

# ITRANSPORTE

INGENIERÍA Y CONSULTORÍA DEL TRANSPORTE | [revistaitransporte.es](http://revistaitransporte.es) | [ineco.com](http://ineco.com)



# 70

DIC20 | MAR21

## TI Ciberseguridad y transporte

### + REPORTAJES

ERTMS: ¡Todos a bordo!

AIXM en los aeropuertos de Abu Dabi

Autopista Guadalajara-Colima en México

La Sagrera, estación de estaciones

Acceso ferroviario sur al puerto de Castellón

Trenes reacondicionados para Kenia

Remodelación de estaciones extremeñas

Agenda 2030 / RSC: Movilidad sostenible

Marca España: El reino de los castillos

Equipo Ineco: Seguridad y salud



# SOMOS TALENTO

Las grandes infraestructuras son el resultado de la visión y el esfuerzo de personas excepcionales.



Un talento que nos permite mejorar la movilidad y la calidad de vida de millones de personas, cada día.

[www.ineco.com](http://www.ineco.com)

## EDITORIAL

### *Un escenario de protección y emprendimiento*

**C**erramos este año 2020 centrando el foco en dos vertientes indispensables de nuestro trabajo, que con la crisis de la pandemia de la COVID-19 han cobrado máximo protagonismo: la ciberseguridad, clave para la protección del conocimiento, y el emprendimiento, indispensable para lograr avances y mejorar la calidad de vida del conjunto de la sociedad.

Ayudar a las organizaciones a ser más ciberseguras nos ha llevado a desarrollar medidas y planes de acción que permitan resolver incidencias en redes ferroviarias, sistemas de navegación por satélite e infraestructuras críticas. En un entorno cada vez más digital, garantizar la seguridad es tan crucial como en el medio físico: ambos ámbitos coinciden en proyectos punteros como el ERTMS, al que dedicamos un reportaje centrado en el último trabajo para la UE sobre los sistemas embarcados en el tren, o el sistema europeo de satélites Galileo, con el que hemos cumplido 10 años de colaboración.

Contribuir al aumento de la seguridad en el transporte nos convierte también en emprendedores resilientes, capaces de identificar el fallo y ofrecer soluciones. Ese es uno de los principales objetivos de nuestro trabajo como agente supervisor en la autopista Guadalajara-Colima, en México, una ruta estratégica en la que los últimos datos revelan una notable mejora de la siniestralidad. La inspección y puesta a punto de los trenes de Renfe que darán servicio en las cercanías de Nairobi o los desarrollos digitales para una mejor gestión de la información aeronáutica en el aeropuerto de Abu Dabi son otros ejemplos de trabajos realizados para aumentar la seguridad.

La voluntad de emprender hace que nos adaptemos y seamos capaces de promover en el mercado interior proyectos de movilidad más eficiente, atractiva y sostenible, como la que representa la nueva estación de La Sagrera, en Barcelona, una macro obra dirigida por Ineco que, basada en la multimodalidad, supondrá un cambio radical en el transporte de la ciudad; o las mejoras en las estaciones de Extremadura y en los accesos de las mercancías al puerto de Castellón.

Y para finalizar con el emprendimiento y con el punto de mira en la sostenibilidad, compartimos con nuestros lectores la perspectiva general y las acciones concretas que lleva a cabo la compañía en torno a la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, uno de los pilares sobre los que se asienta nuestro Plan Estratégico y un proyecto común en el que hemos implicado a todas las áreas y personas de nuestra organización.

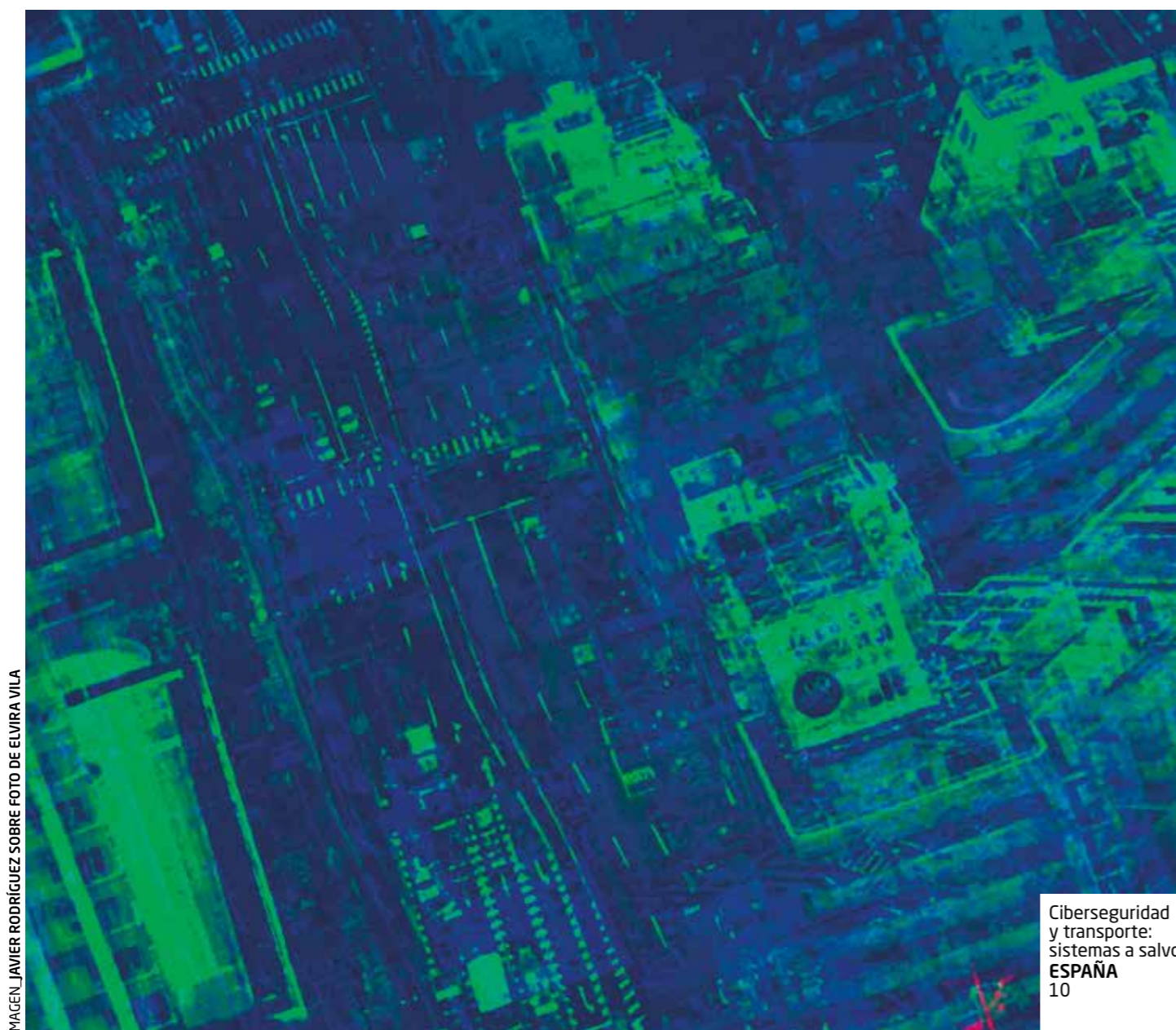


“Cerramos este año 2020, donde nuestra prioridad es garantizar la seguridad y salud de todos los equipos de Ineco, centrando el foco en dos vertientes indispensables de nuestro trabajo: la ciberseguridad y el emprendimiento”

CARMEN LIBRERO  
Presidenta de Ineco

# SUMARIO

diciembre 2020 / marzo 2021



## EDITA

Ineco

Paseo de La Habana, 138 - 28036 Madrid - Tel. 91 452 12 56 - [www.revistaitransporte.es](http://www.revistaitransporte.es)

**Directora:** BÁRBARA JIMÉNEZ-ALFARO - [barbara.jimenez@ineco.com](mailto:barbara.jimenez@ineco.com) **Redactora jefe:** LIDIA AMIGO - [lidia.amigo@ineco.com](mailto:lidia.amigo@ineco.com)

**Comité de redacción:** LIDIA AMIGO, JOSÉ M<sup>a</sup> BERDOY, JORGE DE SAN JOSÉ, NATALIA DÍAZ, JUAN RAMÓN HERNÁNDEZ, RAFAEL HERRERA, BÁRBARA JIMÉNEZ-ALFARO, DANIEL LATORRE, MÓNICA LAUDA, ADRIÁN LÓPEZ, TATIANA MANCENIDO, ANA PELÁEZ, PATRICIA REY, CELESTINO RODRÍGUEZ, JARA VALBUENA

**Diseño, maquetación, edición y web:** ESTUDIO 2729 | JUANJO JIMÉNEZ, ALMUDENA VALDECANTOS, TERESA COMPAIRÉ, JAVIER RODRÍGUEZ

**Imprime:** NILO GRÁFICA **Depósito Legal:** M-26791-2007

©Ineco. Todos los derechos reservados (2020). Para la reproducción de artículos, por favor, contacten con la directora.

Para darse de baja de la suscripción impresa, enviar un correo a [itransporte@ineco.com](mailto:itransporte@ineco.com) con el asunto BAJA.

Síguenos:    



## 06 | NOTICIAS

Inaugurado el tramo Zamora-Pedralba del AVE a Galicia

Se retoma la ampliación del aeropuerto de Lima

El equipo de Ineco se despliega en el aeropuerto de Kuwait

Concluye la rehabilitación de la maternidad del Hospital de Bor

## 10 | MEDIDAS FRENTE A LOS ATAQUES CIBERNÉTICOS

Ciberseguridad y transporte: sistemas a salvo

## 16 | ESTUDIO DE EQUIPOS EMBARCADOS ERTMS

¡Todos a bordo!

## 22 | ESTUDIO DE IMPLANTACIÓN DE AIXM

Información aeronáutica digital para Abu Dabi

## 24 | MODERNIZACIÓN DE LA AUTOPISTA GUADALAJARA-COLIMA

Cómo gestionar 35.000 vehículos diarios

## 28 | DIRECCIÓN DE LAS OBRAS DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL

La Sagrera, estación de estaciones

## 34 | NUEVO ACCESO FERROVIARIO SUR AL PUERTO DE CASTELLÓN

Más trenes de mercancías para el puerto de Castellón

## 38 | APOYO A RENFE EN INSPECCIÓN DE MATERIAL RODANTE

Nueva vida en Nairobi para los trenes mallorquines

## 40 | REMODELACIÓN DE ESTACIONES

Más luz y espacio en cuatro estaciones extremeñas

## 46 | AGENDA 2030 / RSC

Por un entorno saludable y sostenible

## 48 | MARCA ESPAÑA

El reino de los castillos

## 50 | EQUIPO INECO

Servicio de Seguridad y Salud



FOTO\_INECO/INCOMEX



INFOGRAFÍA\_BSAV



PORTADA N° 70  
CIBERSEGURIDAD Y TRANSPORTE: SISTEMAS A SALVO.  
IMAGEN\_JAVIER RODRÍGUEZ SOBRE FOTO DE ELVIRA VILA

FOTO: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DE PERÚ



PERÚ

### SE RETOMA LA AMPLIACIÓN DEL AEROPUERTO DE LIMA

Se ha reanudado la ampliación del aeropuerto Jorge Chávez de Lima, que Ineco y su socio CESEL empezaron a supervisar en 2014 para OSITRAN (Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público). En diciembre de 2019, se iniciaron los trabajos de movimiento de tierras en el lado aire (foto de la izquierda) y en mayo de

2020 se adjudicaron las obras de la nueva torre de control, de 65 metros de altura, que se encuentra ya muy avanzada (foto de la derecha). En agosto arrancaron los trabajos de la segunda pista, de 3.480 metros de longitud. Según la concesionaria del aeropuerto, Lima Airport Partners (LAP), ambas infraestructuras empezarán a operar a finales de 2022.

FOTO: CORPAC

### ESTUDIO DE UN NUEVO AERÓDROMO EN LA SELVA AMAZÓNICA

Ineco, en consorcio con el consultor peruano HOB, se ha adjudicado la consultoría para la elaboración de un estudio de preinversión para la implementación de un nuevo aeródromo en el distrito Barranca, perteneciente al departamento de Loreto, en la Amazonia peruana.

En este estudio se definirán las posibles alternativas de ubicación y dimensionamiento. Incluirá, entre otros aspectos, el análisis de la demanda de tráfico, el análisis del espacio aéreo y procedimientos de vuelo, la configuración geométrica del aeródromo, el desarrollo de aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales, la ingeniería con respecto al perfil y los costes del proyecto.

Ineco se encargará de las labores vinculadas al ámbito aeronáutico, mientras que HOB Consultores desarrollará las tareas relacionadas con el ámbito local, la toma de datos y trabajos de campo.

### REINO UNIDO

### HS2, 'COLUMNA VERTEBRAL' DE LA NUEVA RED DE TRANSPORTE BRITÁNICA

Ineco ha participado en el informe de evaluación sobre la integración del HS2, rama Este Birmingham-Leeds, con el resto de proyectos ferroviarios de la zona, elaborado por la Comisión Nacional de Infraestructuras (NIC en sus siglas en inglés) del Reino Unido a petición del Gobierno. El informe evalúa como prioritarias las inversiones en las regiones del norte y de las Midlands ya que ofrecen mejoras significativas en la capacidad, conectividad y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero para mediados de la próxima década.

Tras solicitar una revisión independiente de todo el proyecto de alta velocidad, en febrero de 2020, el primer ministro Boris Johnson confirmó la continuidad

y la necesidad e importancia del HS2 para convertirse en la nueva "columna vertebral" del transporte colectivo en el país, al tiempo que anunciaba un nuevo plan ferroviario para las regiones del norte y las Midlands.

Entretanto, en septiembre han comenzado oficialmente los trabajos de construcción de la fase 1, que se espera generen 22.000 puestos de trabajo en el Reino Unido en los próximos años.

Ineco, junto a AECOM y Capita, lleva a cabo el diseño preliminar de la obra civil y de los estudios de impacto ambiental del lote 2 de la fase 2B de la línea Birmingham-Leeds desde 2017. En 2012, junto con Capita, empezó a trabajar en la fase 1, Londres-Birmingham.



IMAGEN: HS2 LTD.

FOTOS: MITMA



ESPAÑA

### INAUGURADO EL TRAMO ZAMORA-PEDRALBA DEL AVE A GALICIA

El ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, José Luis Ábalos, inauguró el 26 de octubre el tramo de alta velocidad a Galicia entre Zamora y Pedralba de la Pradería, el penúltimo que queda para completar la línea. La nueva infraestructura, de 110 kilómetros, con 14 viaductos y 9 túneles, está equipada con ERTMS nivel 2, y se ha diseñado para soportar una velocidad de 300 km/h.

Ineco ha trabajado intensamente en la línea. Actualmente, tiene a su cargo diversas direcciones de obra y direcciones

ambientales en el último tramo que queda por concluir, entre Pedralba y Ourense (ver IT67). Con 101 kilómetros, 32 viaductos y 31 túneles, el ministro Ábalos destacó que "se trata de uno de los tramos más complejos de la alta velocidad ferroviaria de España y de Europa".

Al acto de inauguración asistieron también la ministra de Trabajo y Economía Social, Yolanda Díaz, y los presidentes de Adif y Renfe, Isabel Pardo de Vera e Isaías Táboas, entre otras autoridades.

### EUROPA

### RAILGAP, ALTA PRECISIÓN PARA EL POSICIONAMIENTO DE TRENES

Ineco forma parte del consorcio internacional que se ha adjudicado el proyecto RAILGAP (*Railway Ground truth and digital MAP*), incluido en el Programa Horizonte 2020 de la Agencia Europea de Navegación por Satélite (GSA). El CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas) y el administrador de infraestructuras ferroviarias español Adif también forman parte del consorcio, liderado por Rete Ferroviaria Italiana (RFI).

RAILGAP, que recopilará cantidades masivas de datos de trenes comerciales, se centra en el desarrollo de soluciones innovadoras de alta precisión para la obtención de datos básicos del terreno y mapas digitales de las líneas ferroviarias, con una fiabilidad sin precedentes. El proyecto, que comenzó en otoño de 2020, permitirá reducir el consumo de energía del ERTMS y los sistemas de mando y control, incrementando su eficiencia económica y medioambiental.

KUWAIT



FOTO: INECO

### EL EQUIPO DE INECO SE DESPLIEGA EN EL AEROPUERTO DE KUWAIT

Ya ha comenzado el despliegue del equipo de Ineco para acometer la gestión integral de proyecto, puesta en marcha y transición operativa (ORAT) de la ampliación del aeropuerto internacional de Kuwait (KIA). En la imagen, de izquierda a derecha, los primeros desplazados

el pasado mes de octubre, los ingenieros Ángel Toro, Stephen Manjai y Samuel Machín.

La ampliación incluye, entre otras actuaciones, un nuevo edificio terminal de 700.000 m<sup>2</sup>, la prolongación de las dos pistas y una nueva torre de control.

INTERNACIONAL

EXPODRÓNICA 2020 Y PROYECTO EUROPEO DACUS

La industria de los drones sigue creciendo año tras año e Ineco participa en distintos ámbitos del sector, principalmente en el regulatorio y el relacionado con el tráfico aéreo. Así, los expertos de la compañía, Víctor Gordo, del área de Sistemas CNS/ATM, y Javier Carvajal, del área de Smart Products (en la imagen, durante su intervención), presentaron una ponencia sobre ciudades inteligentes y drones en el foro Expo-drónica 2020, celebrado de forma virtual en septiembre.



Por otro lado, Ineco participa en DACUS (*Demand and Capacity Optimisation in U-space*), cuyo objetivo es impulsar servicios para equilibrar la capacidad y la demanda en el tráfico de drones, integrando herramientas con predicciones basadas en Inteligencia Artificial. Ineco de-

sarrollará un modelo de capacidad dinámico basado en riesgo de colisión, en esta propuesta liderada por CRIDA y ENAIRE, en la que también participan EUROCONTROL, BR&T Europe, ISA, JEPP, Universidad de Darmstadt (TUDA), SSG, Toulouse Metropole y AHA (Netgengid ehf).

EUROPA

EL METRO LIGERO DE TENERIFE, UN MODELO DE COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA PARA NACIONES UNIDAS

La Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE, por sus siglas en inglés) ha publicado en septiembre el estudio de caso de la línea 1 de Metro Ligero de Tenerife. Estos estudios se ofrecen a los Gobiernos como modelos de buenas prácticas en colaboración público-privada, para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas.

El estudio de caso ha sido elaborado por IESE PPP for Cities (*Specialist Center on PPP in Smart and Sustainable Cities*), con la colaboración de Ineco, y de él se destaca el cumplimiento de ODS como: uso de energía limpia, mejora de la infraestructura pública, apuesta por las ciudades sostenibles, lucha contra el cambio climático y colaboración entre los sectores público y privado.

Ineco fue accionista y participó desde sus inicios en la planificación y ejecución de las dos líneas de Metro Ligero de Tenerife, inauguradas en 2007 y 2009.



SUDÁN DEL SUR

CONCLUYE LA REHABILITACIÓN DE LA MATERNIDAD DEL HOSPITAL DE BOR

El proyecto de voluntariado profesional corporativo 2019 de Ineco para la rehabilitación de la Sala de Maternidad y Pediatría en el Hospital de Bor, en Sudán del Sur, ha concluido con éxito. La iniciativa, en colaboración con la ONG Médicos del Mundo, consistía en diseñar y construir un sistema de saneamiento y abastecimiento de agua. La compañía también ha donado un ecógrafo al hospital, que atiende a más de 15.000 pacientes.



FOTO\_VÍCTOR QUINONES (INECO)

LA TORRE DE CONTROL DE PALMA ESTRENA SISTEMA DE COMUNICACIONES VOZ

Ineco ha prestado apoyo a ENAIRE en el despliegue y puesta en servicio del nuevo sistema de comunicaciones voz de la torre de control del aeropuerto de Palma de Mallorca (en la imagen), completado en el mes de junio.

El nuevo sistema dual, que garantiza la comunicación entre controladores aéreos y

pilotos, emplea tecnología digital de voz sobre protocolo de Internet (VoIP) para la gestión del tráfico aéreo. Proporciona funcionalidades que posibilitan la integración de servicios en la red de datos REDAN, mejoran la interoperabilidad entre sistemas y permiten aumentar la disponibilidad del servicio ante contingencias.

PROYECTOS PARA LA RED FERROVIARIA DEL PUERTO DE SAGUNTO



FOTO\_APV

para para vehículos, ambas electrificadas, así como las instalaciones de seguridad y comunicaciones.

Además, Adif adjudicó en abril las obras del nuevo acceso ferroviario de mercancías, también proyectado por la compañía en 2019: tres ramales de 5,6 kilómetros en total, para trenes de 750 metros, que conectarán el puerto saguntino con los Corredores Mediterráneo y Cantábrico-Mediterráneo.

Sagunto es el principal puerto siderúrgico de España y destaca también en el tráfico de gas natural, vehículos, contenedores y granel sólido.

La Autoridad Portuaria de Valencia ha encargado a Ineco la redacción del proyecto de la red ferroviaria interior y playa de vías del puerto de Sagunto, que incluye una nueva terminal para carga general y otra

ESPAÑA

INECO PROYECTARÁ LA REMODELACIÓN DEL PALACIO DE CONGRESOS DE MADRID

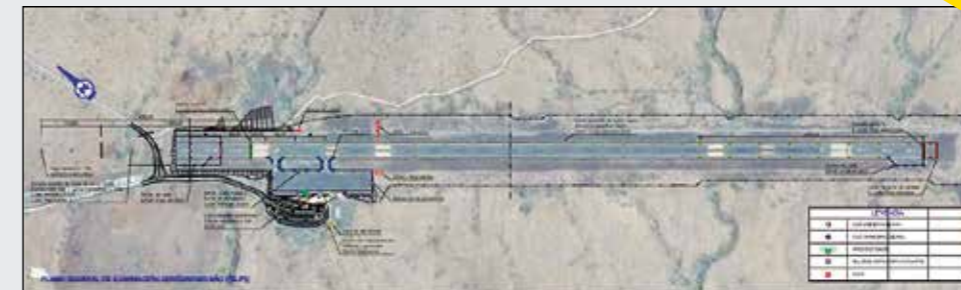
El Instituto de Turismo de España (Turespaña) ha encargado a Ineco el diseño del proyecto de remodelación y ampliación del Palacio de Congresos de Madrid, situado en el Paseo de la Castellana. El proyecto incluirá un análisis del estado de conservación de su elemento más característico, el mural de Joan Miró de la fachada.

El Palacio se inauguró en 1970 y lleva cerrado desde diciembre de 2012, cuando un informe técnico concluyó que no cumplía la normativa de seguridad. Una vez remodelado, el edificio, de 40.000 m<sup>2</sup>, albergará la nueva sede de la Organización Mundial del Turismo, con sede en Madrid desde 1975.



FOTO\_FRED ROMERO / WIKIPEDIA

MÁS ESTUDIOS AERONÁUTICOS PARA LOS AEROPUERTOS DE CABO VERDE



Plano general de iluminación del aeródromo São Filipe.

ASA (Aeroportos e Segurança Aérea), que gestiona los aeropuertos de Cabo Verde, ha contratado de nuevo a Ineco para estudiar los procedimientos y modos de operación en el aeródromo de São Filipe, en la isla de Fogo. Para ello, se elaborará un análisis de obstáculos y de seguridad de cara a la implementación de operaciones nocturnas y en condiciones meteorológicas de vuelo instrumental, así como el diseño de

procedimientos de vuelo por instrumentos. Además, en 2019 la compañía realizó un estudio para la instalación de un ILS (*Instrument Landing System*, sistema de aterrizaje instrumental) en el aeropuerto de São Vicente. Estos trabajos recientes se suman a otros muchos realizados en el archipiélago desde 2003 para la mejora y ampliación de su red de aeropuertos (ver ITRANSPORTE 7, 50 y 61).

EUROPA

ACUERDO DE INECO CON ISDEFE Y EL INTA PARA EL PROGRAMA ESPACIAL EUROPEO

Ineco, INTA e Isdefe han firmado un acuerdo para el desarrollo de proyectos conjuntos de interés mutuo en las oportunidades que pueda generar el nuevo Reglamento de Espacio de la Unión Europea. Con este memorando se consolida la colaboración que ya mantienen las tres entidades públicas desde 2019.

URUGUAY

TERCER CONTRATO PARA LA REVISIÓN DEL PROYECTO PASO DE LOS TOROS



FOTO\_INECO

Planta de fabricación de traviesas para la obra.

Ineco ha firmado un tercer contrato con la Corporación Ferroviaria de Uruguay para prestar servicios de asesoramiento en señalización y telecomunicaciones a la revisión del proyecto Ferrocarril Central, también denominado Paso de los Toros. El nuevo trabajo, como los dos anteriores, es fruto del acuerdo firmado en 2017 entre los ministerios de transportes de España (MITMA) y Uruguay (MTO). El proyecto consiste en la construcción y mantenimiento de 273 kilómetros de vías férreas entre el puerto de Montevideo y la ciudad de Paso de los Toros, aplicando los más altos estándares europeos en materia de seguridad.

# Ciberseguridad y transporte: sistemas a salvo

En un mundo cada vez más dependiente de la tecnología y de las comunicaciones a través de la red, los ciberataques son las nuevas –y grandes– amenazas. En el caso de los sistemas de transporte, anticiparse y tomar medidas para afrontar el impacto potencial de un ataque sobre la seguridad y la continuidad de un servicio es una prioridad.

Por los expertos e ingenieros de Ineco: **Esteban Dauksis**, Tecnologías de la Información; **Ángel G<sup>o</sup> Luengo**, Señalización Ferroviaria y ERTMS; **Luis Manuel Lozano**, Sistemas de CNS-ATM; **César Pérez**, Seguridad Terrestre y Protección Civil; y **Alberto Rodríguez**, Sistema Galileo

**L**as tecnologías de la información han ido permeando en todos los ámbitos y aspectos de la vida. La sociedad en su conjunto ha experimentado un avance tan grande en digitalización en los últimos años, que actualmente la práctica totalidad de las actividades están asistidas o incluso gobernadas por algún sistema de información.

Al usar un medio de transporte cada vez menos gente lleva un billete impreso; la democratización del acceso a Internet ha ido virando desde aquel concepto casi romántico de las autopistas de la información hasta una obligación *de facto* a estar conectado: quien no tenga un teléfono móvil no puede participar en los beneficios que aporta la transformación digital. La ley 11/2007 de acceso electrónico de los ciudadanos a los servicios públicos ha reducido al mínimo los trámites presenciales. Este acceso universal y ubicuo a Internet, que ha permitido, entre otras cosas, la globalización o comprar en otros países, también ha generado nuevos riesgos y amenazas. Conectarse a Internet abre la posibilidad de que cualquiera, desde cualquier continente, atravesase nuestra puerta virtual e interactúe con nuestra máquina física.

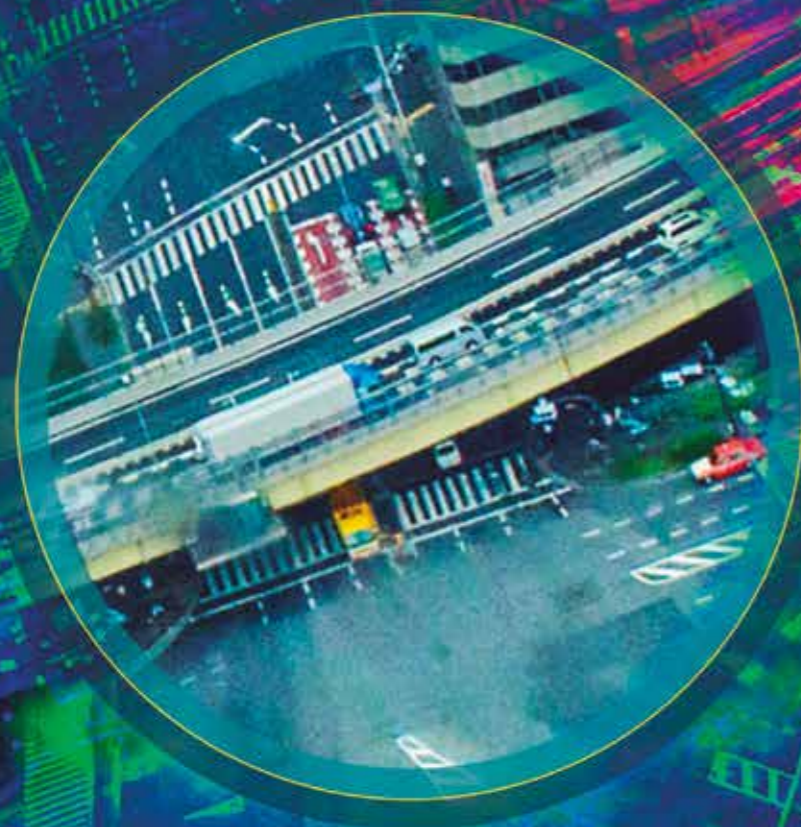
Y si esto es lo que ocurre en el ámbito individual, la necesidad de garantizar la seguridad digital es aún más acuciante en el caso de las empresas y organizaciones, en especial en los sectores considerados críticos, como el transporte. La definición de ciberseguridad es sencilla: consiste en la traslación del concepto de seguridad física al ámbito virtual, creado por medios informáticos. Las brechas de seguridad, al igual que los accidentes, no siempre pueden prevenirse, pero tener un plan y una estrategia claros permite crear las capacidades necesarias y prepararse.

En Ineco se trabaja desde distintos frentes y en sectores y sistemas de apoyo a las redes de transporte ferroviaria y aeronáutica estableciendo metodologías, estrategias y políticas internas, incluyendo la formación. Para ello, se establecen medidas y planes de acción que permitan resolver incidencias en redes ferroviarias, sistemas de navegación por satélite e infraestructuras críticas. Se trata de ayudar a las organizaciones a ser más ciberseguras, en toda la amplitud del término, tanto en el mundo físico como en el digital, ayudándolas a anticiparse a los problemas; a adquirir hábitos y cultura de ciberseguridad; a protegerse; a autoanalizarse y a hacer los cambios necesarios para seguir enfocados en conseguir sus propios objetivos

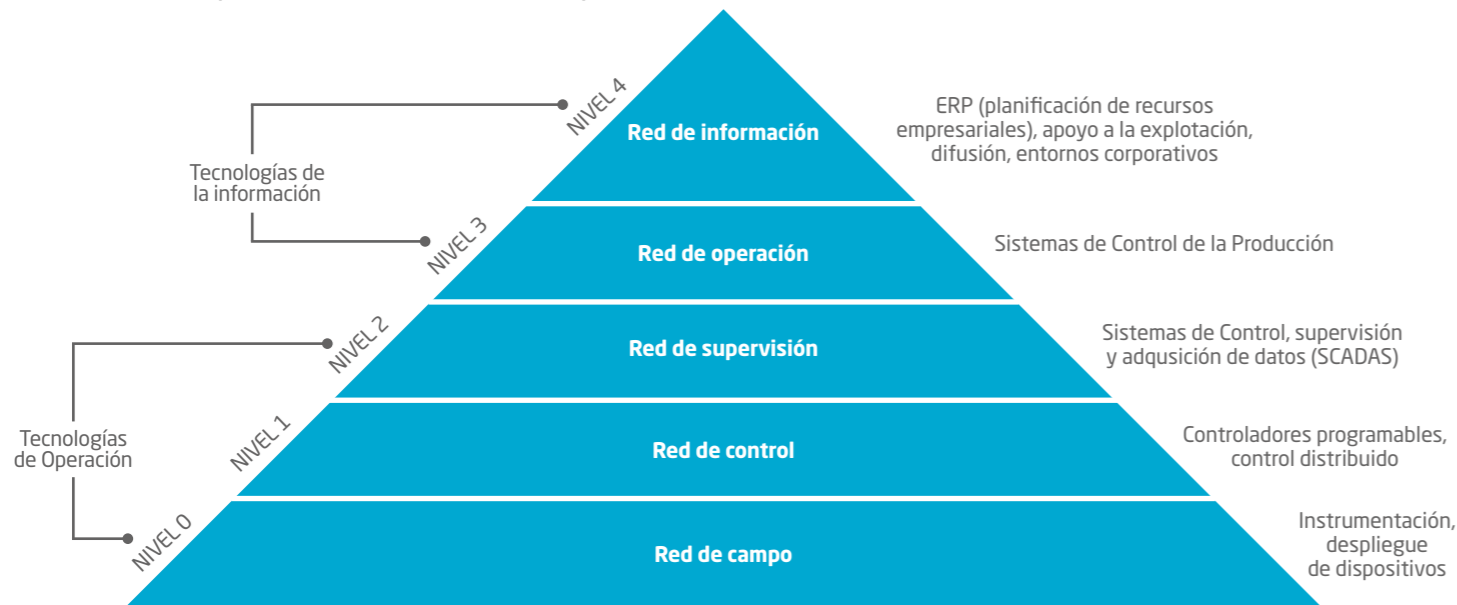
## LOS NUEVOS RIESGOS DE LA DIGITALIZACIÓN

En 2008 se publicaba la noticia de que un joven polaco de 14 años había logrado sembrar el caos y hacer descarrilar cuatro tranvías en la ciudad de Lodz. Los medios de los que se valió: un mando a distancia manipulado de televisor, tiempo y determinación. En septiembre de 2016, especialistas del Departamento de Seguridad Interior de EEUU hicieron una prueba de vulnerabilidad sobre un Boeing 757 en tierra, pudiendo acceder a los sistemas del avión mediante radiofrecuencia.

EN INECO SE TRABAJA EN SECTORES Y SISTEMAS DE APOYO A LAS REDES DE TRANSPORTE ESTABLECIENDO METODOLOGÍAS, CON FORMACIÓN, ESTRATEGIAS Y POLÍTICAS INTERNAS



**CIBERSEGURIDAD TI (TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN) Y TO (TECNOLOGÍAS DE OPERACIÓN)**



El gráfico muestra una ordenación clásica de los elementos de una red de industrial/transporte diferenciando los ámbitos TO y TI. La frontera entre ambos se establecía en los niveles altos de los sistemas corporativos. Sin embargo, la tendencia actual camina hacia una rápida convergencia en todos los niveles, debido a la difusión de elementos de IIoT (Internet Industrial de las Cosas) sobre las redes de campo, la gestión de alarmas de elementos de control mediante dispositivos móviles, etc.

cuencia. Afortunadamente los sistemas de transporte en su conjunto dedican un enorme esfuerzo tecnológico y de procedimientos en todas las fases de desarrollo y explotación para protegerse frente a fallos de este tipo, intencionados o no.

Recientemente, el Departamento de Seguridad Nacional del Gobierno de España ha presentado las cifras porcentuales de los sectores estratégicos más afectados por ciberataques en el año 2019: el que mayor impacto ha sufrido ha sido el sector del transporte, con un 37%, muy por encima de los 23,87% de incidentes en el financiero-tributario y del 23,77% en las infraestructuras de aguas.

Las consecuencias de un eventual ciberataque a servicios esenciales como suministros de energía, agua, hospitales, o transporte no se limitan solo a las pérdidas económicas, de reputación o confidencialidad, sino que se extienden a daños a las personas o al medio ambiente. El entorno industrial (Tecnologías Operacionales o TO) en el que se encuadran los sistemas de apoyo a estos servicios esenciales tienen unas características propias que les diferencian tanto en las medidas de protección típicas de entornos de aplicación tradicional (Tecnologías de la Información o TI) como en las posibles consecuencias.

**LA CIBERSEGURIDAD EN LAS INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS**

En la sociedad actual existen determinados servicios que son necesarios para el mantenimiento de las funciones básicas: la salud, la seguridad, el bienestar social y económico de los ciudadanos, o el eficaz fun-

cionamiento de las instituciones del Estado y las administraciones públicas, que se denominan ‘servicios esenciales’. Las infraestructuras que soportan el funcionamiento de estos servicios se consideran ‘críticas’, es decir, no permiten soluciones alternativas. Por otra parte, los operadores de estos servicios e infraestructuras, tanto públicos como privados, están obligados por la directiva europea NIS a notificar todos los ciberincidentes a sus equipos de respuesta a incidentes de seguridad (CERT, Equipo de Respuesta ante Emergencias Informáticas, del inglés *Computer Emergency Response Team*) de referencia, que son el INCIBE-CERT para los operadores del sector privado y el CNN-CERT para los operadores de las administraciones públicas.

Por ello, desde la Secretaría de Estado de Seguridad (SES) se impulsó la creación de la Oficina de Coordinación Cibernética (OCC) que es la encargada de la coordinación técnica y comunicación con los CERT nacionales de referencia antes mencionados. El paso a depender de forma directa de la SES desde el pasado mes de agosto (inicialmente estaba integrada dentro el Centro Nacional de Protección de Infraestructuras Críticas) muestra la relevancia cada vez mayor de la ciberseguridad dentro de la Estrategia de Seguridad Nacional.

Atendiendo a lo anterior, se evidencia que la capacidad de continuidad de la prestación del servicio de dichas infraestructuras frente a cualquier ataque intencionado, es totalmente necesaria. Esta característica, resiliencia, ha sido una de las piedras angulares en la protección de las infraestructuras críticas desde su inicio y se ha convertido en uno de los principios

rectores de la Estrategia de Seguridad Nacional. Para alcanzarla es necesaria una visión holística y horizontal, de tal forma que se vaya generando una cultura de seguridad.

En este sentido, y de cara a asegurar el cumplimiento por parte de los operadores críticos de los requerimientos para la adecuada protección de las infraestructuras críticas, se está impulsando, desde el Centro Nacional de Protección de Infraestructuras Críticas (CNPIC) y con la colaboración de Ineco y Leet Security, la creación de un esquema de certificación para la protección de infraestructuras y servicios esenciales a través del cual se observaría el nivel de madurez de la seguridad en todos los ámbitos de la organización. Este esquema aportaría ventajas tanto a la Administración, al dotarla de una herramienta ágil y eficaz para la supervisión de la seguridad de las infraestructuras y operadores críticos; como a los propios operadores, que gracias a esta certificación podrían acreditar el cumplimiento de sus obligaciones respecto a la normativa PIC (Protección de Infraestructuras Críticas) y a su vez dotarlos de un medio para conocer y mejorar su nivel de seguridad.

**MEDIDAS DE CIBERPROTECCIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO**

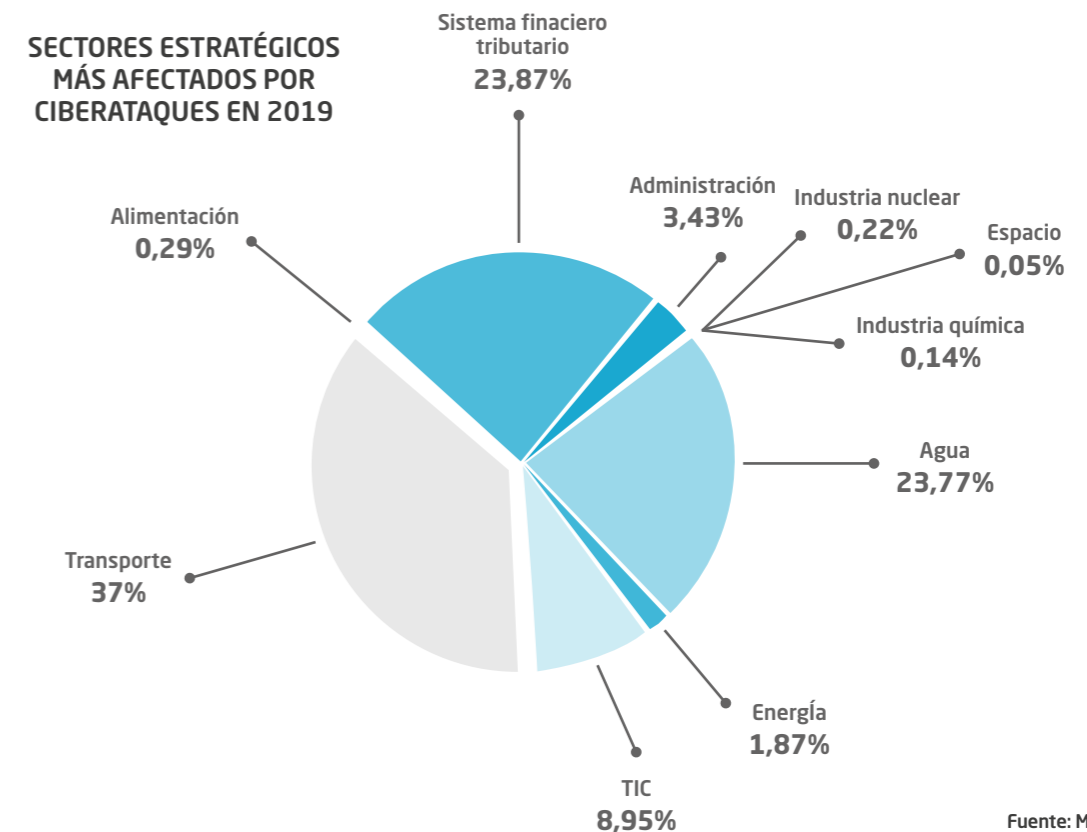
El sistema ferroviario ha tenido como uno de sus objetivos y éxitos desde sus inicios la seguridad, aplicando en cada momento los medios disponibles. Actualmente, la aplicación de nuevos activos tecnológicos que amplían la capacidad y prestaciones del sistema crea también una nueva necesidad; la protección frente a ciberataques. El principal objetivo es evitar daño para

**EL CENTRO NACIONAL DE PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS (CNPIC), JUNTO A INECO Y LEET SECURITY, IMPULSA LA PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS ESENCIALES**

las personas, traducido en intentar evitar situaciones de riesgo de alcances, descarrilamientos, etc.

Entre los elementos de protección de una red ferroviaria figura la señalización, que permite asegurar un tráfico eficiente y seguro. El sistema en su conjunto trabaja con el concepto de que en el caso de que se produzca algún problema, pasará a un nivel de seguridad mayor, que en su máximo grado sería ‘todos los trenes parados’, si bien alcanzar este punto es en sí mismo uno de los objetivos de un ciberataque: la pérdida de disponibilidad.

La aplicación de medidas de ciberprotección en el sector ferroviario asume características propias: elementos tecnológicos con ciclos de vida muy altos (hasta 25 años), sensación de protección por el uso de infraestructura de red propia y tecnología y protocolos muy específicos. Por otra parte, el despliegue de dispositivos por la vía, las estaciones, los centros de control, los trenes, etc., lo identifican como altamente distribuido. La digitalización está provocando un aumento del riesgo de ciberataque por el despliegue de dispositivos IoT sobre la infraestructura, el aumento de la superficie de exposición con la interconexión con sistemas externos, de difusión de información al público, o la venta on-line.



Fuente: Ministerio del Interior

Como ejemplo, algunas de las medidas de protección sobre ERTMS (*European Rail Traffic Management System*, Sistema de Gestión de Tráfico Ferroviario Europeo): se trata del estándar europeo de sistema de protección del tren que en su nivel 2 está basado en comunicación móvil continua entre el tren y centro de control (GSM-R, *Global System for Railway Mobile*). Las comunicaciones están encriptadas para asegurar la integridad de las transmisiones, dado que por este medio el tren informa en tiempo real sobre su posición y, en función del estado de la vía y del tráfico, se le dan instrucciones sobre hasta dónde está autorizado a circular y con qué velocidad.

Abordar la ciberprotección de este sistema implica un análisis holístico, donde se tienen en consideración el nivel de seguridad de la tecnología utilizada (GSM, algoritmos de encriptación), el nivel de madurez de los procesos relacionados (distribución de claves) y el nivel de competencia de las personas involucradas (posibles atacantes, la motivación, los conocimientos necesarios, los beneficios, la oportunidad de actuar). Algunos resultados públicos del análisis genérico de este sistema revelaron que el mayor riesgo se centra en ataques dirigidos desde el interior de la red, por personal con un alto nivel de competencia y sobre las funciones de implementación nacional, no cubiertas por el estándar, relacionadas con la gestión de claves e interfaces con los centros de control. Se menciona también que el uso de la red de comunicaciones GSM-R (2.5G) aporta vulnerabilidades ya solventadas en las redes de nueva generación.

### INECO LIDERA LAS ACTIVIDADES DEL CENTRO DE SERVICIOS A USUARIOS DEL PROGRAMA GALILEO, DESDE DONDE SE PRESTA SERVICIO A TODO EL MUNDO

Las tendencias de digitalización del sector van a suponer una mayor eficiencia y calidad del servicio, pero también un incremento de los riesgos de ciberseguridad. Los sistemas de apoyo a la red ferroviaria están aplicando cambios tecnológicos de forma masiva. Las redes de comunicaciones han pasado del uso de protocolos propietarios sobre enlaces dedicados a redes interconectadas con protocolos abiertos. Los elementos mecánicos y eléctricos han dejado paso a los electrónicos y el inicio de despliegue de Internet Industrial de las Cosas. Los procesos asociados al mantenimiento se abordan ya de forma automática y remota. Todo ello lleva aparejada la aparición de nuevos riesgos asociados.

Son varios los retos que afronta el sector ferroviario, fuertemente marcado por su encuadre en el ámbito de las infraestructuras críticas. Juega a su favor la cultura ya consolidada sobre la importancia de la seguridad de las personas, que se refleja en la aplicación de los procedimientos de certificación exigidos por la AESF (Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria).

No obstante, queda aún camino por recorrer como es disponer de un CERT ferroviario de coordinación nacional y europea, avanzar hacia la aplicación de estándares partiendo de las guías de buenas prácticas y, en general, fomentar la toma de conciencia de los riesgos derivados de los ciberataques.

### LA COMPLEJIDAD DE LA NAVEGACIÓN AÉREA Y POR SATELITE

La navegación aérea actual tiene una creciente dependencia tecnológica, principalmente de los sistemas ATM/CNS. El concepto CNS comprende las comunicaciones aeronáuticas, los sistemas de ayuda a la navegación y los radares de vigilancia. Por otro lado, los sistemas ATM facilitan la provisión del servicio de control de tráfico aéreo prestado por los controladores aéreos.

Debido a esta dependencia, la ciberseguridad en este sector cobra una importancia capital, compartiendo asimismo las características propias de todo entorno TO (Tecnologías de Operación). Cabe destacar la enorme complejidad de estos sistemas y su alto nivel de interrelación, con multitud de fuentes de información, grupos de interés y elementos por los que se comunican y procesan los datos, lo cual supone una gran superficie de ataque. En la operación, lo más importante es la seguridad operacional, la integridad y la disponibilidad, no teniendo tanta criticidad la confidencialidad. También se caracteriza por estar basada en sistemas tradicionales con un alto coste de sustitución o actualización al estar embarcados en un gran número de aeronaves, por lo que la transición es lenta y cualquier contramedida que se aplique debe ser compatible con estos sistemas. Otra particularidad consiste en que los posibles ataques no se dan únicamente contra los datos, sino también electromagnéticamente (*jamming*, *spoofing*).

Sin embargo, el preponderante papel de la ciberseguridad en la navegación aérea también viene determinado por el potencial impacto de una brecha en la seguridad lógica, que se puede traducir en sucesos que involucren la seguridad de una aeronave o bien afectar a la continuidad del servicio, entre otros posibles efectos (daños económicos, reputación...). La navegación aérea tiende hacia un mayor nivel de interconexión, utilización de estándares abiertos, un creciente uso de productos comerciales de propósito general ya existentes y la evolución hacia una gestión remota. Estos factores, unidos a que los ciberataques tienen cada vez más sofisticación, acrecientan la vulnerabilidad. Tal y como concluyó EASA en la Declaración de Bucarest (2016), existe la preocupación de que el sistema aeronáutico está insuficientemente protegido contra ciberataques y hay una urgente necesidad de desarrollar una respuesta holística. Los principales organismos involucrados, como por ejemplo OACI, ya están tomando acciones al respecto.

Por otro lado, el sector se enfrenta a nuevos retos que sin duda contribuirán a posicionar la ciberseguridad en uno de los principales ejes de evolución,



IMAGEN\_GSA

**SISTEMA EUROPEO GALILEO: NAVEGACIÓN POR SATELITE CIBERPROTEGIDA.** Galileo está considerado un servicio esencial, ya que se usa en múltiples ámbitos críticos para la seguridad de los ciudadanos: transportes, aplicaciones profesionales (agricultura, topografía, etc.), servicios de localización, finanzas, energía y telecomunicaciones, entre otros. Por tanto, su protección, en la que Ineco participa, resulta imprescindible.

como por ejemplo el concepto de aeropuerto inteligente (*smart airport*), con la aplicación de Internet de las Cosas y sistemas SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) en los aeropuertos y la navegación, la implantación de SWIM (*System Wide Information Management*) y el consecuente incremento en la interconexión de todos los elementos, la proliferación de drones o las torres remotas.

Galileo, el Sistema Global de Navegación por Satélite Europeo (GNSS), es considerado un servicio esencial ya que proporciona información PVT (Posición, Velocidad y Tiempo) que se usa en diferentes ámbitos críticos para la seguridad de los ciudadanos como los transportes (aviación, marítimo, vehículos autónomos, etc.); y en servicios esenciales como aplicaciones profesionales (agricultura, topografía, etc.), aplicaciones no reguladas (LBS o Servicios Basados en Localización, IoT, etc.), finanzas, energía y telecomunicaciones, entre otras. Por tanto, debido a su criticidad e importancia, resulta imprescindible proteger el sistema e implementar medidas de seguridad a distintos niveles, como la acreditación de las infraestructuras y equipos para el manejo de información clasificada, y la aplicación de medidas de ciberseguridad a los sistemas de información tanto en tierra como embarcados en los satélites para proteger la información y las comunicaciones.

En el caso de la navegación por satélite, es fundamental la protección de las señales de navegación transmitidas a los usuarios. Las dos principales amenazas existentes son el *jamming* y el *spoofing*. La primera consiste en la emisión de señales de RF (ra-

diodefrecuencia) con una potencia superior y con unas características similares a la señal objetivo, con el fin de bloquear dicha señal, haciendo que los receptores sean incapaces de posicionarse mediante la señal del satélite. La segunda, por su parte, consiste en la generación de señales análogas a las producidas por los sistemas GNSS, con mayor potencia que las originales, con el objetivo de que el receptor de la señal sintonice la señal falsa en lugar de la original recibiendo así la información modificada, haciendo que un receptor reciba un posicionamiento incorrecto.

Las medidas para contrarrestar estas amenazas se centran en diferentes aspectos tanto en el entorno del usuario (antena y receptor) como en el propio sistema. Para las antenas, un patrón de radiación controlado y formación de haz adaptativa, entre otros. Para el receptor: multifrecuencia (E1, E5 y E6), multiconstelación (GPS, Galileo, GLONASS, BEIDOU), hibridación, monitorización de métricas de la señal, etc. En cuanto al sistema, el uso de modulaciones más robustas (MBOC, AltBOC), multifrecuencia, resiliencia PNT (Posición, Navegación y Tiempo) y autenticación en el caso del *spoofing*. La resiliencia PNT y la autenticación son dos de las medidas más destacadas en el entorno de Galileo. La resiliencia PNT es la convergencia de GNSS con otras tecnologías para mejorar la fiabilidad, rendimiento y seguridad. La autenticación permite garantizar a los usuarios que las señales que utilizan se reciben de los satélites de Galileo y no de cualquier otra fuente. Esta autenticación se consigue mediante el uso de técnicas de cifrado de claves públicas y privadas. ■



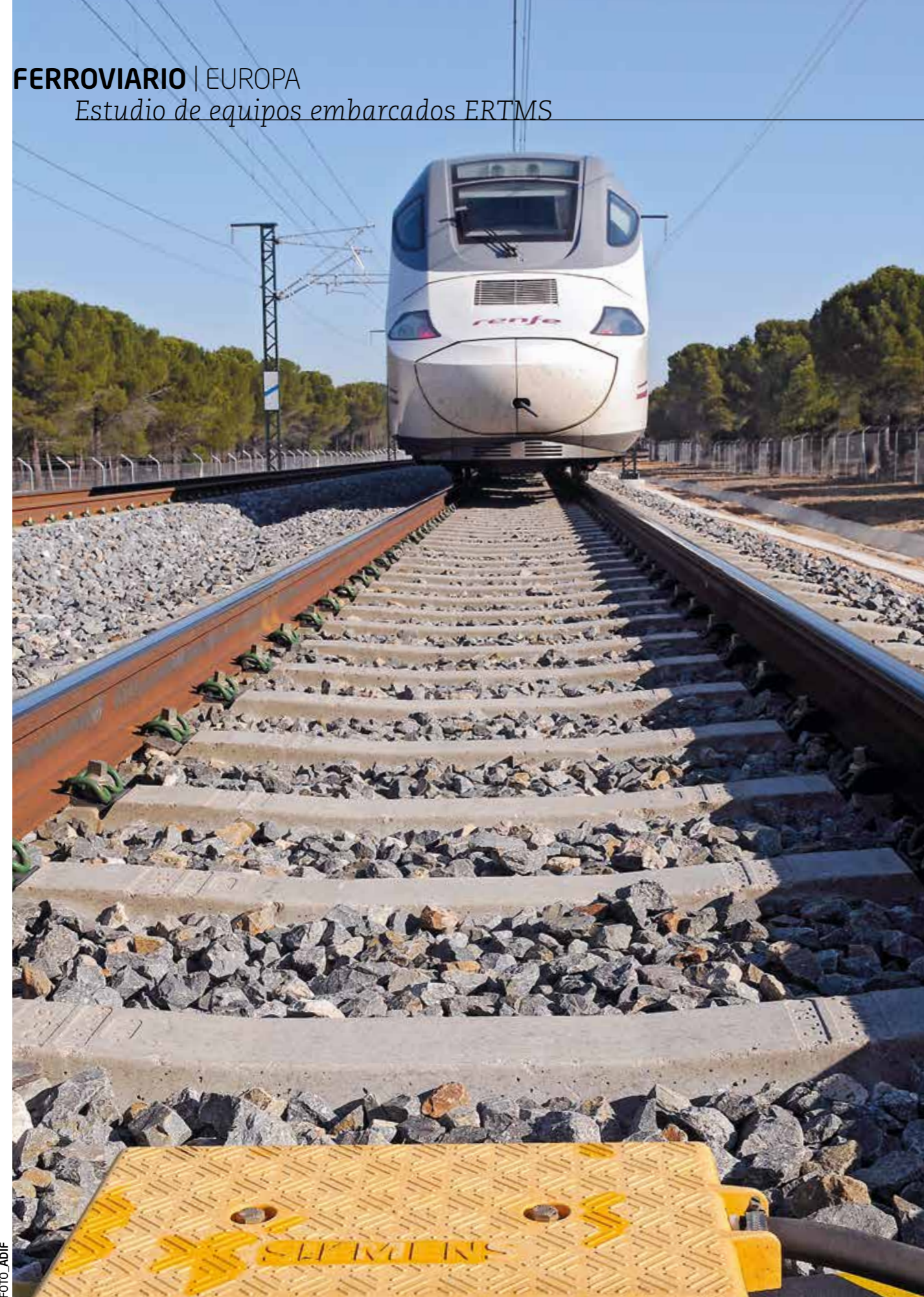


FOTO ADIF

# ¡Todos a bordo!

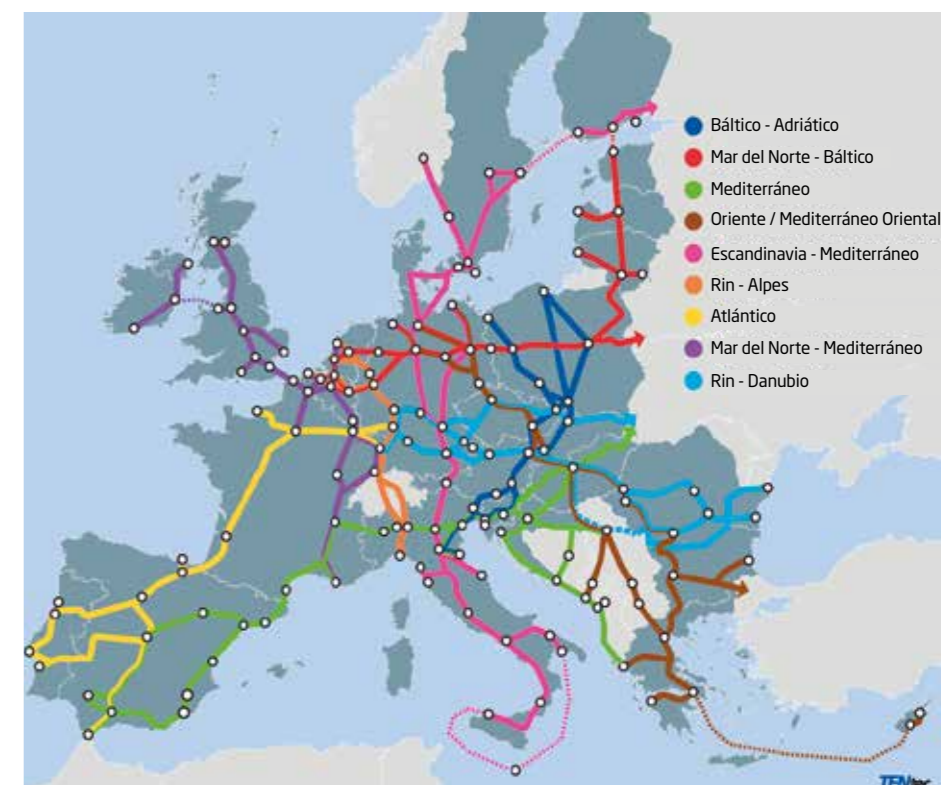
Ineco ha analizado para la Comisión Europea las estrategias de implantación de equipos ERTMS embarcados en tres grandes redes del continente. Es uno de los aspectos del despliegue del sistema que hará posible la eficiencia tanto técnica como operacional y económica de los sistemas de señalización y control en Europa.

Por **Silvia Domínguez**, ingeniera de telecomunicaciones, **Lucía Blanco** y **Alfonso Lorenzo**, ingenieros industriales

**E**n los estados miembros de la Unión Europea existen más de 20 sistemas de señalización y control ferroviario nacionales diferentes, lo que la Comisión denomina 'sistemas de clase B'. Para el transporte ferroviario de larga distancia, esto significa que cuando un tren cruza de un país a otro puede tener que cambiar de locomotora, de maquinista o incluso la composición entera. La solución es un sistema común que permita a los trenes operar con el mismo "lenguaje" ferroviario en cualquier red, lo que se conoce como 'interoperabilidad'. Por eso, en 1989 nació el ERTMS (European Rail Traffic Management System) el Sistema Europeo de Gestión de Tráfico Ferroviario, y la Comisión Europea apoyó su implantación como sistema único.

Desde 2014 y hasta 2021 Ineco coordina para la Comisión Europea el despliegue del sistema en nueve grandes corredores ferroviarios europeos, que suman un total de 51.000 kilómetros. Se trata de un ingente y complejo proyecto industrial que implica a las autoridades ferroviarias nacionales y europeas, operadores, administradores de infraestructuras, fabricantes, grupos de interés de los corredores, etc., y requiere monitorización de instalaciones tanto en tierra como en los propios trenes (sistemas embarcados).

A este último aspecto está dedicado un estudio específico, realizado junto con la consultora PWC, que Ineco ha entregado en octubre a la Comisión Europea. El punto de partida es que la implantación



RED PRINCIPAL DE GRANDES CORREDORES EUROPEOS

Desde 2014 y hasta 2021, Ineco coordina para la Comisión Europea el despliegue del sistema ERTMS en nueve grandes corredores ferroviarios europeos, que suman un total de 51.000 kilómetros.

MAPA COMISIÓN EUROPEA

generalizada del ERTMS es la clave para alcanzar la meta de la interoperabilidad ferroviaria que haga posible un "espacio ferroviario único europeo" similar al "cielo único" del transporte aéreo. Pero no basta solo con adaptar la infraestructura, también han de hacerlo las flotas para que el sistema sea eficaz.

En abril de 2020, el 12% de los corredores europeos estaba en funcionamiento con ETCS (es decir, 6.120 kilómetros) y el 63% con GSM-R. De los 15.682 kilómetros que se pondrán en funcionamiento en 2023 según el plan de despliegue europeo de ERTMS, se han encargado 5.906 kilómetros (o el 38%) y ya se ha



FOTO: ALSTOM

### ¿QUÉ ES EL ERTMS?

El ERTMS (*European Rail Traffic Management System*), con su subsistema de control y protección ETCS (*European Train Control System*), es un sistema de protección automática de trenes (*Automatic Train Protection, ATP*) con un alto nivel de seguridad.

Consiste en el intercambio de información entre el tren y la infraestructura, y se basa en la señalización en cabina y la supervisión continua de la velocidad. Puede desplegarse en distintos niveles de aplicación, que se diferencian en el modo en que se transmite la información: de manera puntual entre la vía y el tren para el nivel 1, y continua y bidireccional en los niveles 2 y 3.

Se compone fundamentalmente de dos subsistemas, uno embarcado y otro de vía, que se comunican a través de canales interoperables. El equipo embarcado ETCS es el *European Vital Computer (EVC)* y los equipos ETCS de vía son esencialmente los grupos de Eurobalizas y LEU (*Lineside Electronic Unit*), asociados a las comunicaciones del nivel 1, y el *Radio Block Center (RBC)*, asociado al nivel 2.

Además, el ERTMS puede contar con GSM-R (*Global System for Mobile Communications-Railway*), que permite la transmisión de datos, así como de voz, entre el maquinista y el puesto de mando.

La implantación del ERTMS conlleva diferentes mejoras en la explotación ferroviaria, como la interoperabilidad de circulación de diferentes tipos de tren en distintas infraestructuras, así como el incremento de la seguridad y la capacidad. Esta capacidad se calcula de acuerdo al número de trenes de unas características establecidas que pueden circular por una línea o red ferroviaria en un determinado periodo de tiempo. Además, queda demostrado el interés del ERTMS dentro de los programas de digitalización ferroviaria por su despliegue en los procesos de modernización de numerosas redes ferroviarias a escala internacional.

logrado el 78% de lo previsto para finales de 2019. Casi la totalidad de las redes de alta velocidad italianas y españolas están supervisadas y protegidas por ERTMS. El sistema permite circular a los trenes en servicio comercial a velocidades de hasta 350 km/h; también están equipadas extensas partes en las redes holandesa, checa y belga y, fuera de la UE, la red suiza. ETCS controla también trenes de mercancías llegando incluso al mayor puerto de Europa, el de Róterdam. El túnel alpino más largo de Europa, el de San Gotardo, en Suiza, de 57 kilómetros, dispone de ERTMS nivel 2. El sistema también está en servicio desde hace ya algunos años en líneas de cercanías, como las de Madrid (ver IT46).

El informe constata que, a pesar de estos progresos, todavía se requiere mucho trabajo para lograr un grado de implementación del ERTMS que permita una red ferroviaria realmente interoperable: el despliegue sigue siendo desigual y la mayoría de los estados miembros ha optado por realizarlo no de manera inmediata, sino a largo pla-

zo. Y aunque hay empresas ferroviarias, operadores y fabricantes que ya han apostado por equipar sus flotas con el ERTMS, se señala que, en la mayor parte de los casos, solo se hace cuando lo requieren las características de la red, debido a los riesgos técnicos, financieros y económicos que deben asumir. En Europa se han equipado menos de 4.000 trenes con el sistema. En los últimos cinco años, se han adquirido aproximadamente 5.000 vehículos nuevos en Europa. Sin embargo, solo unos 900 de los vehículos nuevos están equipados con ERTMS. Y así, la falta de vehículos equipados impide que los gestores de las infraestructuras ferroviarias obtengan el máximo beneficio del sistema ERTMS ya desplegado.

De ahí que el objetivo principal del estudio sea analizar el impacto que tiene el incremento del despliegue ERTMS en vía para los operadores, principalmente para el tráfico de mercancías internacional. En particular, el estudio analiza la eficiencia en la implantación del ERTMS para aumentar significativamente las rutas a las que las locomotoras podrán acceder, así como la eficiencia en cuanto a la simplificación del equipamiento de sistemas de señalización en los vehículos.

Para lograr esto, se han seleccionado tres grandes redes europeas con elevado volumen de tráfico internacional de mercancías y un nivel de implantación de ERTMS avanzado: la llamada red 1, formada por los Países Bajos, Bélgica, Luxemburgo, oeste de Alemania, este de

### TENER TRENES EQUIPADOS CON ERTMS SERÁ CLAVE PARA CONTINUAR OPERANDO RUTAS DE MERCANCÍAS INTERNACIONALES

Francia, Suiza y noroeste de Italia; la 2, integrada por el noreste de Italia, Austria, oeste de Hungría, Eslovenia y sudeste de Alemania; y la red 3, que comprende el noreste de Alemania, Polonia, Chequia, Eslovaquia, Hungría y Austria (solo el nodo de Viena).

#### PRINCIPALES CONCLUSIONES

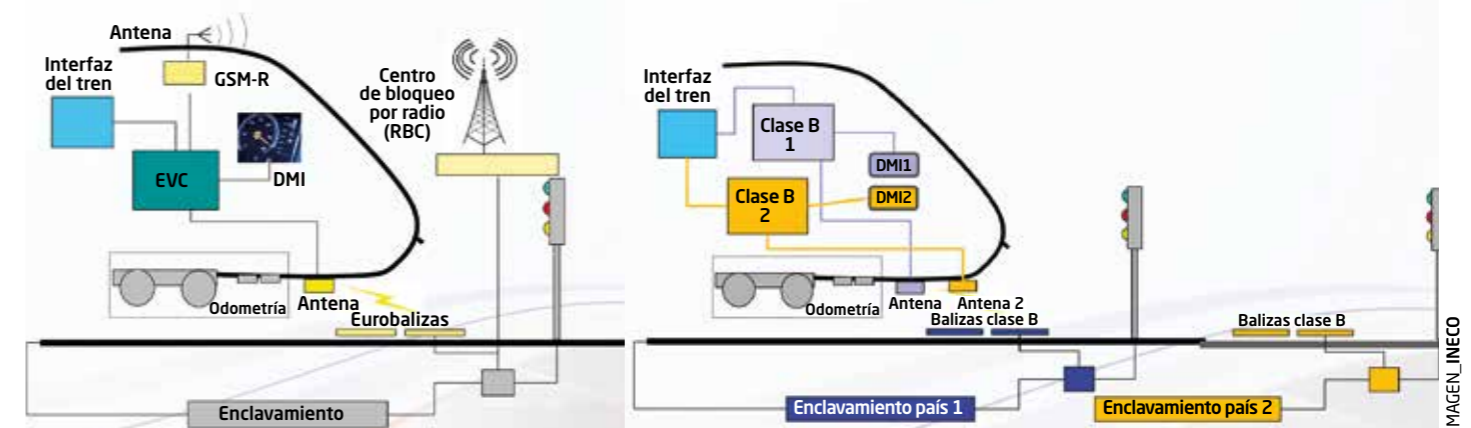
Desde la perspectiva de la implementación de ERTMS, se confirma que en los próximos años se logrará operar de forma significativa con ERTMS. En la primera red de mercancías analizada, el número de kilómetros no equipados con ERTMS disminuirá del 70% en 2020 a solo el 15% en 2025.

Desde la perspectiva de los administradores de infraestructuras, se recomienda incluir en las estrategias de despliegue nacionales las consideraciones que permiten priorizar algunas secciones específicas pues es enorme el impacto que esta priorización supondría para los operadores de mercancías europeos. A modo de ejemplo, en 2025 una

locomotora equipada solo con ERTMS será capaz de recorrer los más de 1.000 kilómetros entre el puerto de Róterdam y el norte de Italia si el despliegue de ERTMS se acelera en solo 75 kilómetros de recorrido.

Desde la perspectiva de las empresas ferroviarias, se confirma que, en los próximos años, el sistema ERTMS puede reemplazar sistemas de clase B de la flota en vez de convertirse en un sistema más adicional. Además, para cubrir el tráfico internacional de mercancías, el análisis concluye que todas las locomotoras nuevas deberán estar equipadas con ERTMS y aconseja que se evalúe también su instalación en la flota existente. Tener trenes equipados con ERTMS será clave para continuar operando rutas de mercancías internacionales. Este factor de conectividad es común en las tres redes evaluadas, aunque su magnitud varía de una a otra. La falta de locomotoras equipadas con ERTMS supondría perder en 2030 el 100% de las rutas internacionales en la segunda red, analizados, el 86% en la primera y alrededor del 50% en la tercera red.

Aunque existen razones suficientes para apoyar las estrategias de implementación de ERTMS a bordo, es inevitable un periodo de transición con 1 o 2 sistemas de clase B adicionales. Basándose en el análisis del tráfico internacional, así como en el despliegue y características del sistema, el estudio concluye que no existe un sistema clase B único que junto con ERTMS pueda con-



Comparativa de la estructura del ERTMS completo y los sistemas de clase B.

siderarse como la opción más eficiente para la flota europea completa. Se hace evidente la necesidad de estrategias *ad hoc* para cada operador dependiendo principalmente del país donde está su base de operación.

Para llevar a la realidad las estrategias identificadas, estas deben estar apoyadas por los análisis técnicos de los principales riesgos en el despliegue ERTMS en la flota. El estudio se centra en el análisis de las normas técnicas nacionales y la interfaz entre ERTMS y clase B.

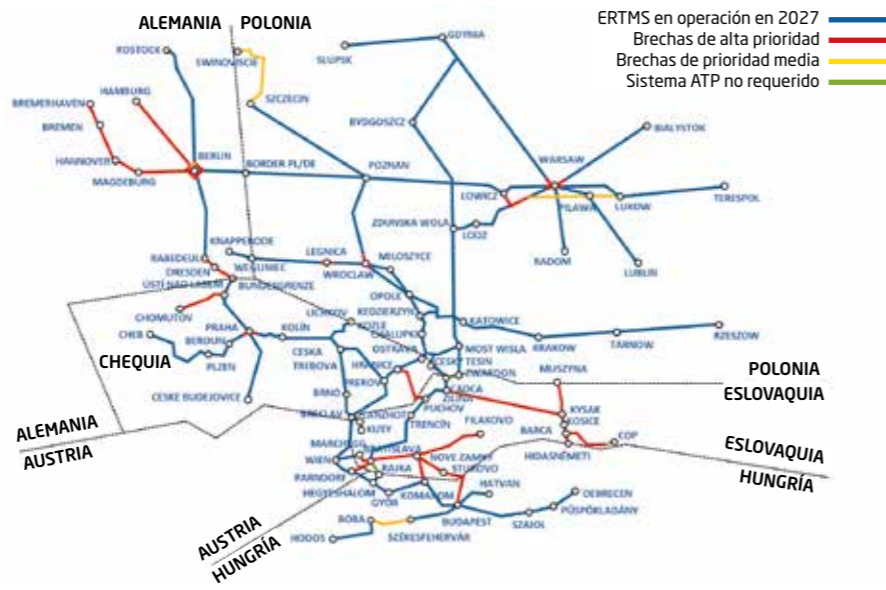
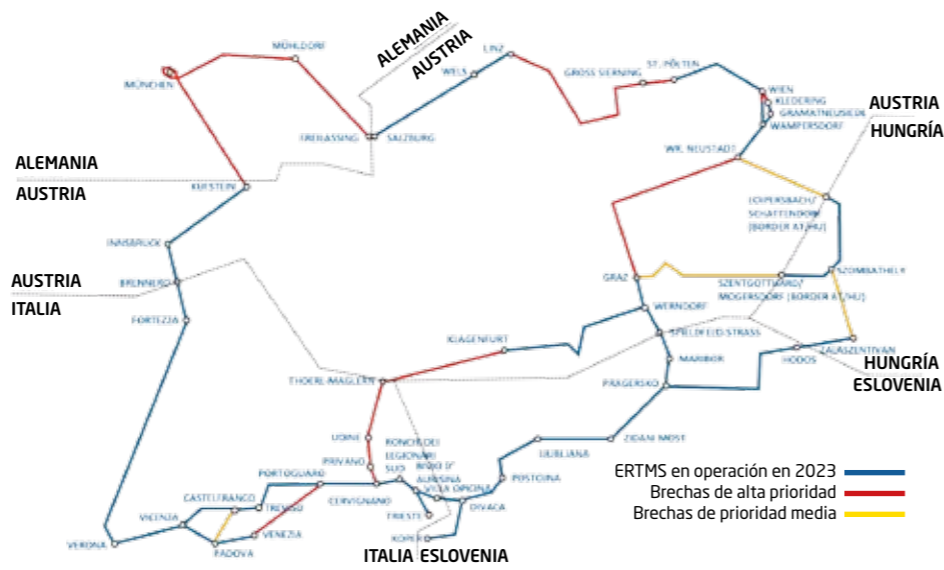
### UN DESPLIEGUE DE ERTMS ARMONIZADO Y ACELERADO PUEDE GENERAR BENEFICIOS DIRECTOS EN TODAS LAS REDES ESTUDIADAS

Entre las principales recomendaciones para mitigar los riesgos que estos aspectos del sistema imponen a su despliegue se incluyen:

- Fomentar el uso y la estabilidad de los productos de clase B existentes cuando haya soluciones disponibles de varios proveedores. Esto permite centrar los esfuerzos y recursos en el despliegue del ERTMS aumentando la eficiencia a escala europea, en vez de desarrollos nuevos clase B. Además, el desarrollo de nuevos productos clase B acorde con la interfaz estándar (o STM) no asegura su conexión con los sistemas ERTMS de forma sencilla.

- Para promover el tráfico internacional, no se debería permitir las soluciones bi-estándar para el clase B si no hay alternativa disponible.

- Aumentar los requisitos de transparencia en la información relativa a las normas técnicas nacionales de todas las partes interesadas, incluidos los Estados miembros, los administradores de infraestructuras, pero también los proveedores y las empresas ferroviarias.



Para realizar el estudio se han seleccionado tres grandes redes europeas con elevado volumen de tráfico internacional de mercancías y un nivel de implantación de ERTMS avanzado. En las imágenes, esquema de la red 2 y 3; esta última comprende el noreste de Alemania, Polonia, Chequia, Eslovaquia, Hungría y Austria (solo el nodo de Viena). MAPAS\_INECO

Esto permitiría actualizar y mejorar los mecanismos a escala europea para evitar la imposición de normas nacionales no previstas y que tengan un importante impacto para la interoperabilidad en el tráfico internacional.

El estudio desarrolla un análisis de casos de negocio en cada una de las tres redes seleccionadas, para evaluar el impacto financiero potencial de las estrategias alternativas de implementación

de ERTMS en los administradores de infraestructura y empresas ferroviarias de carga internacional. El análisis, que compara los flujos de efectivo agregados generados a largo plazo (de 2020 a 2055) en tres posibles escenarios, confirma que un despliegue de ERTMS armonizado y acelerado puede generar beneficios directos, tanto para los administradores de infraestructura como para las empresas ferroviarias, en cada una de las tres redes estudiadas. ■



## Hazte socio de Mafex

Promueve tu negocio a través de la cooperación, amplía nuevos mercados y participa en proyectos de innovación y mejora competitiva.

Información: [mafex@mafex.es](mailto:mafex@mafex.es) | 944 706 504

# Información aeronáutica digital para Abu Dabi

Ineco desarrolló en 2018 un proyecto de consultoría para la introducción del estándar internacional de intercambio de información aeronáutica AIXM en los aeropuertos de Abu Dabi. El modelo se basa en un lenguaje y unos protocolos comunes en soporte digital para los servicios de información aeronáutica de los distintos países.

Por **Ignacio Alejandro**, ingeniero aeronáutico, **Fernando Carrillo**, ingeniero técnico informático y **Jaime García**, ingeniero de telecomunicaciones

La información aeronáutica (AIP) es el conjunto de datos procedentes de múltiples fuentes que hacen posible la navegación aérea. Así, por ejemplo, un piloto puede saber qué parte del espacio aéreo puede utilizar (la aerovía, semejante a una carretera terrestre), qué obstáculos hay, si está siguiendo la ruta correcta (radioayudas), si se va a encontrar niebla o viento (información meteorológica), si hay y dónde están otras aeronaves en vuelo, etc. Los Servicios de Información Aeronáutica de cada país, *Aeronautical Information Services* o AIS, por sus siglas en inglés, son los que recaban, verifican y difunden todos estos datos.

AIXM es un modelo en soporte digital que se está implantando en aeropuertos de todo el mundo, y que establece un lenguaje y un sistema común entre los diferentes Servicios de Información Aeronáutica de cada país. No solo para la codificación de la información aeronáutica, sino también para su gestión, distribución y verificación, y hace posible la trazabilidad de los datos desde su fuente hasta su publicación.

El gestor aeroportuario estatal ADAC (Abu Dhabi Airports Company), encargó a Ineco en 2018 una consultoría para investigar los procesos de implementación de los servicios AIXM en sus aeropuertos y el impacto en sus sistemas actuales. El análisis sirvió a su vez para determinar las necesidades relacionadas con los requisitos ATM (gestión del tráfico aéreo) y el entorno ADAC, además de identificar la brecha existente con sus sistemas actuales.

Ineco ya había trabajado con anterioridad en el emirato: junto con Aena Internacional, desarrolló entre 2014 y 2019 la puesta en servicio y transición operativa

(ORAT) de la nueva terminal MTC (*Mildfield Terminal Complex*) del aeropuerto internacional de Abu Dabi. Asimismo, entre 2015 y 2019 llevó a cabo, junto con PMDC, el *project management* de la ampliación del aeropuerto de Fujairah, también para ADAC.

AIXM ES UN FORMATO DE ARCHIVO PARA EL MODELADO E INTERCAMBIO DE LA INFORMACIÓN AERONÁUTICA EN FORMATO DIGITAL Y DE USO GLOBAL

## EL ESTUDIO DE INECO

Para analizar la implantación del modelo AIXM en los aeropuertos de Abu Dabi, se empezó por estudiar la gestión de los datos en la situación actual. Se identificaron las distintas fuentes de información y se determinó cuál era el proceso de comunicación con la autoridad de aviación civil de los Emiratos (GCAA) por cada ciclo AIRAC (Reglamentación y Control de Información Aeronáutica, un sistema de información aeronáutica que contiene los cambios operacionales en instalaciones, servicios o procedimientos que se publica cada 28 días) para los cambios permanentes; y la comunicación de los cambios temporales o NOTAM.

Asimismo, se analizaron diversos procesos, como el servicio de información pre-vuelo, la planificación del vuelo, la gestión de la información NOTAM, la recolección y publicación de información aeronáutica de los aeropuertos de Abu Dabi, etc.

La siguiente tarea fue probar la aplicación del modelo AIXM, para lo que se

definió la cadena del dato, incluidas las fuentes y la propia información aeronáutica, los proveedores comerciales y los usuarios finales. En esta definición se introdujeron dos conceptos clave de la información aeronáutica: la temporalidad y la calidad, de los que depende en gran medida la eficacia del proceso. También se definieron unos indicadores (KPI), que se midieron en la situación presente, además de estimar su evolución tras la implantación del modelo.

Posteriormente, se definieron diversos escenarios para el despliegue de AIXM en ADAC y se elaboró un plan de transición. Para estos escenarios se valoraron y analizaron diversas líneas de comunicación: entre ADAC/AIS y Aviación Civil, entre los aeropuertos y ADAC, entre ADAC o el control de tráfico aéreo, entre otros. Puesto que se consideraba esencial mantener el negocio del cliente durante el cambio, se establecieron unos indicadores de funcionalidad, mantenibilidad o seguridad basados en la normativa ISO/IEC 25000.

Con el objetivo de seleccionar la mejor alternativa en cada línea de comunicación, Ineco elaboró un cuestionario para los distintos actores implicados; con las respuestas obtenidas se perfeccionó y seleccionó un escenario final por cada línea de comunicación. El paso final consistió en elaborar las especificaciones técnicas y operacionales para que ADAC iniciase un proceso de licitación de cara a la implementación y puesta en explotación de un sistema totalmente compatible con AIXM. Asimismo, se elaboró un plan de recursos humanos y se detallaron los proveedores de herramientas del modelo. ■



Nueva terminal MTC del aeropuerto de Abu Dabi.



Equipos de Ineco y ADAC tras la reunión de inicio de proyecto, en febrero de 2018.



FOTOS: ADAC

Controladores del aeropuerto internacional de Abu Dabi; a la derecha, la torre de control, de 110 metros de altura, e inaugurada en 2011.



FOTO: GERT MEWES (FLICKR)

## ¿QUÉ ES AIXM?

Hasta comienzos de los años 2000 los documentos de información aeronáutica (NOTAM, *Notice to Airmen* o avisos a los pilotos, cartas de navegación, etc.) se producían en soporte papel o en formato PDF, aunque se difundieran electrónicamente, con procesos y sistemas diferentes en cada país. Ya en 1996 la Organización Europea para la Seguridad de la Navegación Aérea, Eurocontrol, empezó a crear un estándar para una base de datos europea. En 2001 comenzó a elaborar una especificación para la publicación y el intercambio de la AIP en un formato electrónico. Posteriormente, se asoció con la Administración Federal de Aviación (FAA) y la Agencia Nacional de Inteligencia Geoespacial (NGA) de EEUU y el proyecto se abrió a la participación de otros países e industrias internacionales, con una nueva versión en 2005. Al año siguiente, el Congreso Mundial de AIS, celebrado en Madrid, comenzó a definir una hoja de ruta para pasar del soporte papel al nuevo modelo.

Actualmente, participan en el desarrollo de AIXM 55 organizaciones de todo el mundo, incluyendo Eurocontrol, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), la FAA, proveedores de servicios de navegación aérea, aerolíneas, desarrolladores de software y otras entidades.

# Cómo gestionar 35.000 vehículos diarios

El cambio en el modelo de gestión promovido por Banobras ha supuesto importantes mejoras en la autopista mexicana. Con 148 kilómetros y los más altos estándares de calidad y servicio, los datos de gestión revelan un aumento del aforo, mayor control de los ingresos y una notable mejora de la seguridad vial.

Por Miguel Blanco y Marino Insúa, ingenieros de caminos



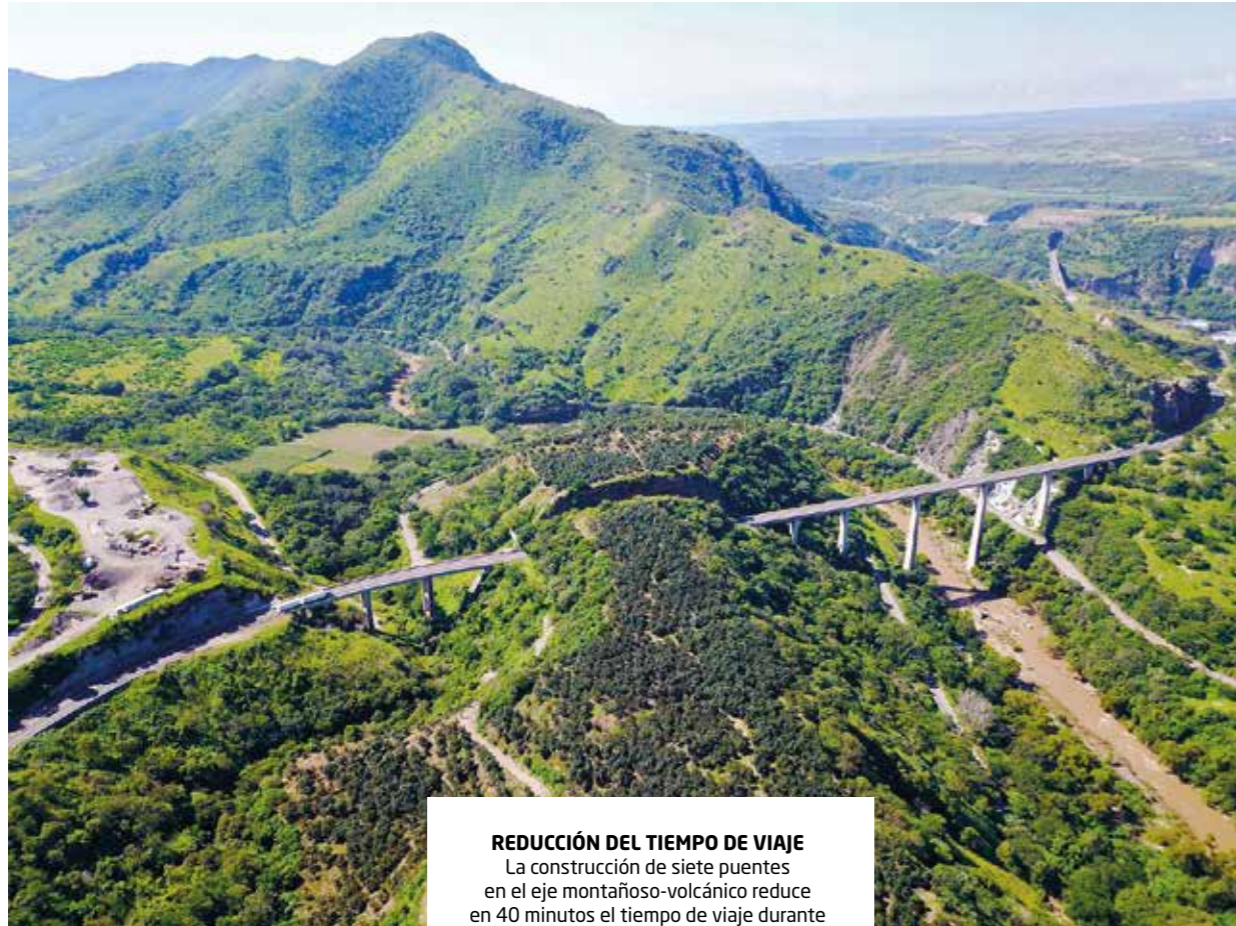
**SUPERVISIÓN DE OBRAS**  
El nuevo entronque de Acatlán, una de las obras supervisadas por Ineco.

**E**l fin de las obras del último tramo de modernización en la autopista Guadalajara-Colima es un nuevo hito en un proyecto cuya supervisión integral está llevando a cabo Ineco desde 2011, una labor que incluye su gestión, monitoreo, supervisión, mantenimiento y rehabilitación hasta 2025. Las mejoras del nuevo modelo de operación que Banobras, el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, empezó a aplicar por primera vez en esta autopista y luego en otras de todo el país, están logrando que el servicio prestado alcance un alto nivel de satisfacción entre los usuarios y una reducción de la siniestralidad.

La ampliación de esta autopista, con un aforo de más de 35.000 cruces diarios, supone un gran avance para el desarrollo económico de la región. Construida en 1983, integra el importante eje viario de Manzanillo-Tampico, una ruta estratégica desde el punto de vista comercial. Sus 148 kilómetros facilitan la comunicación con el puerto principal de la costa del Pacífico mexicana, Manzanillo, desde donde más del 75% de las mercancías salen a través de la carretera.



**EQUIPO MULTIDISCIPLINAR DE INECO**  
Actualmente, la compañía cuenta con un equipo multidisciplinar de más de 24 personas entre Guadalajara y Ciudad de México, además de personal de apoyo. Ineco es también accionista mayoritario de la empresa mexicana Inecomex, con la que colabora tanto en este proyecto como en todos los trabajos que se efectúan en México.



**REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE VIAJE**

La construcción de siete puentes en el eje montañoso-volcánico reduce en 40 minutos el tiempo de viaje durante el recorrido de Guadalajara a Manzanillo. La infraestructura ha sido reconocida a nivel continental, tanto por su dimensión y características topográficas como por su gran impacto socioeconómico en la región. En la imagen, los puentes Ateniquire I y II, en el estado de Jalisco.

**ADMINISTRACIÓN Y SUPERVISIÓN POR 14 AÑOS**

Ineco, a la cabeza de un grupo de empresas mexicanas y españolas, cumple en 2020 nueve años como Agente Administrador Supervisor (AAS) en la autopista Guadalajara-Colima. Estos trabajos forman parte del contrato que Banobras adjudicó a la empresa española en 2011, y cuya duración es de 14 años. Banobras es la institución financiera del Gobierno Federal para la financiación de infraestructuras, incluyendo la participación del sector privado.

El contrato comprende el apoyo a la contratación de los agentes mantenedor-rehabilitador y operador del tramo; el monitoreo y control de los trabajos de operación y mantenimiento llevados a cabo por dichos agentes; la dirección de las obras de ampliación, modernización y mantenimiento mayor realizadas desde 2011; la revisión de los proyectos y control topográfico; así como diversos trabajos de supervisión.

**CLAVES DE MEJORA**

**1. Más puentes, peajes y carriles.** Desde el inicio del contrato en 2011, Ineco ha participado en la supervisión de las obras de modernización del tramo carretero, que han supuesto una inversión por parte de Banobras de más de 6.000 millones de pesos. El trabajo ha consistido en la modernización y construcción de nuevos entronques, la ampliación del tramo de 2 a 4 carriles de más de 56 kilómetros, la construcción de nuevas plazas de cobro y la ampliación de hasta 6 carriles en el último tramo.

**2. Un nuevo modelo basado en la calidad.** La autopista Guadalajara-Colima supuso uno de los primeros tramos de prueba para la instauración de este nuevo modelo de operación. Ineco, como administrador, participó en la definición de los indicadores de desempeño. De este modo, se asegura la explotación de la autopista de acuerdo

con los estándares de calidad. La actividad se monitoriza 24 horas los 365 días del año para detectar incidencias, prestar apoyo en accidentes y evaluar y reportar el estado de la red vial.

**3. Más control, más vehículos, más ingresos.** La apertura de nuevas plazas de cobro y la instalación de modernos sistemas de supervisión del peaje ha permitido un mayor control sobre el aforo e ingreso, lo que ha propiciado una reducción de los ingresos evadidos y un aumento del ingreso general de la autopista en un 6 % de promedio anual y de acuerdo con el Gobierno de México, del 1 de enero al 31 de diciembre de 2019, se registró un aforo total de 14,2 millones. Cabe destacar que, en los tres primeros años, con la puesta en operación del nuevo modelo, los ingresos por medios electrónicos pasaron de 134.121 dólares en 2014 a más de 5,2 millones de dólares (116 millones de pesos mexicanos) en 2017. Gracias a los sistemas de conteo y clasificación, además de los sistemas de gestión inteligente asociados a los ITS

**PEAJE Y CONTROL DE VEHÍCULOS**



**24 HORAS DE ATENCIÓN AL USUARIO**



**MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL**



**MÁS PUENTES, PEAJES Y CARRILES**



FOTOS\_INECO/INECOMEX

(Sistemas Inteligentes de Transporte), es posible conocer el número de vehículos que circulan por un punto determinado. Así, el AAS y Banobras pueden planificar la autopista de forma eficiente a largo plazo y garantizar el correcto estado de los elementos instalados.

**4. Un moderno sistema de telepeaje.** La red de carreteras de México es una de las más transitadas del mundo, por lo que ha sido necesario desarrollar un sistema de telepeaje que permita llevar un control exacto de los ingresos y registrar electrónicamente todas las transacciones. Este sistema promovido por Banobras permite eliminar el uso de efectivo, lo que se traduce en una recaudación más segura y eficiente.

**5. Mejora de la seguridad vial.** A fin de reducir la accidentalidad en la autovía y detectar los tramos de acumulación de accidentes se llevan a cabo bianualmente inspecciones de seguridad vial. Para garantizar una circulación fluida y segura y un mayor conocimiento del estado de la carretera, se analizan y evalúan los riesgos y

se proponen mejoras mediante el análisis y la identificación de los elementos susceptibles de mejora. La autopista cuenta con diversos sistemas ITS como cámaras de tráfico, postes de auxilio, paneles de información variable, toma de datos meteorológicos, etc.

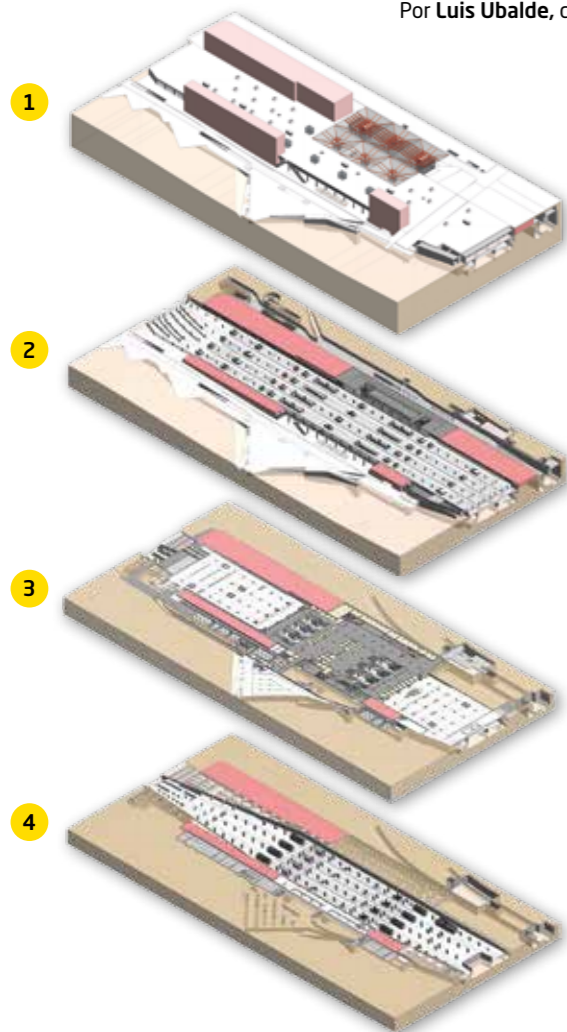
**6. 24 horas de atención al usuario.** La autopista ofrece un servicio de atención al cliente de 24 horas todo el año, y cuenta con buzones de sugerencias, paneles informativos y centros de comunicaciones. Además, se han puesto a disposición de los clientes recursos online como el correo electrónico, redes sociales y la página web del operador. El AAS, dentro de su servicio de vigilancia de la autopista, se asegura del correcto estado de los servicios públicos instalados en el tramo carretero. También se ha implementado un nuevo sistema de gestión para proteger la información y minimizar sus riesgos de pérdida. Anteriormente, no se contaba con este respaldo informatizado, lo que provocaba una gran dependencia de los reportes físicos. ■



# La Sagrera, estación de estaciones

Una nueva puerta se está construyendo en Barcelona, la estación de La Sagrera, y esa puerta servirá no solo para quienes entren y salgan de la ciudad, sino también para introducir una movilidad más eficiente, atractiva y sostenible, basada en la multimodalidad.

Por Luis Ubalde, doctor ingeniero de caminos, canales y puertos



## DISEÑO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE LA SAGRERA

1. Vista de la cubierta.
2. Andenes para servicios de alta velocidad.
3. Planta del vestíbulo general.
4. Andenes para servicios de Rodalies y trenes regionales.

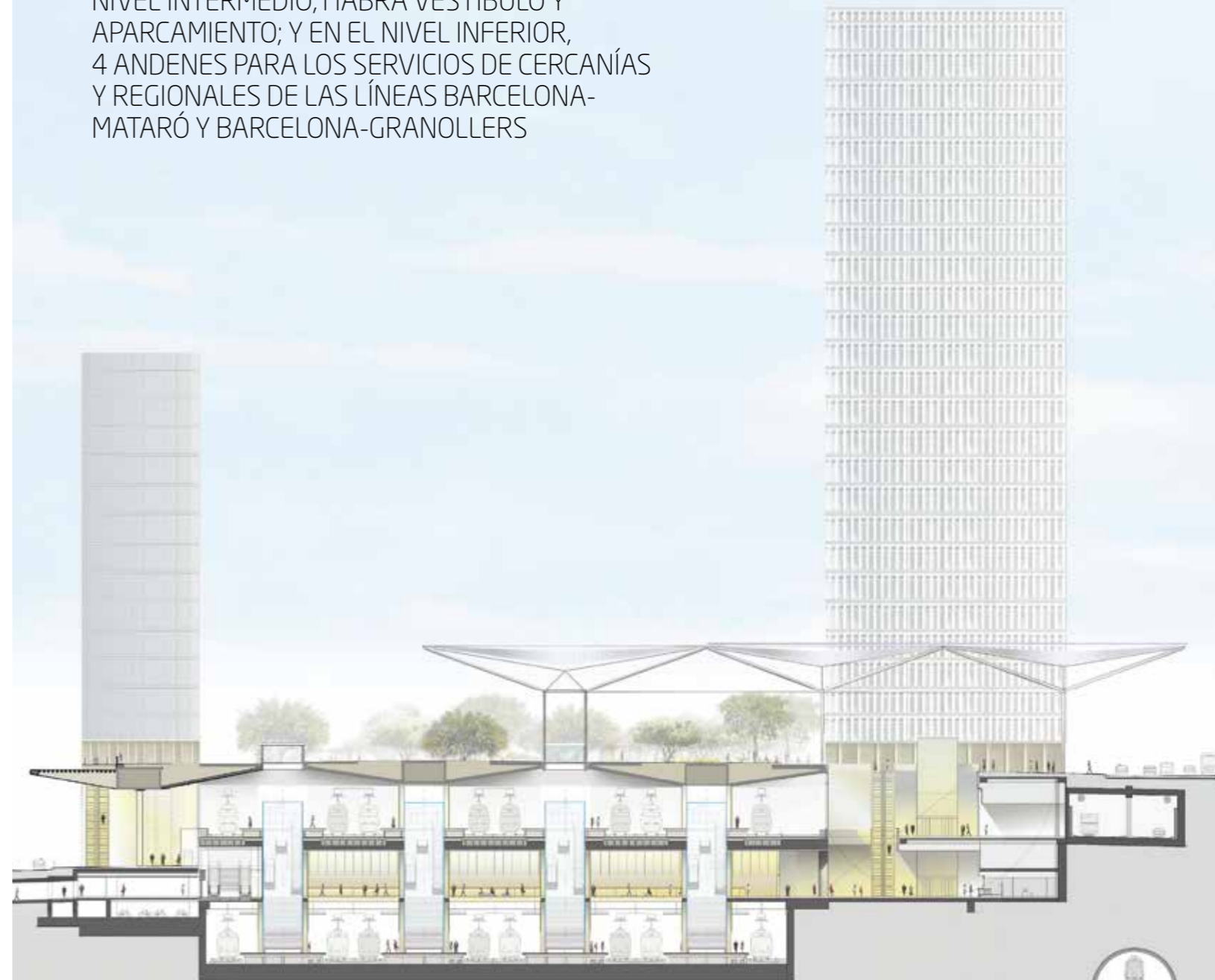
El ferrocarril, en su afán de servir a la movilidad de las personas, ha ido abriendo nuevas puertas en las ciudades para comunicarlas con el mundo. Desde los tiempos de la carbonilla, los viajeros que a ellas llegaban reconocían el empaque del lugar a través de la carta de presentación que ofrecían los andenes, las marquesinas, los vestíbulos y los restaurantes de las grandes estaciones. Así era y sigue siendo: el umbral de una gran estación es también el umbral de la ciudad, confiriendo a su espacio el deber de acoger y despedir amablemente al viajero, ofreciendo facilidad y buen recuerdo que beneficie la reputación del lugar.

No puede la gran estación abstraerse de la trama urbana que la circunda. La estación es ciudad, como lo son también sus accesos y su playa de vías, ejerciendo una influencia determinante en el carácter del barrio que la acoge y en la configuración del viario.

Es también la gran estación ferroviaria el nodo trascendental que ha de posibilitar de forma ordenada y eficiente los itinerarios en que se concreta la movilidad de las personas. El deseo de moverse debe ser satisfecho poniendo empeño en minimizar los costes externos que el transporte conlleva, buscando fórmulas cada vez más concienciadas en respetar el medio ambiente. La combinación acertada de distintos modos de transporte en un mismo viaje, aprovechando las fortalezas de cada uno de ellos, ha puesto la multimodalidad como solución que tener en cuenta por los planificadores del territorio, y es en el diseño de las grandes estaciones donde este concepto alcanza una relevancia clave.

Nodo trascendental, ciudad y puerta. A todo ello aspira la nueva estación intermodal de La Sagrera, ubicada en el barrio barcelonés del mismo nombre. Esa aspiración queda justificada plenamente por la

LA ESTACIÓN CONTARÁ CON TRES NIVELES PRINCIPALES: EN EL NIVEL SUPERIOR HABRÁ 4 ANDENES PARA DAR SERVICIO A 8 VÍAS DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD; EN EL NIVEL INTERMEDIO, HABRÁ VESTÍBULO Y APARCAMIENTO; Y EN EL NIVEL INFERIOR, 4 ANDENES PARA LOS SERVICIOS DE CERCANÍAS Y REGIONALES DE LAS LÍNEAS BARCELONA-MATARÓ Y BARCELONA-GRANOLLERS



INFOGRAFÍAS\_ ADIF ALTA VELOCIDAD (PÁG. 28) Y BSAV (PÁG. 29)

Ineco lleva la dirección de todas las obras en la nueva estación de La Sagrera. En estas imágenes, distintas perspectivas de la obra de la estructura y de los accesos a la estación de La Sagrera a lo largo de 2020.



FOTOS: LUIS UBALDE

necesidad de complementar el nodo existente de la estación de Sants y por la vocación de acabar de construir una parte de la ciudad de Barcelona que con el tiempo se había convertido en frontera separadora de dos barrios: La Sagrera y Sant Martí de Provençals.

El nodo de la estación de Sants, operativo desde la década de los 70 del siglo pasado, se adecuó en 2008 para albergar los servicios de alta velocidad de Barcelona. La estación, que disponía de 12 vías con andén, fue ampliada a 14 vías, dejando 8 de ellas en ancho ibérico para servicios convencionales y 6 de ellas en ancho internacional para servicios de alta velocidad. No puede escaparse el dato de que prácticamente todas las líneas de cercanías y de servicios regionales pasan por esta estación, conectada con dos líneas de metro y situada en una posición céntrica de la ciudad, casi equidistante de las dos arterias que cruzan Barcelona: la Gran Vía y la Diagonal.

La conversión de servicios interurbanos de larga distancia, así como también de algunos servicios regionales, en servicios de alta velocidad ha ido progresivamente ocupando la capacidad que ofrece la estación de Sants para este tipo de servicios. Al corredor de alta velocidad Madrid-Barcelona puesto en explotación en 2008, se le han ido sumando la conexión con Francia en 2013 y el enlace con el

NODO TRASCENDENTAL, CIUDAD Y PUERTA. A TODO ELLO ASPIRA LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE LA SAGRERA, UBICADA EN EL BARRIO BARCELONÉS DEL MISMO NOMBRE

Corredor del Mediterráneo en 2020, aportando un notable incremento en la demanda de uso de las 6 vías de ancho internacional de esta estación, así como de su taller asociado en la zona de Can Tunis.

Ciertamente, las posibilidades que ofrece una infraestructura potente como es la línea de alta velocidad Madrid-Barcelona-frontera francesa invitan a pensar en un incremento futuro de la oferta. La lucha contra el cambio climático aboga por potenciar el ferrocarril en las relaciones interiores de los

estados miembros de la Unión Europea, máxime en aquellos corredores en los que el ferrocarril garantiza un servicio fiable de menos de tres horas entre centros de ciudad, dejando la aviación para relaciones más largas donde puede poner en valor su fortaleza. Esta coyuntura promueve iniciativas en el ferrocarril de alta velocidad, desde el uso de trenes de mayor capacidad (trenes en doble composición o unidades de doble piso, por ejemplo) a servicios de bajo coste o también, en otro sentido, servicios preferentes con billete abierto emulando lo ofrecido por algunas compañías aéreas; iniciativas todas ellas que contribuirán a la amortización y la razón de ser de las infraestructuras construidas en las últimas décadas. Sea como fuere, previendo que la demanda de movilidad no se frenará (antes al contrario, parece que seguirá creciendo, una vez superados los estragos de la pandemia), los servicios de alta velocidad que en los próximos años lleguen a Barcelona van a necesitar de un mayor número de vías donde estacionar los trenes, donde aparcarlos (en horario valle y fuera del horario comercial), y donde mantenerlos y repararlos.

A estas circunstancias, debe sumarse el proceso ya en marcha de la liberalización del ferrocarril, auspiciado por la Unión Europea en aras de un sistema más eficiente capaz de alcanzar la mejor oferta posible de transporte. Las infraestructuras de alta velocidad deben estar preparadas para un escenario multi-operador, donde las vías con andén y las

instalaciones auxiliares de vías de estacionamiento y talleres ya no son empleadas por un único operador incumbente, sino que deben ser compartidas o repartidas entre distintos operadores ferroviarios.

Todo ello hace totalmente imprescindible que Barcelona cuente con una nueva estación y con vías de apartado destinadas a los servicios de alta velocidad. Es, en definitiva, la razón de ser fundamental de la estación de La Sagrera. Su ubicación no es tan céntrica como la de la estación de Sants, pero no por ello jugará con desventaja. Bien al contrario: ambas estaciones jugarán un papel complementario: si la de Sants, por su centralidad en la trama urbana de Barcelona, desempeñará un papel primordial para los usuarios de los servicios de alta velocidad que residan en buena parte de la ciudad y su área metropolitana más próxima, la estación de La Sagrera, dada su buena comunicación con la red de autopistas, partirá con ventaja para quienes procedan de la región metropolitana y más allá de ella.

A las 6 vías de ancho internacional que actualmente alberga la estación de Sants se sumarán 8 vías con sus respectivos 4 andenes en la estación de La Sagrera. El edificio de la estación contendrá, además de la zona de los andenes comerciales, una zona de tratamiento técnico de trenes dotada con 10 vías de estacionamiento con sus correspondientes andenes técnicos (aparte de las 2 vías generales pasantes) donde se podrán realizar las operaciones preparatorias para un nuevo servicio de aquellos trenes que

LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA LIBERALIZACIÓN DEL FERROCARRIL, ENTRE OTRAS CIRCUNSTANCIAS, HACEN NECESARIO QUE BARCELONA CUENTE CON UNA NUEVA ESTACIÓN DE ALTA VELOCIDAD

tengan La Sagrera como estación de cabecera. Se trata de operaciones de limpieza, vaciado de inodoros y abastecimiento de líquido bactericida y agua, cambio de orientación de los asientos y reposición del avituallamiento. Estas operaciones, que en parte se vienen realizando en las estaciones actuales en los mismos andenes comerciales, en La Sagrera dispondrán de dos espacios completamente separados, aumentando capacidad operativa y seguridad. Contando con que los andenes para servicios de alta velocidad deben permitir el estacionamiento de trenes de hasta 400 metros de longitud, resulta que en La Sagrera se está construyendo un edificio que tiene una longitud de prácticamente un kilómetro, que incluye la zona de andenes comerciales, la zona de andenes técnicos y un espacio intermedio donde se ubican los aparatos de vía que conectan las vías de estacionamiento con las de apartado.





FOTO: LUIS UBALDE

En la imagen las dos líneas de la red de Rodalies que discurren por La Sagrera. La de la izquierda es la línea de Barcelona a Mataró, en una fase intermedia de su traslado al interior de la estructura de la futura estación.

ESTA NUEVA ÁREA URBANA VA A CONTAR CON UN DISEÑO ESPECIALMENTE SENSIBLE CON EL MEDIO AMBIENTE, OPTIMIZANDO LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y LA GESTIÓN DE SUMINISTROS Y RESIDUOS

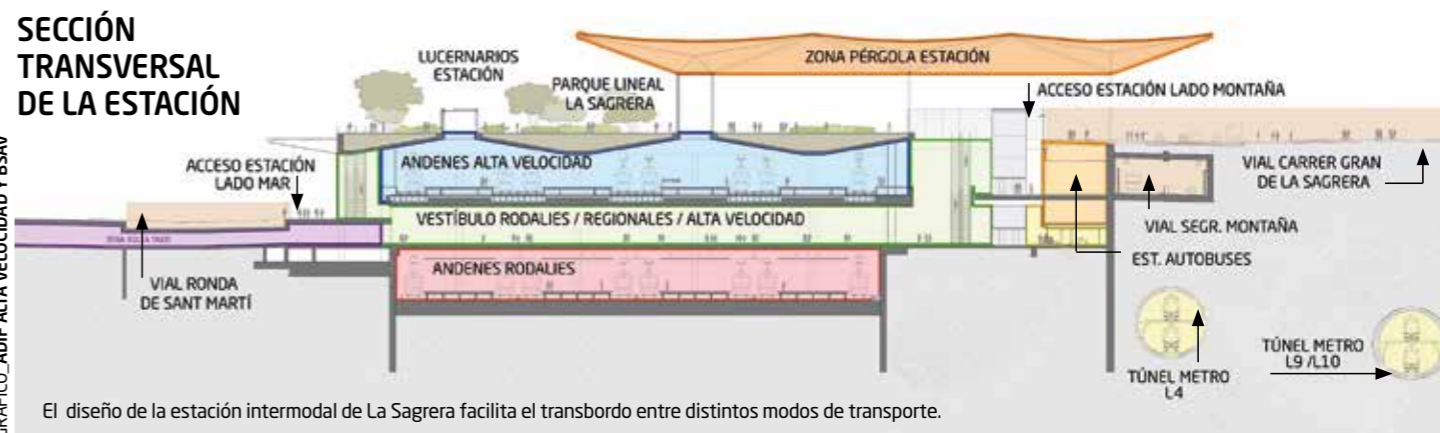
La distribución de las vías está pensada para que la estación opere dando servicio tanto a los trenes que tengan La Sagrera como estación intermedia de su recorrido como a los que provenientes del sur de Barcelona finalicen su recorrido en esta estación. Para ello, se ha establecido que las vías generales sean las que quedan en el exterior de la playa de vías de la estación, dejando en la zona central las vías de apartado, de tal manera que la rotación de los trenes se pueda hacer sin que se produzcan cizallamientos en la cabecera de la estación. Descontando las vías generales, las 6 vías restantes de la zona de los andenes comerciales quedan relacionadas con las vías de apartado de la zona de tratamiento técnico de trenes de la siguiente manera: a cada par de vías de estacionamiento se le asignan 3 vías de apartado, quedando una vía de apartado adicional.

A los dos ámbitos descritos (zona de andenes comerciales y zona de tratamiento técnico de trenes) se añade un tercer ámbito, que, si bien no se encuentra adosado a los anteriores, sí se encuentra muy próximo. Se trata de una zona de talleres, prevista con sus vías de recepción y vías de trabajo dotadas de foso, conectada directamente con las vías de apartado de la zona de tratamiento técnico de trenes, sin necesidad de tener que ocupar vía general para pasar de un ámbito a otro.

El carácter intermodal del nodo de La Sagrera convierte a esta instalación en una estación de estaciones: en efecto, a todo lo comentado relativo a los servicios de alta velocidad se suma la parte destinada a servicios ferroviarios de cercanías y trenes regionales de dos líneas de la red convencional: la línea de Barcelona a Mataró y la línea de Barcelona a Granollers que prosigue hasta Girona y Portbou. Aparte, la estación se complementa con una estación subterránea de autobuses interurbanos y la conexión con dos líneas de la red de metro de Barcelona (las líneas L4 y L9/L10). Todo ello se organiza en una estructura formada por tres niveles principales: en el nivel inferior de la estación las vías de la red convencional (4 vías de la línea Barcelona-Mataró y 4 vías de la línea Barcelona-Granollers con sus respectivos andenes); en el nivel intermedio el vestíbulo de la estación (con una parte destinada a los usuarios de cercanías; otra parte a los de alta velocidad) y a ambos lados del vestíbulo una zona de aparcamiento para turistas; y finalmente en el nivel superior las vías de ancho internacional y sus andenes para los servicios de alta velocidad.

Actualmente, la ejecución de las obras se encuentra en el punto en el que, finalizadas las pantallas que delimitan el nivel inferior de la estación, completada la losa de fondo (de 2,5 metros de espesor) y acabado el primer forjado, se ha puesto en servicio la línea de Barcelona a Mataró por el interior de la estructura de la estación y sus accesos. Ciertamente todavía no se detienen los trenes a recoger y dejar viajeros, pero su paso por las entrañas de la futura estación ha constituido indudablemente un hito reseñable. Posteriormente, se procederá de forma análoga con la línea de Barcelona a Granollers, y por último será la línea de alta velocidad la que pase de su trazado actual provisional a su ubicación definitiva dentro de la estación.

Las obras de la estación de la Sagrera van más allá de lo hasta aquí descrito: su alcance llega a construir una parte de Barcelona. La estación es también ciudad. Su emplazamiento se sitúa en un corredor ferroviario donde discurren tres líneas de ferrocarril, que dejarán de estar a cielo abierto al quedar cubiertas por un parque urbano. Con sus 40 hectáreas, será el parque urbano más extenso de la ciudad, superponiéndose a las vías del tren en una longitud de 3,7 kilómetros. Su construcción va asociada al desarrollo urbanístico del antiguo entorno ferrovia-



LA EVOLUCIÓN DE LA OBRA DE LA ESTACIÓN INTERMODAL DE LA SAGRERA EN IMÁGENES



FOTOS: ADIF ALTA VELOCIDAD

1. Antigua terminal de mercancías de La Sagrera (2007). 2. Construcción del trazado provisional (2008). 3. Inicio de la construcción de la zona logística (2013). 4. Inicio de la excavación entre pantallas (2012). 5. Inicio de la construcción de la losa de fondo (2018). 6. Detalle del armado de la losa de fondo (2018). 7. Tramo de colector de la rambla Prim finalizado (2018).

rio de La Sagrera, que, a partir de la generación de 1,25 millones de m<sup>2</sup> de techo edificable, supondrá al final de todo el proceso la creación de viviendas para 25.000 habitantes (gran parte de ellas, más de un 40%, serán viviendas protegidas), además de promover unos 30.000 puestos de trabajo en todo el entorno.

Esta nueva área urbana va a contar con un diseño especialmente sensible con el medio ambiente, optimizando la eficiencia energética y la gestión de suministros y residuos. En este sentido, el agua freática servirá para el sistema de riego de los jardines y los depósitos de saneamiento de los edificios terciarios; asimismo, se prevé implementar un sistema de climatización centralizada, que aproveche para

combatir el frío el calor residual de una incineradora existente y refrigere empleando agua de mar; los edificios contarán con recogida neumática de basuras y estarán conectados a una red de telecomunicaciones de última generación, todo ello siguiendo criterios propios de una verdadera smart city.

Con todo ello, una nueva puerta se está construyendo en Barcelona, la estación de La Sagrera, y esa puerta servirá no solo para quienes entren y salgan de la ciudad, sino también para introducir una movilidad más eficiente, atractiva y sostenible, basada en la multimodalidad. Las circunstancias apremian, la lucha contra el cambio climático no puede titubear: esta obra va en el buen sentido. ■

# Más trenes de mercancías para el puerto de Castellón

## DÁRSENA SUR

El puerto de Castellón se encuentra situado en la zona del Grao de Castellón, a cuatro kilómetros aproximadamente del centro de la ciudad. Debido a su ampliación y, en consecuencia, al aumento del movimiento de cargas de la dársena sur, se decidió impulsar un nuevo acceso ferroviario por esta zona.

El nuevo acceso sur al puerto de Castellón modernizará el tráfico ferroviario de mercancías, aumentará las circulaciones y conectará el puerto con el Corredor Mediterráneo. El proyecto, diseñado por Ineco, sustituirá al acceso norte que discurre por el núcleo urbano, con precarias condiciones y 19 pasos a nivel.

Por **Sonia Blanes, Elisa Bueno** e **Iñigo Ortega**, ingenieros de caminos

Con un ramal en vía única y ancho mixto, electrificado en su mayor parte, el nuevo acceso ferroviario sur de 8,3 kilómetros de longitud se enmarca dentro de las actuaciones del MITMA (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana) para potenciar el transporte de mercancías por ferrocarril en España. Hasta ahora, la conexión entre las instalaciones del puerto con la red ferroviaria se había realizado mediante un ramal en vía única no electrificada, que parte del apeadero de Las Palmas, al norte de la estación de Castellón. Este ramal, de 6,8 kilómetros, atraviesa zonas urbanizadas y cuenta con 19 cruces a nivel, por lo que resulta muy poco operativo.

El proyecto de Ineco tiene como objetivo conectar el puerto de Castellón con el polígono industrial de El Serrallo y, a su vez, con el Corredor Mediterráneo. La vía presenta tres tipologías: sobre balasto en tramos de tierras; vía en placa embebida, en el tramo de túnel entre pantallas y en la zona de la pérgola bajo la CV-183; y vía en placa estuchada en la zona del interior del puerto.

El puerto de Castellón se sitúa en la zona del Grao de Castellón, a cuatro kilómetros aproximadamente del centro de la ciudad. Debido a su ampliación y, en consecuencia, al aumento del movimiento de cargas de la dársena sur, se decidió impulsar un nuevo acceso ferroviario por esta zona.

La Autoridad Portuaria adjudicó la redacción del proyecto a Ineco para desarrollar esta infraestructura, vital para la competitividad y crecimiento del puerto. La compañía ya había redactado previamente los proyectos de la red interior (primera fase de la red ferroviaria de la

CON EL NUEVO ACCESO FERROVIARIO SE DA RESPUESTA AL AUMENTO DEL MOVIMIENTO DE CARGAS ORIGINADO POR LA AMPLIACIÓN DE LA DÁRSENA SUR. EL PUERTO DE CASTELLÓN SE UBICA EN UNA ZONA DE MÁXIMA ACTIVIDAD ECONÓMICA DE LA PROVINCIA

dársena sur y puente ferroviario de conexión entre las dársenas sur y norte).

El proyecto incluye la construcción de una nueva subestación eléctrica de tracción, para dar respuesta a las necesidades de operatividad del nuevo acceso ferroviario. Se alojará en un edificio prefabricado con paneles de hormigón

#### UNA RED, DOS ANCHOS DE VÍA

En España, el ancho de vía más extendido es el ibérico, de 1.668 mm. Esto ha supuesto históricamente la incompatibilidad con el resto de redes europeas, que utilizan el ancho internacional de 1.435 mm. Aunque existe la creencia de que la decisión de implantar el ancho ibérico respondía a la necesidad de protegerse de una posible invasión francesa, la realidad es que esta diferencia radica en un estudio realizado en 1844. En él se determinaba que la compleja orografía española necesitaba carriles más anchos para que las locomotoras pudiesen recorrer sin problemas los valles y montañas de toda la península.

En la actualidad, la mayoría de las vías españolas mantienen el ancho ibérico, a excepción de las líneas del AVE, adaptadas a los estándares europeos; el Corredor Mediterráneo se está adaptando para permitir circulaciones en ancho internacional.



El puerto de Castellón representa cerca del 5% del tráfico de mercancías sobre el total de los puertos peninsulares de España.

EL NUEVO RAMAL PERMITIRÁ UN MAYOR NÚMERO DE CIRCULACIONES FERROVIARIAS OFRECIENDO UNA ALTERNATIVA DE TRANSPORTE MÁS COMPETITIVA Y SOSTENIBLE

FOTO: PORTCASTELLO

#### EL CORREDOR MEDITERRÁNEO, CLAVE PARA EL TURISMO

El Corredor Mediterráneo es una doble vía ferroviaria de alta velocidad que discurre desde la frontera francesa hasta Algeciras y una ciudades como Barcelona, Valencia, Alicante, Murcia y Málaga, además de conectarlas a su vez con el resto de Europa. Esta infraestructura constituye uno de los ejes ferroviarios más importantes de España y permitirá a los ciudadanos desplazarse más rápido al reducir los tiempos de viaje a casi la mitad, suponiendo un impulso a la economía, el turismo y el empleo. La Red Transeuropea de Transporte a la que se unirá articulará el continente de norte a sur para aumentar la competitividad del ferrocarril frente a otros medios de transporte.

proyecto como en la de explotación. Entre estas medidas, se incluye la realización de una campaña anual de mediciones durante los tres primeros años, además de un estudio acústico y de vibraciones, así como la instalación de pantallas acústicas en varios tramos.

#### EL PUERTO DE CASTELLÓN

El puerto de Castellón se encuentra en una zona de máxima actividad de la provincia y conforma uno de los motores de crecimiento de la economía y el empleo de Castellón. Ocupa el noveno puesto de los 46 puertos españoles de interés general y en la cuarta posición en graneles sólidos. En los últimos años, el puerto de Castellón ha llevado a cabo mejoras en sus infraestructuras, al modernizar el utillaje y las distintas dependencias en los muelles. Junto al puerto se encuentra el polígono de El Serrallo, que agrupa siete grandes compañías de los sectores petroquímico y energético, y es uno de los mayores núcleos industriales de la Comunitat Valenciana. ■

y suministrará energía para tracción y alimentación a las instalaciones de señalización y comunicaciones.

Además de la construcción de la nueva plataforma ferroviaria en vía única, el montaje de la superestructura y catenaria, y la nueva subestación, el proyecto contempla otros trabajos asociados como: la construcción de pasos inferiores y superiores, obras de drenaje, reposición de servidumbres, demoliciones de edificaciones, instalaciones de protección civil y controles de calidad.

Las obras van acompañadas de una serie de actuaciones en lo referente a contaminación acústica, tanto en la fase de ejecución del



Mapa de situación del puerto y zona de actuación.



Los proyectos de Ineco abarcan el conjunto de actuaciones para el desarrollo del nuevo ramal sur al puerto de Castellón, y contemplan la plataforma y superestructura de una vía única general de 8.295 metros de longitud y cinco desvíos mixtos, interoperables, con un total de 6.230 metros de vía electrificados, y una subestación eléctrica. Además, se ejecutarán cuatro pasos inferiores, dos pasos superiores, un falso túnel entre pantallas, una pérgola y, sobre el encauzamiento del Barranco de Fraga, dos estructuras para dar soporte a una glorieta y un viaducto ferroviario.



Traslado de las unidades, que se enviaron por mar desde el puerto de Barcelona.

FOTO: ICEX-KENIA

# Nueva vida en Nairobi para los trenes mallorquines

Ineco se ha encargado para Renfe de la inspección y puesta a punto de los primeros cinco trenes diésel de CAF reacondicionados que equiparán la red de cercanías de la capital keniana. Las unidades, procedentes de Mallorca, se han revisado y preparado para prestar servicio otros 25 años más.

Por **José Ramón Armenteros**, delegado de Oriente Medio, Asia y África

En 2012, Nairobi, la capital de Kenia y una de las mayores urbes de África, reestrenó sus ferrocarriles después de un siglo con su primera línea de cercanías, que conecta la capital con la barriada de Syokimau, al sur, donde se construyó la primera estación ferroviaria en 80 años. Era el primer paso para dotar a la ciudad y su área metropolitana de un sistema de transporte público masivo asequible y eficiente que haga posible reducir la congestión. El aumento de la población –unos 4 millones de personas en 2019–, ha estimulado el uso del vehículo privado y de los populares minibuses conocidos como ‘matatus’, que operan como taxis colectivos.

Por ello, se está desarrollando un Plan Director de Cercanías (*Development of Commuter Rail Master*

*Plan for the Nairobi Metropolitan Region*) que aspira a ser la alternativa de transporte para los 13 millones de habitantes que el Banco Mundial, que respalda el proyecto, calcula que tendrá la ciudad en 2030 (y que llegarán a 22 millones en 2045). Para entonces están previstas un total de seis líneas de cercanías, con 163 kilómetros, 53 estaciones y 1,4 millones de viajeros diarios.

Entre las primeras acciones recomendadas en el Plan Director figuran la compra de material rodante, la mejora y equipamiento del taller actual, la ejecución de obras para adecuar las estaciones y renovar las vías, así como disponer de asistencia técnica para la inspección, operación, puesta en marcha y operación de los nuevos trenes.

Esta última labor es la que ha desempeñado Ineco para Renfe, que ha colaborado con su homólogo keniano, Kenya Railways, y la autoridad responsable de las cercanías de Nairobi, NAMATA (Nairobi Metropolitan Area Transport Authority), para la adquisición en España de material rodante, que incluye también el suministro de piezas de repuesto y la formación del personal. Así, con el apoyo de los ministerios españoles de Comercio e Industria, a través del ICEX, y de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, Kenia cerró en 2019 un contrato con SFM (Serveis Ferroviaris de Mallorca) para la compra de 11 unidades diésel dobles más un remolque. Se trata en concreto de automotores de la serie 6100, fabricados por Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles (CAF) entre los años 1994 y 2003, de las que el primer lote de cinco unidades ya ha sido enviado por mar al país africano.

Las unidades, que SFM retiró del servicio tras completar la electrificación de su red, se han reacondicionado para alargar su vida útil al menos 25 años. Ineco llevó a cabo las tareas de inspección previas al embarque de las unidades desde el puerto de Barcelona. Entre ellas, la verificación del listado de piezas de repuesto solicitadas por Kenya Railways para el mantenimiento de la flota, así como la comprobación del estado de los recambios; la inspección y registro de las pruebas estáticas y en vía realizadas por SFM; la revisión visual y documental de las unidades y la reconfiguración del sistema de detención automática de tren (ATS, *Automatic Train Stop*) de acuerdo a parámetros de fábrica, una vez efectuadas las pruebas estáticas y en vía.

Los trenes de la serie 6100 de CAF están equipados con dos motores diésel Cumins NTA-855-A en ambos extremos, frenos de aire comprimido y puertas dobles a ambos lados. Alcanzan una velocidad máxima de 110 km/h. Miden 15,5 metros de longitud, 3,7 de alto y 2,5 de ancho, con una capacidad máxima de 252 pasajeros; 156 de pie y 96 sentados. Cuentan con espacios para bicicletas e indicación sonora de aviso de cierre de puertas. Se fabricaron un total de 52; los primeros empezaron a prestar servicio en la red ferroviaria de

Mallorca en junio de 1995. Fueron retirados progresivamente a medida que se iba electrificando la red y circularon por última vez en la isla en mayo de 2019. En 2015, SFM vendió 12 unidades a los ferrocarriles franceses. En su nuevo destino en Kenia, recorrerán varias rutas, desde Nairobi hasta Syokimau, Embakasi, Thika, Kikuyu y Kitengela. ■



FOTO: OLAF TAUSCH / WIKIPEDIA

FOTO: SETHAPHOPES / WIKIPEDIA

Arriba, tren 6100 en la estación de Manacor, Mallorca, en 2012. A la derecha, interior de los trenes.

## EXPERTOS EN MATERIAL RODANTE

El reacondicionado es una opción que permite a muchos operadores ferroviarios renovar su flota con material rodante de calidad a menor coste y con mayor rapidez que nuevo, ya que los trenes se fabrican bajo pedido con componentes de múltiples fabricantes y de acuerdo a las especificaciones de cada cliente. De ahí que cuando se habilitan para un nuevo uso, necesiten diferentes adaptaciones, además de las pruebas habituales antes de su puesta en servicio, que requieren la supervisión de técnicos expertos.

Ineco cuenta con más de 20 años de experiencia en España y en el exterior en la supervisión y validación de más de 1.500 trenes de todo tipo, tanto nuevos como reacondicionados. Entre estos últimos, los 49 trenes NS74 de Alstom fabricados en los años 70 para el metro de Santiago de Chile; o las tres locomotoras de la serie TD 2000 fabricadas en España en 2006 por la firma Ingeteam, excedentes del operador vasco Euskotren, y que adquirió Ecuador para equipar la línea ferroviaria entre Durán y Quito.



FOTO: PIXABAY



A la izquierda, congestión en el centro de Nairobi; a la derecha, estación de cercanías de Syokimau.

FOTO: KENYA RAILWAYS

**ESTACIÓN DE BADAJOZ**

Recreación de una vista nocturna de la remodelación: en el exterior, se crea una plaza peatonal que pone en valor el edificio. En la fachada se potencian los huecos en la franja inferior mediante bastidores metálicos y se dispone una celosía de lamas metálicas en la parte superior. Una nueva marquesina marca la entrada.



INFOGRAFÍAS INECO PARA ADIF ALTA VELOCIDAD

# Más luz y espacio en cuatro estaciones extremeñas

Las estaciones de Plasencia, Cáceres, Mérida y Badajoz, construidas a finales del siglo XIX, se renuevan para la llegada de la alta velocidad, con las remodelaciones que Ineco ha proyectado para Adif Alta Velocidad.

Por Carlos Albaladejo y Félix Expósito, arquitectos, y Maximiano Moreno y Agustín Tejedor, directores de obra

La llegada de la alta velocidad (ver IT69) requiere adaptar los edificios de viajeros de las cuatro principales estaciones de la Comunidad Autónoma de Extremadura: Plasencia, Cáceres, Mérida y Badajoz, a las necesidades del nuevo servicio ferroviario. Ineco, además de dirigir las obras de las cuatro estaciones y trabajar en la renovación de las vías, ha redactado para Adif Alta Velocidad, el administrador español de infraestructuras ferroviarias, los proyectos de remodelación, que incluyen las edificaciones, los accesos y el entorno próximo, así como los andenes, marquesinas y pasos inferiores.

Todas las actuaciones siguen unas pautas generales con los objetivos comunes de mejorar la sostenibilidad y la accesibilidad de las instalaciones. En el exterior, las principales intervenciones consisten en la creación de plazas frente a cada estación, en las que se otorga el protagonismo al peatón. En las fachadas, la instalación o reforma de marquesinas servirá para destacar las puertas de acceso. El objetivo es mejorar la integración de las estaciones en el tejido urbano.

En el interior, la idea general es ganar más luz natural, para lo que se eliminan falsos techos y se gana altura en los vestíbulos, abriendo los espacios. Se apuesta

por el uso de materiales sostenibles, se mejora la eficiencia de la climatización y se instala iluminación LED. Asimismo, se apuesta por una accesibilidad total en todos los espacios, se incorporan tecnologías como el wifi, zonas de carga eléctrica de vehículos y se instalan puntos de información personalizada.

Para poder ejecutar las actuaciones, ha sido necesario compatibilizar el servicio con las obras, para lo que se ha trasladado al personal a módulos provisionales para que puedan seguir prestando servicio, y se han diseñado cuidadosamente las actuaciones para garantizar en todo momento la comodidad de los viajeros. ■



### ESTACIÓN DE BADAJOZ UN NUEVO ESCENARIO URBANO

► Se inauguró en 1866 e inicialmente contaba con una fachada rematada con un frontón con claraboya, elementos decorativos muy utilizados en la época. Posteriormente, fueron sustituidos por una fachada en forma de pantalla rectangular con 24 aberturas y una marquesina. Las viviendas para el personal ferroviario que empezaron a construirse en los alrededores de la estación dieron origen al actual barrio de San Fernando. La estación dispone de dos andenes.

► La actuación reorganiza el espacio exterior, en el que predomina el tráfico peatonal, mientras que en el interior del edificio de viajeros se lleva a cabo una remodelación integral de los espacios. Se crea una gran plaza frente al edificio como espacio de desahogo y área de disfrute, de modo que se integre en el barrio, respetando la composición simétrica

y poniendo en valor el edificio como fondo escénico de la avenida de Carolina Coronado. En la fachada principal se potencian los huecos en la franja inferior mediante bastidores metálicos a modo de linternas y se dispone una celosía de lamas metálicas en la parte superior, acorde con las lamas existentes en el cuerpo central de entrada, y cuya orientación va cambiando, otorgando movimiento al conjunto.

► En el exterior se instalará una nueva marquesina que marcará la entrada. La remodelación interior se centra en el cuerpo central, que alberga el vestíbulo y accesos principales, y el cuerpo Este, que alberga diferentes usos subsidiarios. Se crea un vestíbulo con doble altura y zona de espera diáfana e iluminada naturalmente potenciando el carácter central del espacio. También se remodelan el paso inferior y los andenes.



### ESTACIÓN DE CÁCERES RENOVACIÓN RESPETUOSA DE LA 'PIEL' DEL EDIFICIO: ALUMINIO Y VIDRIO

► La estación existente data de 1963 y sustituyó a la original, inaugurada por el rey Alfonso XII en 1881, que fue demolida. El nuevo edificio se proyectó de forma longitudinal, con una fachada simétrica formada por un cuerpo central y dos laterales con torres en ambos extremos. La entrada principal está protegida por una gran marquesina semicircular. En el interior, la sala de espera está decorada con un mural de cerámica del artista José Luis Sánchez, dedicado a la conquista de América, y la fachada de andenes, con una vidriera con motivos ferroviarios (vías, desvíos y señales).

► La estación cuenta con dos andenes con tres vías operativas para viajeros y un paso inferior que está dotado de ascensores.

► La intervención engloba operaciones de carácter urbano para "crear ciudad" y acciones sobre el edificio de viajeros que subrayan el valor de esta pieza arquitectónica. La conversión del espacio público situado frente al edificio de viajeros en una gran plaza supone la conexión de la estación con el resto del tejido urbano. La ordenación permite abrir el edificio de viajeros a la ciudad, de manera que pasa a formar parte del escenario arquitectónico de Cáceres. En este nuevo espacio urbano confluirán peatones, ciclistas y transporte público (taxis y bus).

► La integración del edificio de viajeros se consigue renovando la 'piel' del edificio, respetando sus dimensiones y materialidad. Está compuesta por un conjunto ligero de lamas de aluminio horizontales, que marcará la modulación de las crujeas estructurales del edificio, otorgando movimiento a la fachada y rompiendo con la planicidad del actual edificio. Se creará una nueva área de estacionamiento de vehículos desvinculada de la fachada del edificio de viajeros, dotando al conjunto de espacio y limpieza de líneas.

► En los espacios interiores destinados al viajero (vestíbulo, aseos y paso inferior), se renovarán los acabados y se mejorarán las condiciones de soleamiento y ventilación. Todo ello, acompañado de nuevas instalaciones que mejoran el rendimiento energético y el confort de la estación.

► En la zona de andenes se actúa sobre la marquesina renovándola con una nueva impermeabilización, y sobre el paso inferior entre andenes, dotándolo de un nuevo revestimiento y solado, además de nuevas barandillas de vidrio combinado con acero inoxidable.



### EXPERTOS EN EDIFICACIÓN FERROVIARIA

Ineco cuenta con una extensa experiencia en construcción y renovación de estaciones ferroviarias de todo tipo y en la adecuación de estas a la alta velocidad.

Desde finales de los años 80 y la puesta en marcha de la primera línea Madrid-Sevilla en 1992, y a medida que la red se ha ido extendiendo, la compañía ha trabajado en la redacción de proyectos y dirección y asistencia técnica en distintas obras de más de una veintena de estaciones de alta velocidad por todo el territorio nacional, como Atocha y Chamartín, en Madrid (1992 y 2009); Santa Justa, en Sevilla (1992); Sants y La Sagrera, en Barcelona (2008, actualidad); Lleida (2003); Zaragoza-Delicias o María Zambrano, en Málaga; A Coruña, Santiago y Vigo y otras nueve estaciones en el Eje Atlántico gallego (2002-2015); Toledo (2005), Valladolid (2007), etc.

Más recientemente, ha llevado a cabo los proyectos y direcciones de obra de las estaciones de alta velocidad de Antequera, Loja y Granada (2019). También ha participado en otras de nueva construcción, como las de Vigo-Guixar (2011), Puente Genil y Antequera-Santa Ana (2007) o Camp de Tarragona (2006). Actualmente, trabaja en la adaptación a la alta velocidad de las estaciones de Abando, en Bilbao, y en la nueva estación intermodal de Ourense.



## ESTACIÓN DE MÉRIDA RECUPERAR LA ARMONÍA

► Es la mayor en tamaño y tráfico de viajeros de la red extremeña, y en ella confluyen varias líneas. Se inauguró en 1864 y se encuentra muy próxima al centro histórico de la ciudad. Al igual que las anteriores, el edificio de viajeros sigue el esquema de cuerpo central de dos plantas más naves laterales. Dispone de más de 10 vías y un recinto para mercancías.

► En la solución contemplada para la estación de Mérida, se ha prestado especial atención en armonizar los espacios integrantes del conjunto para recuperar la cualidad espacial perdida a lo largo del tiempo. En cuanto a la urbanización, se genera un nuevo espacio bien identificado de plaza de

acceso a la vez que se respetan las estructuras de los muros de contención del terreno. De este modo, se genera un espacio homogéneo en el que se diferencia la zona de peatones de la rodada, creando espacios de transición que encuadran el gran escenario de la fachada del edificio de viajeros. Esta misma idea se ha considerado en el interior, con el vestíbulo como elemento articulador y nuevo lenguaje corporativo. Este vestíbulo se concibe como un volumen predominante sobre el cual se incorporan los usos de atención a viajeros y la zona comercial. En los andenes se adapta el borde del andén existente para permitir el acceso de viajeros a los nuevos trenes. También se renueva por completo el paso inferior.

## ESTACIÓN DE PLASENCIA ABRIR ESPACIOS PRESERVANDO LA IDENTIDAD DEL EDIFICIO

► La estación se inauguró en 1893, como parte de la línea 'Ruta de la Plata' a Astorga, hoy clausurada. El edificio de viajeros, de estilo sencillo y sobrio, responde a la tipología de un cuerpo central de dos alturas con tres vanos adintelados cada una, y dos anexos laterales. La cubierta es de tejas a dos aguas con la estructura soporte original del año 1893, que se conserva con mejoras energéticas del aislamiento. Está situado fuera del casco urbano, al sur del río Jerte. Cuenta con dos andenes (uno es de servicio) con tres vías y varias más en desuso, un muelle de mercancías (que albergará el espacio de la cafetería) y un edificio de antiguas viviendas ferroviarias.

► La intervención se centra principalmente en la urbanización, los accesos y los edificios. Se crea una nueva plaza de la estación, con accesos rodados y aparcamiento contiguo a los edificios de la estación, desligada de la zona de urbanización y fachadas. Se rehabilita la nave de carga anexa a la estación, lugar destinado a la futura cafetería, creando un espacio de transición entre esta y el edificio de viajeros,

que se marca con una nueva marquesina, al igual que en la parada de taxis y en el acceso principal a la estación.

► En el edificio de viajeros, se remodelan todos los espacios interiores ampliando el vestíbulo a la zona actual de cafetería (que se traslada a la nave rehabilitada); se ejecutan nuevos aseos y se genera un espacio principal de doble altura al demoler la primera planta que garantiza una mayor sensación de espacio y luminosidad. Dentro de la actuación, se incluye un refuerzo estructural, remodelación de las instalaciones y mejora de las cubiertas para los edificios, conservando las estructuras soporte de los tejados (madera y acero roblonado), para garantizar la preservación de la identidad original de los edificios. Durante la fase de obra, se ha decidido reutilizar los materiales que por sus especiales características históricas tienen un valor añadido, como son parte de las tejas originales, que se restaurarán y se reutilizarán para las cubiertas. En el interior se renuevan el mobiliario y las lámparas con diseños más actuales



## LAS ESTACIONES EXTREMEÑAS, AYER Y HOY

Las cuatro estaciones originales se inauguraron entre 1864 y 1893, y desde el punto de vista arquitectónico presentan las características propias de la época: líneas sencillas y un diseño funcional propio de las edificaciones industriales del siglo XIX. La normativa de entonces establecía unas pautas generales para que las diferentes compañías ferroviarias existentes mantuvieran una cierta unidad estética en sus instalaciones. Se recomendaba que las estaciones situadas en zonas rurales fuesen construcciones sencillas que encajaran con el entorno, reservando los elementos decorativos para las estaciones urbanas. Todas ellas comparten una tipología común: el edificio de viajeros como construcción principal, más otras instalaciones anexas, que podían ser cocheras para locomotoras y vagones, talleres, almacenes, muelles, básculas o grifos para aguada (suministro de agua a las locomotoras de vapor), como el de la estación de Cáceres. Solían contar con una vivienda para el jefe de estación y en ocasiones también para el personal ferroviario, como en Mérida y Plasencia; y en algún caso dieron origen a barrios enteros, como el de San Fernando, en Badajoz.

En cuanto a los edificios de viajeros, son construcciones simétricas, de una o dos plantas, con la fachada principal en un cuerpo central más elevado y avanzado que el resto, con anexos a ambos lados, y tejados a dos aguas, como el de la estación de Mérida. Los muros solían ser de mampostería, pintados de blanco



o colores claros, y se enmarcaban los vanos de puertas y ventanas, esquinas y cornisas en color ocre, marrón o gris azulado. elevado y avanzado que el resto, con anexos a ambos lados, y tejados a dos aguas, como el de la estación de Mérida. Los muros solían ser de mampostería, pintados de blanco o colores claros, y se enmarcaban los vanos de puertas y ventanas, esquinas y cornisas en color ocre, marrón o gris azulado.

**OBRAS EN PLASENCIA.** La actuación prevé restaurar y reutilizar algunos materiales originales, como la madera, el acero roblonado y parte de las tejas de las cubiertas. En la imagen, pérgola de la estación.



Marcos Moreno, uno de los ganadores de un fin de semana con un eléctrico puro (Renault ZOE) en el concurso de la Semana de Movilidad Sostenible de Ineco 2020.



**PANELES SOLARES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE**

Ineco apuesta por las energías renovables y la movilidad sostenible. Así, dispone de la instalación solar fotovoltaica situada en la sede del Paseo de la Habana, en Madrid; y, actualmente, ofrece a los empleados descuentos en vehículos sostenibles y aparcamientos para bicicletas con la intención de fomentar su uso en el desplazamiento al centro de trabajo. En 2020, se ha organizado la primera Semana de la Movilidad Sostenible, que se celebrará anualmente.

# Por un entorno saludable y sostenible

La sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente son aspectos fundamentales en la actividad de Ineco, que ha intensificado su lucha contra el cambio climático convirtiendo el desarrollo sostenible en uno de los pilares sobre los que se asienta su Plan Estratégico Atenea 2019-2022.

Por **Sofía Lombardo**, ingeniera química y **Bertrán Visado**, licenciado en Ciencias Ambientales

Lograr un ambiente sostenible es uno de los desafíos más importantes a escala global y que Ineco asume en toda su actividad, tanto con sus clientes como con los empleados y la sociedad en general. La compañía cuenta con una amplia experiencia diseñando planes estratégicos, así como planes de movilidad urbana, desde una perspectiva global y bajo aspectos clave como la seguridad, la resiliencia, el acceso equitativo, la intermodalidad y la eficiencia.

La contribución de la compañía a la lucha contra el cambio climático se ha intensificado en los últimos años, con la participación en proyectos como el Plan de Lucha contra el Cambio Climático de Adif, la Estrategia de Cambio Climático de Aena o los relativos al suministro de energía ferroviario o de certificaciones energéticas de edificaciones.

Entre los proyectos desarrollados para mejorar la calidad de vida de la sociedad destacan, por ejemplo, los ma-

pas estratégicos de ruido, los estudios de contaminación atmosférica e hidrológicos o las direcciones técnicas de obras civiles. Cabe mencionar también la contribución en el diseño de infraestructuras inclusivas y en el desarrollo de muchos proyectos donde se llevan a cabo procesos de participación pública.

Esta actividad viene a dar respuesta al incremento de la preocupación de las administraciones públicas y de la sociedad en general por la sostenibilidad en



FOTO\_INECO

línea con la Estrategia Española de Movilidad Sostenible (EEMS) del MITMA, el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, una marco nacional que promueve un modelo económico bajo en carbono y la reducción del consumo energético, con criterios de equidad social y reparto justo de la riqueza.

**ACTIVIDADES CON LOS EMPLEADOS**

En este contexto, Ineco promueve entre sus empleados el cuidado del entorno y la responsabilidad social, de acuerdo con los valores y principios que rigen el Pacto Mundial de las Naciones Unidas, al que está suscrita desde 2008. Ejemplo de ello



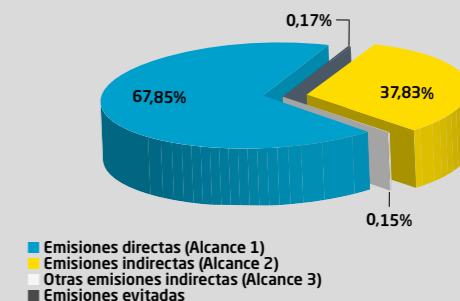
FOTO\_ELVIRA VILA

Ineco entrega cada año el Premio de Medio Ambiente al mejor proyecto desarrollado en la empresa. Arriba, el equipo premiado en 2019, Agustín Roldán, Mirela Vladovic y Mirian Pinilla, junto al subdirector Bertrán Visado. A la izquierda, campaña para reducir el consumo de vasos de plástico.

**IMPACTO AMBIENTAL DE INECO**

La huella de carbono de la compañía en el año 2019 se ha rebajado a un total de 9.355 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. Ello implica una reducción de la huella por persona de 3,27 en 2018 a 2,47 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente/ empleado en 2019, y una reducción de la huella por facturación de 34,77 a 30,71 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente/€ facturado.

Huella de Carbono de Ineco (tCO<sub>2</sub> eq)



En la campaña de reforestación en la Sierra de Gredos se plantaron 750 árboles.

**REFORESTACIÓN DE ÁRBOLES EN GREDOS**

Para reducir el impacto en el medio ambiente y luchar contra el cambio climático, así como promover los ODS, en 2019, Ineco compensó parte de su huella de carbono mediante la reforestación de especies autóctonas como pino, abedul y serbal del Parque Regional de Sierra de Gredos (Ávila). Los 750 árboles plantados en el monte Orzaduro absorberán un total de 135 Tn de CO<sub>2</sub> en un periodo de 40 años\*.

\*Según los valores de referencia incluidos en el Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de CO<sub>2</sub> del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

son algunas de las actividades que se han desarrollado en los últimos años, como la celebración anual de la Semana del Medio Ambiente con motivo del Día Mundial del Medio Ambiente, el 5 de junio, que incluye talleres, charlas, voluntariados, concursos y otras iniciativas, siempre centradas en la temática definida por la ONU cada año.

La compañía organiza también el Premio de Medio Ambiente, una convocatoria anual en la que se busca el mejor proyecto con beneficios medioambientales desarrollado en la empresa. Algunos de los que han ganado en los últimos años son: la instalación de convertidores recuperadores de energía de frenado regenerativo en varias subestaciones de la red ferroviaria convencional (2017), el sorteo entre los empleados de equipos informáticos en desuso (2018), y la creación del 'gemelo digital' (Autovía A-76) para la modernización en la gestión ambiental de infraestructuras (2019). ■

FOTO\_BOSQUES SOSTENIBLES ESPAÑA



Todos los castillos, con independencia de su estado de conservación, están protegidos por el Estado bajo la Ley de Patrimonio Histórico para impedir su destrucción.



CASTILLO DE COCA

FOTO: ANDRÉS M. QUESADA / WIKIPEDIA

# El reino de los castillos

Tras la llegada de los musulmanes a la Península Ibérica a través del Estrecho de Gibraltar, en el año 711, se inició un largo periodo de casi ocho siglos conocido como la ‘Reconquista’, durante el que los reinos cristianos fueron avanzando de norte a sur, ganando lentamente terreno. La etapa termina con la victoria de los Reyes Católicos, Isabel de Castilla y Fernando de Aragón, sobre el último baluarte musulmán, el reino de Granada, en 1492, fecha del Descubrimiento de América, que pone fin a la Edad Media y marca el inicio de la Edad Moderna. Hasta ese momento, y a partir del siglo VII, el avance de los primitivos reinos peninsulares, iniciado en lo que hoy es Asturias, dejó su huella en forma de múltiples edificaciones con fines defensivos o de vigilancia: torres, murallas, ciudadelas y, sobre todo, castillos.

La historia de España está escrita en sus cerca de 20.000 fortificaciones, de las que se estima que unas 2.600 son castillos medievales genuinos, construidos entre los siglos VIII y XVI.

Por **ITRANSPORTE**

Entretanto, los musulmanes también construyeron sus propios palacios, como el alcázar de Sevilla (siglo X), o la Aljafería de Zaragoza, del siglo XI. Entre las fortificaciones destacan las alcazabas o ciudadelas amuralladas, equipadas tanto para uso residencial como defensivo, y situadas en núcleos urbanos, como las de Almería, Mérida, Tarifa, Badajoz, Málaga o Calatrava la Vieja, en Ciudad Real.

En el contexto medieval, con una sociedad rural estructurada en señoríos y con monarquías aún incipientes, el castillo, a menudo edificado sobre antiguos fuertes romanos, era el refugio de nobles y campesinos ante los largos asedios. La aparición de las armas de fuego de largo alcance, a partir de mediados del siglo XV, transformó por completo las tácticas y estrategias militares y los castillos perdieron su función inicial.

Los elementos arquitectónicos más característicos de un castillo medieval son: la ubicación en un punto elevado del terreno; un recinto amurallado con patio de armas, alojamientos, establos, aljibes y otras dependencias; y la torre del homenaje, de la que carecen los fuertes islámicos. Un vistoso ejemplo es la del castillo de la Mota, en Valladolid, de 40 metros de altura, o las del castillo morisco de Burgalimar, en Baños de la Encina (Jaén),

añadidas por los cristianos tras la toma de la plaza, a principios del siglo XIII.

Los castillos peninsulares solían contar también con un foso (Castillo de Coca, Segovia); puertas protegidas con refuerzos metálicos, rastrillos, barbicanas o antemuros y puentes levadizos. Los muros y torres disponen de almenas para los arqueros y otros elementos

defensivos como los matacanes (salientes en los muros para dar ventaja a los defensores).

La importancia de estas construcciones es tal que dieron su nombre a uno de los antiguos reinos cristianos, la Corona de Castilla, a las actuales comunidades autónomas de Castilla y León y Castilla-La Mancha, y a la ciudad y provincia de

Castellón. Numerosas poblaciones incorporan hoy la denominación ‘castillo’ en sus topónimos, o bien alguno relacionado –como torre, torrejón, etc.– o sus versiones árabes: alcalá, alcázar, alcocer, etc. Algo similar ocurre con el apellido ‘Castillo’, que en España ocupa el número 44 entre los 100 más usuales, según el Instituto Nacional de Estadística.

A diferencia de muchos castillos centroeuropeos, propiedad de los señores feudales, en la Península la propiedad de los castillos en la Edad Media solía ser de la Corona, que los ponía bajo la autoridad de un alcaide. A partir de los siglos XV y XVI los monarcas encomendaron su defensa a familias nobles (Manzanares el Real, Madrid) o a órdenes militares, como los caballeros de San Juan (Peñarrroya en Argamasilla de Alba, Ciudad Real; Consuegra, en Toledo) o la Orden del Temple (castillo de Ponferrada, en León) que construyó a su vez el castillo de Peñíscola, en Castellón. ■

## CASTILLOS AUTÉNTICOS...

Los principales rasgos diferenciadores que distinguen a un genuino castillo medieval de otras grandes construcciones palaciegas son dos, según los expertos: su finalidad militar, que condiciona su diseño y ubicación, y que el origen de su construcción se sitúe entre los siglos VIII y XVI. Así, por ejemplo, los define la Asociación para la Recuperación de los Castillos en Aragón (ARCA), que considera que, a partir del Renacimiento, muchas construcciones deben ser denominadas “fuertes” o palacios, pero no estrictamente castillos. Lo cierto es que, a falta de cifras oficiales, según el inventario de la Asociación Española de Amigos de los Castillos, en España hay actualmente unas 20.000 construcciones de uno u otro tipo, en todos los estados de conservación. De ellas, se estima que unas 2.600 son castillos medievales.

Entre los que mejor conservan sus estructuras originales destacan los de Gormaz, en Soria, de estilo árabe, con el mayor perímetro amurallado de Europa; Consuegra, en Toledo, de estilo románico (siglo XII) o Manzanares el Real, en Madrid, iniciado en el siglo XV.

FOTO: TURISMO DE ARAGÓN

FOTO: PARADORES

FOTO: WIKIPEDIA

FOTO: WIKIPEDIA

FOTO: TURISMO DE PONFERRADA

FOTO: WIKIPEDIA

FOTO: WIKIPEDIA



CASTILLO DE LOARRE



PARADOR DE CARDONA



CASTILLO DE BELMONTE



CASTILLO TEMPLARIO DE PONFERRADA



CASTILLO BURGALIMAR



CASTILLO DE GORMAZ



CASTILLO DE MANZANARES EL REAL



ALCÁZAR DE SEGOVIA

FOTO: WIKIPEDIA

## ...Y NO TANTO

La fascinación que despiertan los castillos medievales se refleja en algunas construcciones (o reconstrucciones) contemporáneas que los imitan. En el siglo XIX, el romanticismo puso de moda lo medieval; así, se edificaron los castillos de Bendinat en Calviá (Mallorca), de estilo neogótico; o el de Láchar, en Granada. Más modernos aún son los de San José de Valderas, en Alcorcón (Madrid), de principios del siglo XX, o el de Cebolleros, en Burgos, construido artesanalmente desde finales de 1978 por un particular, de manera similar al de la catedral de Mejorada del Campo, en Madrid. Otros son fruto de reconstrucciones de castillos auténticos hechas sin rigor histórico o añadiendo elementos arquitectónicos y decorativos de otras épocas, países o estilos, con resultados estéticos variables (castillos de Butrón, en Gatica, Vizcaya; y Olite, en Navarra, entre otros).

# Cuando el objetivo es tu bienestar

El principal objetivo del trabajo de la Subdirección de Administración, Relaciones Laborales y Seguridad de Ineco es garantizar la seguridad y la salud de todos los empleados de la compañía.



El equipo de Seguridad y Salud de Ineco en el acceso a las oficinas centrales de la compañía en Madrid.

FOTO\_ELVIRA VILA

“La crisis sanitaria nos obliga a adaptarnos de manera continua a la nueva realidad en cada uno de los países donde tenemos presencia”

LUIS JANEIRO, subdirector de Administración, Relaciones Laborales y Seguridad de Ineco

La crisis sanitaria ha puesto a prueba a toda la compañía y en particular a los responsables de prevención en seguridad y salud, que se han visto obligados a garantizar entornos de movilidad y trabajo seguros, adoptando medidas en cada uno de los lugares donde está presente Ineco. Para evitar el contagio y la propagación del SARS-CoV-2 se han establecido escenarios de escalada y desescalada adaptados a cada país y, sobre todo, a las necesidades de los clientes.

El equipo, formado por expertos en seguridad y prevención de riesgos laborales, en relación con las disciplinas preventivas de seguridad en el trabajo, higiene indus-

trial y ergonomía y psicología aplicada, ha afrontado estos meses la puesta en marcha de distintos protocolos y medidas laborales con las que, gracias a la colaboración de todos los empleados, se ha conseguido mantener una incidencia de la enfermedad inferior al 2,4 % de la plantilla.

Para gestionar la vuelta al trabajo presencial, Ineco ha desarrollado una solución de consultoría estratégica basada en tecnología y explotación de datos, a través de las herramientas BIM, para definir distancias de seguridad en puestos de trabajo, espacios comunes o espacios de circulación, y GIS, para la visualización de desplazamientos en tiempo real, entre otros. ■

## CLAVES CONTRA LA COVID-19

- 1** MAMPARAS, CARTELERÍA, SEÑALÉTICA, DISPENSADORES DE GEL HIDROALCOHÓLICO, CÁMARAS TÉRMICAS, ETC.
- 2** COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES CON CLIENTES EN 5 CONTINENTES.
- 3** MÁS DE 2.800 SEROLOGÍAS, A ESCALA NACIONAL E INTERNACIONAL.
- 4** 19.000 GUANTES Y 75.173 MASCARILLAS PARA TODA LA PLANTILLA.
- 5** MÁS DE 3.400 CURSOS DE FORMACIÓN SOBRE LA COVID-19.
- 6** ATENDIDAS MÁS DE 3.000 CONSULTAS EN RELACIÓN A LA COVID-19.
- 7** IMPLANTACIÓN DE UN SERVICIO MÉDICO ASISTENCIAL.



# Ayúdanos a cuidarte en tu viaje

Los aeropuertos de Aena han implementado todas las medidas de seguridad frente a la COVID-19. Pero no olvides que tu colaboración es necesaria.

Es muy importante que te informes en [infocovid19.aena.es](https://infocovid19.aena.es) antes de volar.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD  
Y AGENDA URBANA

# ENAIRe

Comprometidos con la sociedad.  
Seguimos trabajando por un  
espacio aéreo seguro, sostenible  
y eficiente.



ENAIRe Valencia  
VOR (Radiofaro Omnidireccional de muy Alta Frecuencia)