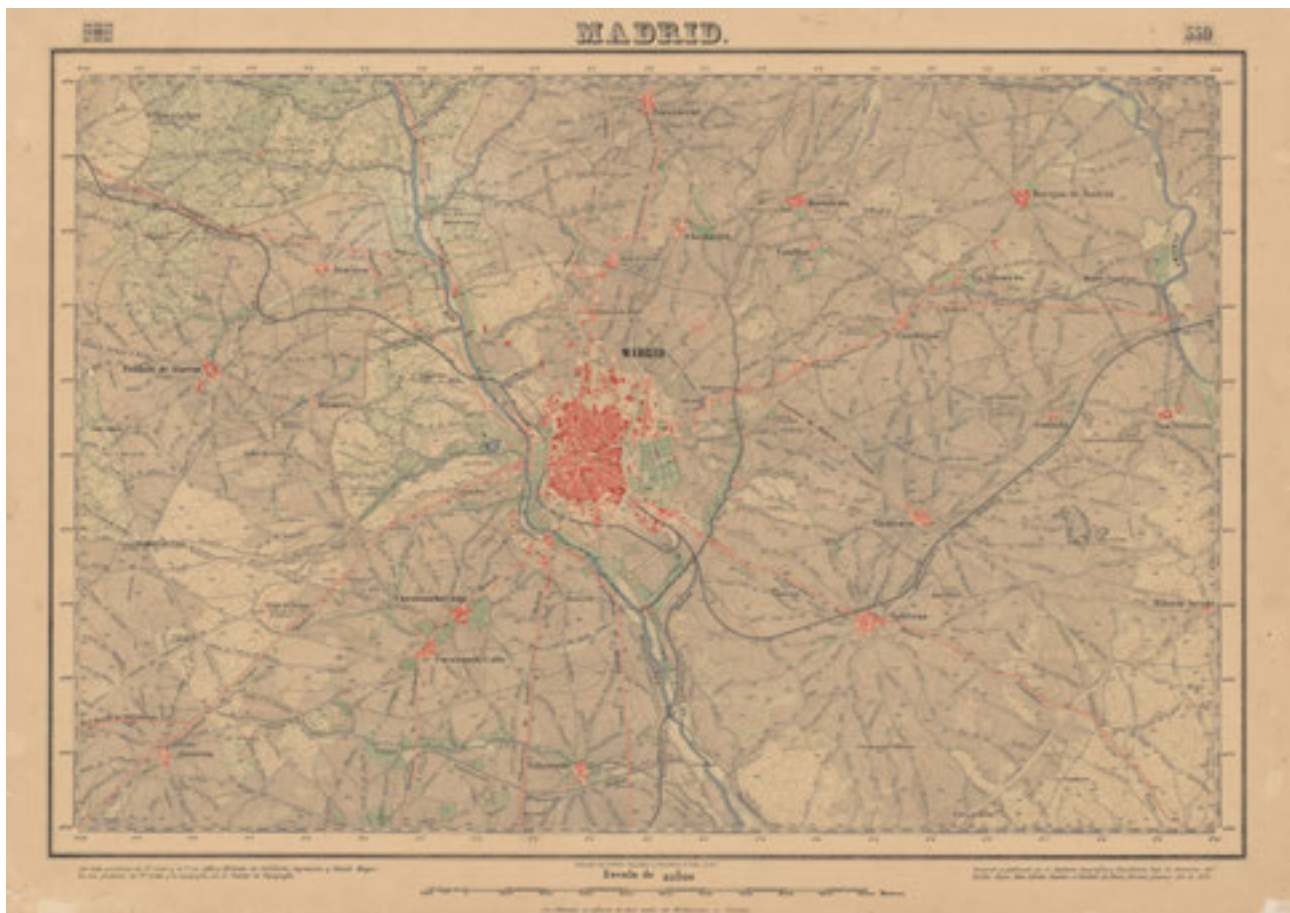


Figura 3. Primera edición de la hoja del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50000 correspondiente a Madrid (559). La hoja de Madrid, publicada en 1875, fue la primera impresa por el entonces llamado Instituto Geográfico y Estadístico. Estampada en cinco colores mediante litografía, la Biblioteca del IGN conserva las piedras litográficas originales correspondientes a los colores negro y verde de esta hoja, como parte del patrimonio histórico del IGN cuya gestión tiene encomendada.

General de Estadística. Entre esta documentación destacan las hojas kilométricas y cédulas catastrales de la Junta General de Estadística, planimetrías, altimetrías, planos de población, cuadernos de campo con observaciones topográficas para la confección del MTN y actas y cuadernos que describen las líneas límite municipales —documentos, estos dos últimos tipos, valiosísimos para poder recuperar los deslindes originales de casi todos los municipios de España desde 1870—. Cabe destacar que las minutas cartográficas a escala 1:25 000 constituyen la primera representación del territorio español en conjunto obtenida por métodos topográficos, es decir, la imagen de España con rigor geométrico más antigua que se conserva, y se trata de una información de incalculable

valor e insustituible para conocer cómo era nuestro territorio a finales del siglo XIX y principios del XX, en una época anterior a la fotogrametría aérea.

Aunque la lista sería más numerosa, a continuación, repasaremos brevemente algunas de las obras más destacadas de entre los fondos del IGN, ya sea por antigüedad o por singularidad histórica.

Compendiosa Historia Hispanica (1469)

Este libro es el documento más antiguo conservado en la Biblioteca, obra de Rodrigo Sánchez de Arévalo publicada en Roma por Udalricus Gallus (Ulrich Han) en 1469-1470 —en todo caso, antes del 4 de octubre de 1470, fecha de la muerte del autor—. Para dar una idea de la antigüedad de este

incunable³ hay que tener en cuenta que el estado de la imprenta era tan incipiente que, de hecho, aún no había llegado a España. Más aún, para entonces el número de obras distintas impresas publicadas en Europa estaba en torno a 500.

Entre las características que hacen especial a este libro están⁴: ser el tercer incunable publicado estando su autor vivo —tras las *Meditationes* de Juan de Torquemada (1467) y el *Speculum uite humane* (1468) del propio Sánchez de Arévalo—; ser el primer libro de Historia impreso y, por extensión, ser el primer libro de Historia de España impreso, aunque en rigor es una historia de la monarquía castellana. Nuestro ejemplar tiene, además, dos de los folios impresos sobre vitela (figura 4), un tipo de pergamino de la máxima calidad



Figura 4. *Compendiosa Historia Hispanica*. Rodrigo Sánchez de Arévalo. Roma, 1469. Izquierda: Folio (1r) impreso en vitela a dos tintas con la letra “S” capitular manuscrita. Derecha: Detalle de otra letra capitular decorada a mano. Biblioteca del IGN (A-193).

elaborado a partir de piel animal. El pergamino o la vitela era un soporte de impresión mucho más valioso y escaso que el papel, y solía utilizarse en manuscritos destinados a personas muy influyentes o de alto poder adquisitivo.

Biblia integra sumata (1491)

Esta edición de la Biblia *Vulgata* —la traducción de la Biblia al latín realizada por san Jerónimo

en el siglo IV de la que desciende el texto actual aprobado por la Iglesia Católica— ocupa un lugar en la historia del libro impreso al ser la **primera Biblia estampada en formato de bolsillo**, concretamente en el llamado formato «octavo». Este formato resulta de doblar por la mitad dos veces consecutivas el formato «folio», algo más grande que nuestro DIN A4 actual. Tras una primera doblez se obtiene el

formato «cuarto» —de donde procede la palabra «cuartilla»—, el cual se convierte en un tamaño «octavo» tras otro pliegue por la mitad. Aunque la introducción de la imprenta de tipos móviles en Europa por Johann Gutenberg (ca. 1455) había abaratado notablemente la publicación de libros y permitido su difusión entre un público mucho más amplio, las primeras Biblias en formato folio seguían siendo un artículo al alcance de pocos. El instinto comercial de Johann Froben⁵, impresor establecido en Basilea, le llevó a concebir y publicar en 1491 una edición de la Biblia en pequeño formato más accesible al gran público. El propio autor llama en el prólogo del libro *Bibliola* a su obra, es decir, Biblia pequeña. También fue conocida su día como la «Biblia de los pobres», en contraste con otras ediciones de mayor formato y precio.

De la *Bibliola* de Froben se conservan 5 ejemplares en España, dos de ellos incompletos, según el catálogo de incunables de la British Library⁶. La Biblia propiedad del IGN tiene una característica inusual



Figura 5. *Biblia integra sumata*. Johann Froben. Basilea, 1491. Izquierda: Fotografía de la Biblia donde puede comprobarse su pequeño formato y su encuadernación en piel sobre tabla de madera. Derecha: Detalle del texto. Nótese el minúsculo tamaño de fuente, obtenido a partir de tipos metálicos del mismo tamaño. Biblioteca del IGN (A-189).

en libros tan antiguos, como es la conservación de la encuadernación original con tablas de madera forradas de piel. Hay que tener en cuenta que la encuadernación de un libro es, precisamente, la parte que más deterioro puede sufrir con el paso de los años —más de cinco siglos, en este caso—, con lo cual es habitual que muchos incunables hayan sido reencuadernados en siglos posteriores. Llama la atención también el diminuto tamaño de las letras impresas, lo que lleva a pensar en la habilidad del fabricante de los tipos metálicos usados para la composición y estampación de los textos. La combinación de la encuadernación original y la letra gótica del texto confiere a esta Biblia un aspecto «medieval» que la hace muy atractiva (figura 5).

Anticipando la respuesta a una pregunta que más de uno puede formularse, por qué libros como este o la *Compendiosa Historia Hispanica*, cuyo contenido no está relacionado con las ciencias geográficas, figuran entre los fondos de la Biblioteca del IGN, esto es

así por la condición de imprenta oficial del Estado que ostenta el Instituto Geográfico Nacional. Así, cualquier libro relevante en la historia de la imprenta o de la propia publicación de libros es del máximo interés para esta Dirección General, cuyos talleres cartográficos han sido testigos de la evolución de las técnicas de impresión desde finales del siglo XIX hasta la actualidad.

Liber Chronicarum (1493)

El *Liber Chronicarum* es, sin duda, la joya de la corona de la Biblioteca del IGN. Esta crónica de historia universal que narra la historia desde la Creación hasta 1493, año de su publicación en Núremberg, está considerada por muchos como el incunable más espectacular jamás producido. En el número 713, de abril de 2021, de la Revista *Mitma*⁷, ya se publicó un artículo extenso sobre esta obra y sobre el ejemplar del IGN. Su gran formato, más de 600 páginas y 1 800 ilustraciones a partir de grabados xilográficos lo convierten en un proyecto editorial monumental. Su autor, el huma-

nista alemán Hartmann Schedel, intercaló entre el texto 89 vistas de ciudades, de las cuales solo 30 pueden considerarse relativamente fieles a la realidad, ya que el resto son totalmente ficticias. De hecho, supone la mayor colección de vistas de ciudades hasta la fecha y, por eso, el ejemplar de la Biblioteca del IGN constituye la pieza central de la exposición cartográfica «Ciudades del mundo, Vistas, planos», abierta entre el 26 de abril de 2021 y el 13 de mayo de 2022⁸. Además, el *Liber Chronicarum* contiene dos mapas incunables, como la obra matriz: un mapamundi ptolemaico y un mapa de Europa Central. De esta obra se publicaron dos ediciones en el mismo año, una en latín y otra en alemán.

El ejemplar en latín y en blanco y negro del IGN (figura 6) también conserva, como la Biblia de Froben antes vista, la encuadernación original en piel sobre tablas de madera, en este caso añadiendo los bollones o remaches de latón y los cierres metálicos. Todo esto hace que el *Liber Chronicarum* alcance el considerable peso de 10 kg.



Figura 6. *Liber Chronicarum*. Hartmann Schedel. Núremberg, 1493. Izquierda: El libro con su encuadernación en piel sobre tablas de madera y piezas metálicas originales. Derecha: Vista de la ciudad de Núremberg. Biblioteca del IGN (912-102).



Figura 7. *Secunda Europe Tabula*. Roma, 1478. Los dos ejemplares del mapa de Hispania de la Biblioteca del IGN, de izquierda a derecha, iluminado a mano (13-F-1) y en blanco y negro (13-F-7).

Secunda Europe Tabula (1478)

La Biblioteca del IGN posee dos ejemplares, uno iluminado o coloreado y otro en blanco y negro, del segundo mapa impreso de España más antiguo que existe. Si bien el primer libro impreso publicado en Europa —la Biblia de Gutenberg— data de 1455, hubo que esperar hasta 1477 para que aparecieran los primeros mapas impresos en Europa⁹, más concretamente a los 26 mapas incluidos en la edición de la *Geographia* de Ptolomeo impresa en Bolonia. Un año después de esta primera edición con mapas se publicó la segunda, en Roma (1478), con los 27 mapas del canon o modelo ptolemaico. En su *Geographia*, Ptolomeo dedicó uno de sus mapas, el mapa segundo de Europa, a la representación de la Hispania romana de su época (siglo II), es decir a la península ibérica. El mapa segundo de Europa —traducción literal del título en latín, *Secunda Europe Tabula*— de la edición de Roma es, por tanto, el **segundo mapa de España impreso más antiguo** que existe, tras el publicado en Bolonia en 1477. Para dar una idea de la rareza de estos ejemplares cabe destacar que solo se conoce en España un códice completo con el tratado ptolemaico y sus mapas de la edición romana de 1478, propiedad de la Real Academia de la Historia.

La joya de la corona de la Biblioteca del IGN, el *Liber Chronicarum*, que narra la historia desde la Creación hasta el año de su publicación en 1493, está considerada por muchos como el incunable más espectacular jamás producido.

Los dos ejemplares del IGN (figura 7) proceden de la estampación de una misma plancha grabada en cobre, que sería reimpresa en sucesivas ediciones posteriores en 1490, 1507 y 1508. Como curiosidad, puede observarse la extraña forma asignada por el sabio de Alejandría a las costas peninsulares, donde el cabo de San Vicente aparece exageradamente situado al oeste, dando la sensación de que el actual Portugal ha sido «recortado» del mapa. La *Geographia* de Ptolomeo contiene unos 500 topónimos con coordenadas longitud y latitud en Hispania, lo que convierte al mapa de la España peninsular y Baleares en uno de los más densos en cuanto a información de entre los 26 mapas parciales en los que Ptolomeo dividió el mundo conocido.

Nova Hispaniae Descriptio (ca. 1610)

Nova Hispaniae Descriptio (mapa moderno de España) es el **primer mapa orlado conocido de España y Portugal**. La «orla» que da nombre a este tipo de mapas —también llamados *cartes à figures*— consistía en un borde decorado con vistas de ciudades, personajes masculinos y femeninos ataviados con sus atuendos regionales y escudos de armas, entre otros motivos. Los mapas orlados fueron una novedad introducida a principios del siglo XVII por los cartógrafos holandeses, tanto para completar la información geográfica del mapa, como para añadir un atractivo estético fundamental si se quería destacar en un mercado que se iba volviendo cada vez más competitivo¹⁰.



Figura 8. *Nova Hispaniae Descriptio*. I. Hondius, 1610. El primer mapa orlado de España. Biblioteca del IGN (13-E-19).

En este mapa de España (figura 8), publicado por el famoso cartógrafo flamenco establecido en Ámsterdam, Iodocus Hondius, la imagen cartográfica está rodeada de vistas de ciudades peninsulares y personajes ataviados con trajes de la época. El margen superior tiene vistas de las ciudades de Alhama, Granada, Bilbao, Burgos, Vélez-Málaga y Écija. En el inferior se muestra Lisboa, Toledo, Sevilla y Valladolid. En la esquina inferior derecha hay una orla renacentista coronada por el escudo de armas del Reino de España. A los lados, tres figuras femeninas y tres masculinas ataviadas con trajes de la época representan las clases sociales de nobles,

mercaderes y campesinos. En el margen inferior hay un medallón con el retrato del rey Felipe III de España y la inscripción con su nombre.

La Villa de Madrid Corte de los Reyes Católicos de España (1657)

El plano de Madrid más antiguo documentado es el realizado por Antonio Mancelli en 1623, del que no se conocen ejemplares supervivientes. El plano de Madrid que conserva la Biblioteca del IGN es una edición publicada en 1657 por el cartógrafo y editor holandés Johannes Janssonius presuntamente basado en el plano original de Mancelli y que, por tanto,

constituye la **imagen impresa de Madrid más antigua** que ha llegado a nuestros días, es decir, la que muestra el aspecto de Madrid en los años posteriores a 1623¹¹. Bien es cierto que el monumental plano de Madrid de Pedro Texeira de 1656 se publicó un año antes que el de Janssonius, pero su diseño ya está actualizado respecto al de Mancelli-Janssonius.

Aparte del enorme interés que suscita esta primera imagen cartográfica de Madrid, que convierte a este plano en una de las representaciones urbanas más buscadas en España, el ejemplar del IGN posee una característica que lo hace único: en la esquina inferior izquierda



Figura 9. Izquierda: *La Villa de Madrid Corte de los Reyes Catolicos de Espanna*. J. Janssonius, 1657. Derecha: detalle de la esquina inferior izquierda del plano, donde aparece la firma *WHollar fec.* Biblioteca del IGN (32-A-16).

incorpora una firma manuscrita en tinta sepia con el texto *WHollar fec.* (figura 9), es decir, desvela que Wenceslaus Hollar fue el, hasta ahora, desconocido grabador del plano. A falta de realizar un análisis de la antigüedad de la tinta en el Instituto de Patrimonio Cultural de España —gestión ya en marcha en el momento de escribir estas líneas— esta firma revelaría, no solo la autoría del grabado, sino que también otorgaría a nuestro ejemplar la condición de ser uno de los primeros ejemplares de la tirada, si no el primero.

La difusión del patrimonio histórico del IGN

En el apartado 1 ya vimos que, a la Biblioteca del IGN le corresponde por Real Decreto «la gestión de los fondos históricos, cartográficos y documentales, de los fondos bibliográficos, de la colección de instrumentos y del resto del patrimonio histórico del Instituto Geográfico Nacional, promoviendo su conocimiento en la sociedad». De entre todas estas funciones, la

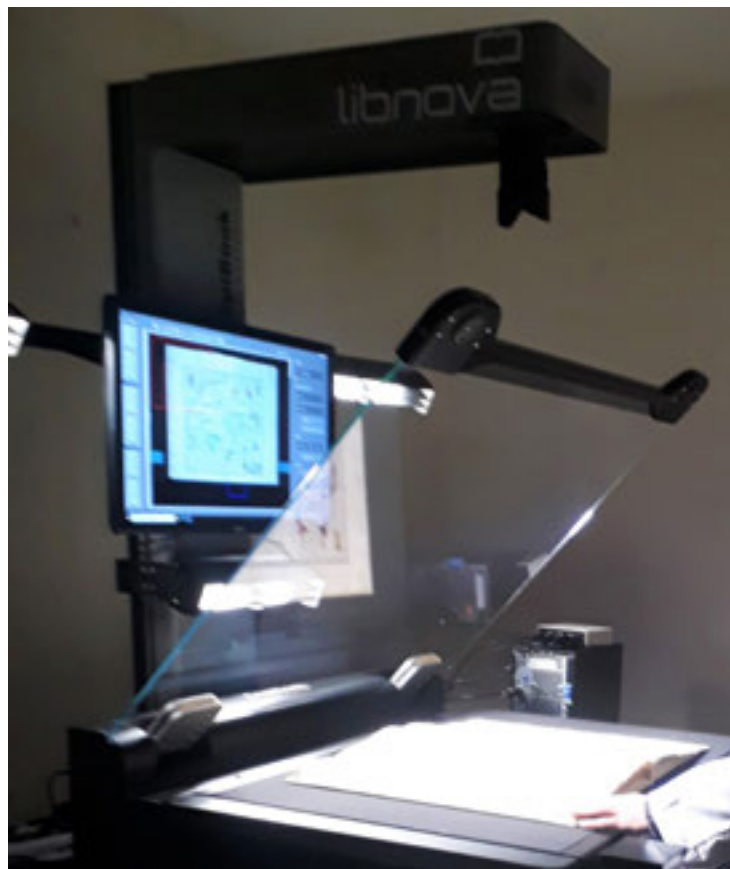


Figura 10. Digitalización de un atlas en el escáner cenital de alta resolución de la Biblioteca del IGN

difusión es tan importante como el resto. Las líneas de actuación de la Biblioteca en este sentido consis-

ten principalmente en: detectar las necesidades estratégicas de piezas para ir completando una colec-

ción de fondos antiguos lo más representativa y valiosa posible; adquirir y, con ello, rescatar para el patrimonio del Estado obras de importancia histórica existentes en el mercado a las que, de otra forma, se les podría perder la pista e incluso podrían acabar fuera de España; y, por último, asegurar que esas obras adquiridas queden correctamente catalogadas, digitalizadas (figura 10) y publicadas, poniendo a disposición del público información sobre los mapas, libros y atlas mediante sus fichas catalográficas y permitiendo la visualización y descarga gratuita de las imágenes a alta resolución de estas obras una vez digitalizadas.

Además de la posibilidad de acceder en remoto a la información e imagen digitalizada de las obras de la Biblioteca, el IGN realiza desde 2013 exposiciones cartográficas anuales que acercan al público nuestro patrimonio cartográfico y bibliográfico, ya que la contemplación física de las obras nunca podrá ser sustituida por una imagen, por muy fiel que sea esta. Desde 2018, estas exposiciones anuales se han transformado en itinerantes una vez reproducidas, lo que nos ha permitido llegar a un público mucho más amplio dentro y fuera de España, que no siempre tiene la facilidad o la posibilidad de acudir a la Sala de Exposiciones de la sede central del IGN en Madrid.

Toda la información sobre nuestros catálogos de Biblioteca y Cartoteca así como sobre las distintas exposiciones realizadas hasta la fecha, está accesible en <https://www.ign.es/web/ctc-area-cartoteca> y en <https://www.ign.es/web/ign/portal/ic-salas-exposiciones> y su objetivo es cumplir con lo que reza el título del artículo, descubrir para otros nuestros fondos y ponerlos al alcance de todos. ■

REFERENCIAS

- 1 Para más información sobre la historia del IGN, ver: «Catálogo de la exposición 150 años del Instituto Geográfico Nacional». Instituto Geográfico Nacional (2021). Disponible en línea en <https://www.ign.es/web/resources/acercaDe/libDigPub/Catalogo-150-aniversario-IGN.pdf>; «Instituto Geográfico Nacional 150 aniversario 1870 – 2020». Instituto Geográfico Nacional (2020). Disponible en línea en <https://www.ign.es/resources/acercaDe/libDigPub/150-aniversario-IGN.pdf>
- 2 Más información sobre la historia y fondos de la Biblioteca del ROM en: Planesas, P. (2018). «La Biblioteca del Observatorio Astronómico de Madrid». Instituto Geográfico Nacional. Disponible en línea en <http://astronomia.ign.es/rknowsys-theme/images/webAstro/paginas/documentos/Anuario/articuloPere2018-apares.pdf>
- 3 Aunque a veces se utiliza la palabra «incunable» de manera incorrecta para referirse a un objeto muy raro, valioso o antiguo, esta palabra se aplica, estrictamente, a todos aquellos documentos impresos hasta el año 1500, incluido. En otras palabras, un incunable es toda obra estampada en una prensa desde la aparición del primer libro impreso en Europa mediante la imprenta de tipos móviles moderna —la famosa Biblia de Gutenberg de 1455— hasta el 31 de diciembre del año 1500.
- 4 Más información resumida sobre la *Compendiosa Historia Hispanica* y las características de nuestro ejemplar en el Catálogo de la Librería Andarto B. para la *XII Feria Internacional del Libro Antiguo* (Palacio de Cibeles. Madrid. 2021) y en el Catálogo de la Biblioteca del IGN <https://www.ign.es/web/ign/portal/ctc-catalogo-general>
- 5 Para más detalles sobre la vida y obra de Froben véase: Sebastiani, V. (2018). «Johann Froben, printer of Basel».
- 6 *Incunabula Short Title Catalogue*. Accesible en línea en <https://www.bl.uk/catalogues/istc>
- 7 El artículo está disponible en línea en https://www.mitma.es/recursos_mfom/comodin/recursos/ab70_79.pdf
- 8 Toda la información sobre esta exposición está disponible en <https://www.ign.es/web/ign/portal/ic-salas-expo-madrid-2021>
- 9 Hay quien considera el primer mapa impreso a un pequeño diagrama esquemático de un mapa de tipo T en O incluido en una edición de las *Etimologías* de San Isidoro impresa por Günther Zainer en 1472, sin embargo, los primeros mapas impresos según el concepto actual serían los del Ptolomeo de Bolonia de 1477. Para más información, véase: Campbell, T. (1987). «The earliest printed maps 1472-1500», pp. 108, 129.
- 10 Sobre la llamada «edad de oro de la cartografía holandesa», véase: Koeman, C. (2007). «Commercial Cartography and Map Production in the Low Countries», disponible en línea en https://press.uchicago.edu/books/HOC/HOC_V3_Pt2/HOC_VOLUME3_Part2_chapter44.pdf
- 11 Para un resumen de la compleja trayectoria de este y otros planos de Madrid, véase: Marín, F. J., Ortega, J. (2019). «Los planos de la ciudad», en «Madrid. Tres siglos de cartografía. Ciudad y Comunidad en la Biblioteca Regional», disponible en línea en <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM050079.pdf>

Instituto Geográfico Nacional

Tu mundo, nuestra referencia



www.cnig.es



@IGNSpain



@IGNSpain



IGNSpain



IGNSpain



IGNSpain

Tus mapas en papel en nuestra tienda CNIG

Instituto Geográfico Nacional
Centro Nacional de Información Geográfica

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



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA



Instituto Geográfico
Nacional 1876-2020



Borja Ruiz-Apilánez y Eloy Solós (edit.)

A pie o en bici. Perspectivas y experiencias en torno a la movilidad

Las páginas de esta publicación nos llevan, a través de artículos de reputados especialistas, a un planteamiento más o menos novedoso, de cómo se puede conseguir una movilidad sostenible en la ciudad, en su origen planteada según los cánones de la no muy lejana Revolución industrial. El llamado urbanismo táctico se entiende como un nuevo planteamiento para conseguir el cambio hacia una ciudad sostenible a través de su aplicación en zonas acotadas, más pequeñas, y aprovechar la experiencia para analizar su sostenibilidad, con el aliciente de que siempre será reversible.

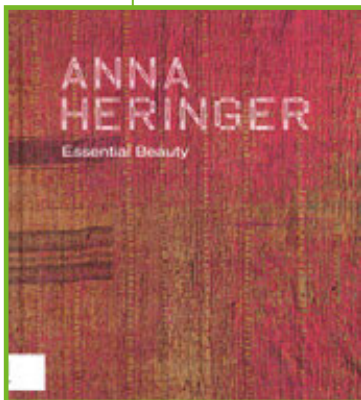
El libro se estructura en dos partes, una primera llamada "Perspectivas" en la que se analiza la movilidad desde los múltiples puntos de vista de las diferentes tendencias, como el medio ambiente, el diseño viario, etc., y una segunda parte, a modo de complemento, en la que se analizan casos reales de aplicación, que van desde la ciudad de Ámsterdam, pasando por Pontevedra o Estocolmo.

Ciudades del mundo. Vistas y planos

Este catálogo de la exposición que lleva su nombre tiene como fin la difusión de los contenidos de la misma, de gran interés para el lector puesto que muestra, desde un punto de vista cronológico, la evolución de la imagen impresa de las ciudades teniendo en cuenta, no solo los cambios en la tipografía, sino también en las técnicas de representación. Se inicia el recorrido con la *Geographia* de Ptolomeo, para seguir con los mapamundis medievales de los siglos VII al XV, y continuar con el *Civitas Orbis Terrarum*, del siglo XVI, el primer atlas de ciudades de la Historia. Los grandes descubrimientos geográficos dieron lugar a nuevas representaciones urbanas para satisfacer así la curiosidad por los nuevos mundos y de esta manera, pasando por los grabados en cobre o las litografías, el recorrido llega hasta el siglo XIX.



Catálogo de la exposición del mismo nombre organizada por el Instituto Geográfico Nacional de abril 2021 a abril 2022



Anna Heringer

Essential Beauty

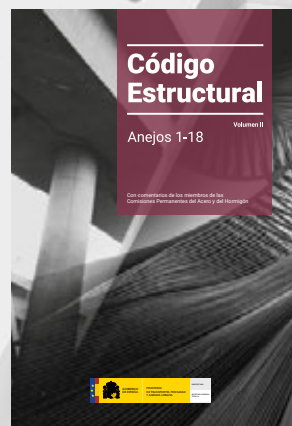
Se trata de la publicación que acompañó a la exposición organizada por la fundación ICO sobre la arquitecta alemana Anna Heringer consistente en una selección de sus trabajos más representativos. El libro cuenta con una edición muy cuidada, en bilingüe, y va desgranando la obra de la arquitecta a través de fotografías en las que la belleza y la calidad técnica están repartidas a partes iguales. Anna Heringer es una arquitecta singular que ha apostado por el desarrollo sostenible y cuyas obras tienen como premisa no solo el atractivo estético, sino el uso de materiales naturales como la madera, la tierra o las fibras textiles con lo que pretende apoyar a las economías locales y fomentar el equilibrio ecológico.

Librería del Mitma

Virtual: <https://apps.fomento.gov.es/CVP/>

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

Novedades



ENAIRe preside la Alianza A6

Formada por los proveedores de servicios de navegación aérea líderes de Europa.

Construyendo
el Cielo Único Europeo

