

46

OCTUBRE 2012

TORRE DE CONTROL
**Eldorado dibuja
su nuevo *skyline***

ESTUDIO DEL CORREDOR
**¿Es viable la alta velocidad
entre Haldia y Howrah?**

SISTEMAS DE CONTROL DE TRÁFICO
**España, pionera en ERTMS
para cercanías**

ALTA VELOCIDAD
**El *Yüksek Hızlı Tren* avanza
hacia Estambul**

MARCA ESPAÑA
El mundo se viste de Zara



Editorial



Con el lanzamiento de esta publicación, iniciamos una nueva etapa de la revista de Ineco. A partir de ahora, ofreceremos una visión de nuestros trabajos en tres números al año, con dos ediciones, inglés y español, lo que permitirá una mejor comunicación con todos nuestros clientes del sector internacional.

Una nueva etapa en la revista es también el reflejo de una nueva etapa en la compañía: nuestra presencia, cada vez mayor, en el mercado internacional nos plantea nuevos retos y exigencias para ser más fuertes, ágiles y competitivos.

Hoy, Ineco es algo distinto de lo que ya era en 2007, cuando comenzó la grave crisis económica que sufre nuestro país, y deberá ser distinto en unos años, cuando el proceso que estamos viviendo haya finalizado. Llevamos ya tiempo preparándonos para esta realidad. Así, si el magnífico trabajo de nuestros profesionales ha hecho posible tener un papel esencial en el desarrollo de las grandes infraestructuras realizadas en España, en paralelo, la estrategia de internacionalización ha logrado importantes avances. El año 2011 fue testigo de este esfuerzo, con la adjudicación de la alta velocidad La Meca-Medina como máxima expresión del buen trabajo realizado.

Ahora nos toca acelerar el paso y llevar a cabo la transformación definitiva de nuestra empresa, necesaria para la viabilidad y proyección de futuro. Nuestro objetivo es el crecimiento, hacernos más grandes en el mundo, más competitivos, más imprescindibles allá donde se necesite una gran infraestructura.

Esperamos seguir contando con el interés de nuestros clientes y amigos lectores, a los que mantendremos puntualmente informados de nuestros proyectos y trabajos.

Pablo Vázquez Vega

Presidente de Ineco

Exportamos ingeniería al mundo

En Ineco llevamos años desarrollando proyectos de ingeniería y consultoría de transporte con un único objetivo, mejorar la movilidad de los ciudadanos en cualquier lugar del mundo.

ineco
www.ineco.com

Soluciones integrales en transporte.
Aeronáutico - Ferroviario - Transporte urbano - Carreteras - Puertos

* Trabajo y placer unidos
hasta que el vuelo de vuelta nos separe



Sumario

32

LÍNEA ANKARA-ESTAMBUL El Yüksek Hızlı Tren avanza hacia Estambul

Ineco participa en uno de los grandes proyectos ferroviarios de Turquía: la adaptación de la línea Ankara-Estambul a velocidades de hasta 250 km/h.

06 | NOTICIAS

Ineco coordina las obras de la circunvalación de São Paulo

Arrancan los trabajos del AVE de los Peregrinos

Mantenimiento del sistema ICECOF en México

10 | TORRE DE CONTROL

Eldorado dibuja su nuevo skyline

16 | ESTUDIO DEL CORREDOR

¿Es viable la alta velocidad entre Haldia y Howrah?

20 | SISTEMA DE CONTROL DE TRÁFICO

España, pionera en ERTMS para cercanías

24 | PREVENCIÓN EN VÍAS SECUNDARIAS

El examinador examinado

28 | POSICIONAMIENTO EN AERÓDROMOS

Vigilancia sin puntos ciegos

37 | ESPACIOS SOSTENIBLES

Pegaso City despliega sus alas

38 | SISTEMAS DE GESTIÓN DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Cerco a los riesgos

42 | ARQUITECTURA DE REDES

MPLS, tecnología de alta velocidad

44 | AUTOPISTA GUADALAJARA-COLIMA

Una vía que amplía horizontes

Puentes a punto

48 | MARCA ESPAÑA

El mundo se viste de Zara

Edita INECO

Paseo de La Habana, 138 - 28036 Madrid - Tel. 91 452 12 56
www.revistaitransporte.es

Directora: BÁRBARA JIMÉNEZ-ALFARO
(barbara.jimenez@ineco.es)

Redacción: LIDIA AMIGO (lidia.amigo@ineco.es)

Comité de redacción: MIGUEL BLANCO, FRANCISCO FRAILE, LOURDES GONZÁLEZ, VIOLETA LARRAD, BEATRIZ MILLÓN, PILAR MORÁN, FRANCISCO OLMEDO, RAÚL RUBIO

Diseño: ESPACIO28004 / Mariano Serrano, Juanjo Jiménez

Imprime: GRÁFICAS 82

Depósito Legal: M-26791-2007

©Ineco. Todos los derechos reservados 2012. Para la reproducción de artículos, por favor, contacten con la directora.

IMAGEN DE PORTADA: Infografía de la futura torre de control del aeropuerto de Eldorado. Estudio GOP. Bruce Fairbanks.

Noticias

Ecuador



Mejora vial, consultoría y anteproyecto

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador ha encargado a Ineco los trabajos de estructuración técnica, jurídica y financiera para la concesión vial entre Santo Domingo y Esmeraldas. La futura concesión de 185 kilómetros conecta Santo Domingo, en el centro-norte del país, con la ciudad porteña de Esmeraldas, al noroeste. El proyecto da respuesta a la problemática vial del país y tiene el objeto de proceder a ampliar y modernizar la infraestructura y el servicio que presta este corredor dentro de la red vial estatal. Ineco está llevando a cabo desde 2011 el Plan Nacional Estratégico de Movilidad y Transporte de Ecuador y cuenta con una oficina en Quito, y un equipo permanente formado por cuatro técnicos.

En la imagen, Pedro Saldaña y Jonás Casquero, ingenieros de Ineco desplazados a Ecuador para el proyecto. «

Arabia Saudí



Los miembros del consorcio durante la firma de los avales en Madrid.

NUEVA SEDE OPERATIVA EN JEDDAH Arrancan los trabajos del AVE de los Peregrinos

El consorcio hispano-saudí Al Shoula Group ha obtenido el *Notice to Proceed* de SRO (*Saudi Railways Organization*) para iniciar la II fase del proyecto *Haramain High Speed Railway*, que unirá las ciudades santas de La Meca y Medina. El consorcio cuenta con una provisión de bonos y avales por un importe de 664 millones de euros a través del sindicato formado por los bancos BBVA, Banesto, Banco de Sabadell, Crédit Agricole CIB, Sucursal

en España, CaixaBank y Deutsche Bank, SAE. El diseño y la organización financiera han sido liderados por Banesto y Crédit Agricole CIB.

Por otro lado, el consorcio ha estrenado oficinas en Madrid y sede operativa en Arabia Saudí: un moderno edificio de ocho plantas situado en Jeddah que ha sido acondicionado por un equipo de arquitectos de Ineco. Las empresas españolas compartirán las oficinas con la SRO y la firma supervisora, Dar Al-Handasah. «

España / Galicia

Avances en el Eje Atlántico

Tras finalizar la excavación del último túnel del Eje Atlántico de alta velocidad, continúan las obras en los tramos A Vacariza-Rialíño y Rialíño- Padrón, en el que Ineco lleva la asistencia técnica y la coordinación de las obras en todo el corredor, que cuenta con un total de 32 viaductos y 37 túneles. «



Nueva sede operativa del consorcio español en Sultan Street (Jeddah).

Brasil

UNO DE LOS MAYORES PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS Ineco coordina las obras de la circunvalación de São Paulo



Pablo Vázquez, presidente de Ineco, durante su visita a las oficinas de Ineco en Brasil.

El consorcio liderado por Ineco, junto con la ingeniería brasileña EBEL, prestará apoyo a la empresa mixta DERSA (Desenvolvimento Rodoviário S.A., participada por el Estado de São Paulo) en la coordinación de la treintena de contratos y diferentes organismos que intervienen en las obras, que se iniciarán a partir de 2013 y se prevé concluyan en 2016. Con la ejecución del tramo norte se cerrará la autovía de 177 kilómetros que circunvala la ciudad, y por la que circulan cada día 65.000 vehículos.

El anillo, conocido como Rodoanel Mário Covas, se inauguró en 2002. El último tramo pendiente de ejecutar es el norte, de 43,86 kilómetros y el de mayor complejidad de trazado. Está diseñado para una velocidad máxima de 100 km/h, contará con tres y cuatro carriles, según

las zonas, y requerirá de la construcción de siete túneles y 111 puentes y viaductos. Ineco coordinará, entre otras actividades, la planificación del proyecto, las expropiaciones y las actuaciones medioambientales. «

Estudio de los sistemas de transporte en São Paulo

Ineco, en UTE con Sistran Engenharia e Ineco do Brasil, ha iniciado un estudio de nuevas tecnologías de propulsión para reducir la contaminación en los sistemas de transporte de media y baja capacidad (autobuses y trolebuses) del Estado de São Paulo. El estudio, contratado por la Asociación Nacional de Transportes Públicos de Brasil, analizará los sistemas biodiesel, etanol, eléctrico, etc., e incluirá un plan de implantación.

Fomento impulsa la austeridad y la liberalización del transporte

Los presupuestos del Ministerio de Fomento para 2013 prevén una inversión de 10.161 millones de euros, de los que el 47%, 4.705 millones, se destinarán al ferrocarril. Del resto, se da prioridad a las actuaciones de conservación y a las que potencien la intermodalidad, como los accesos ferroviarios a los puertos o las 'autopistas del mar'.

La ministra Ana Pastor también ha presentado el Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda 2012-2024 (PITVI). Algunos puntos clave del Plan son la liberalización del transporte ferroviario de viajeros o el aumento de la participación privada.



Kuwait



Nuevo complejo industrial en Shadadiya

Tras la presentación de los pliegos para el concurso de construcción de la zona industrial de Shadadiya, en las afueras de Kuwait, Ineco continúa avanzando con la asistencia técnica a la máxima autoridad kuwaití de planificación y desarrollo industrial, *Public Authority for Industry (PAI)* para poner en marcha la construcción de este inmenso complejo situado a unos 25 kilómetros al suroeste de la ciudad de Kuwait.

La compañía ha llevado a cabo tanto el diseño conceptual de la zona industrial, como toda la documentación técnica del proceso de concurso del proyecto, desde el lanzamiento de la precalificación hasta la elaboración de los pliegos. Además, como *project manager*, Ineco ha coordinado a los socios españoles y kuwaitíes para la realización de los trabajos. «

Noticias

FERIAS | Innotrans 2012



Cita internacional del sector ferroviario

Ana Pastor, ministra de Fomento, ha visitado junto al presidente de Ineco, Pablo Vázquez, el stand de la compañía en InnoTrans, la feria internacional de tecnología ferroviaria más importante del mundo, que cuenta con unos 100.000 visitantes. En esta edición, Ineco está presente de la mano de Mafex, junto con otras 50 empresas españolas.

En la imagen, la ministra con el presidente y directivos de Ineco, de Mafex, el embajador de España en Alemania y la consejera comercial.

Proyecto de innovación

Eurocontrol seleccionó como finalista, entre más de 50 propuestas, un proyecto de Ineco sobre integración de datos meteorológicos en sistemas de preparación de vuelos. El concurso europeo SWIM Master Class premia nuevas aplicaciones para la gestión del tráfico aéreo (ATM).

México



NUEVOS TRABAJOS EN MÉXICO

Mantenimiento del sistema ICECOF

Ineco ha firmado un contrato con Adif para el mantenimiento del sistema ICECOF, herramienta informática desarrollada por Adif para la gestión y análisis de incidencias relacionadas con la operación del tráfico ferroviario. Adif ha

implantado y adaptado este sistema para los Ferrocarriles Suburbanos de México (empresa encargada de la operación ferroviaria entre los Estados de México y su Distrito Federal) e Ineco se encargará de su mantenimiento.

Taller de seguridad operacional en La Paz

Por otro lado, técnicos del área aeronáutica de la compañía han impartido un seminario-taller de seguridad operacional a personal de GAP (Grupo Aeroportuario del Pacífico) en el

aeropuerto internacional de La Paz en México (Baja California). El objetivo fue la capacitación en Sistemas de Gestión de Seguridad Operacional y en Estudios Aeronáuticos de Seguridad.



El avión solar visita España

El avión Solar Impulse visitó España el pasado julio. En la imagen, los pilotos e iniciadores del proyecto, los suizos Bertrand Piccard y André Borschberg, con Manuel Sauca, director, y Ángel Villa, jefe de división, ambos de la Dirección Internacional de Transporte Aeronáutico de Ineco, durante un acto de presentación.

AERONAUTICAL TECHNICAL TRAINING

A new e-learning challenge

CURSOS EN ABIERTO

Desarrollados con el fin de cubrir los conocimientos generales en el ámbito de la navegación aérea y/o entorno aeroportuario.

Los cursos en abierto ofrecidos son:

- Introducción al entorno AMT.
- Vigilancia ATC.
- Navegación aérea.
- Comunicaciones aeronáuticas.
- Procesamiento de datos aeronáuticos.

Estos cursos se basan en las principales recomendaciones internacionales para la formación en navegación aérea (OACI, Eurocontrol).

CURSOS A MEDIDA

Aeronautical Technical Training también realiza cursos atendiendo a las necesidades específicas del cliente. Para ello, se elabora el diseño gráfico personalizado y se desarrollan los contenidos formativos adaptados a cada cliente.

Los cursos multimedia resultantes cumplen el estándar SCORM 1.2 siendo, por tanto, compatibles con las principales plataformas de formación on-line.

- **Ineco**, ingeniería y consultoría en aeropuertos y navegación aérea, con más de 15 años de experiencia en el campo aeronáutico.
- **Structuralia**, escuela de formación especializada en Infraestructuras, Energía e Ingeniería, perteneciente a Kaplan, con más de 11 años de experiencia en e-learning.

Para más información:
info@aeronauticaltraining.eu
www.aeronauticaltraining.eu

ineco
www.ineco.com

structuralia
formación especializada

KAPLAN

Structuralia is part of Kaplan, a leading global provider of educational services

www.structuralia.com

Eldorado dibuja su nuevo skyline

Nueva torre de control del aeropuerto internacional de Bogotá

Por **Roberto Serrano**, ingeniero aeronáutico (jefe de Edificación Aeroportuaria), **Víctor Quiñones**, ingeniero aeronáutico (Dirección de Sistemas CNS) y la colaboración de **Juliana Sánchez**, directora del proyecto de Aerocivil

Ineco y la firma española GOP se encargan del estudio y diseño de la arquitectura y el equipamiento técnico de un edificio que aspira a convertirse en un icono tecnológico y arquitectónico de la capital colombiana.

En 2009 arrancó el proceso de ampliación del aeropuerto internacional Eldorado, situado a 16 kilómetros del centro de Bogotá, la capital colombiana. La ampliación se encuentra en su ecuador y concluirá hacia 2014 para responder a la creciente demanda de transporte aéreo y a la expansión económica del país. Eldorado ocupa el primer puesto de Latinoamérica por volumen de carga –648.000 toneladas registradas en 2011– y el tercero por pasajeros, con 20,4 millones.

Esta capacidad se duplicará cuando entren en servicio las nuevas instalaciones, que incluyen una nueva torre de control. La actual será demolida a finales de 2013 como parte del proceso de construcción de la nueva terminal internacional, de 104.000 m², y la ampliación de la plataforma de estacionamiento de aeronaves, que pasará de 21 a 33 posiciones. También se están renovando las calles de rodaje, se está construyendo un viaducto para la entrada de vehículos y 1.500 nuevas plazas de aparcamiento.

En 2011, Aeronáutica Civil de Colombia (Aerocivil) sacó a concurso público los estudios y diseños arquitectónicos, civiles y de equipamiento para la construcción de la nueva torre. Ineco, en consorcio con la empresa española GOP –encabezada por

el arquitecto Bruce S. Fairbanks, que ha diseñado la mayor parte de las torres construidas en España durante la última década– resultó adjudicataria del proyecto.

Emplazamiento equidistante

Eldorado dispone de dos pistas paralelas 13L/31R y 13R/31L de 3.800 metros de longitud, entre las que se encuentra el área de la terminal y las demás instalaciones aeroportuarias. La ubicación de la torre propuesta por Aerocivil, se encuentra equidistante a las cuatro cabeceras, y en una posición estratégica.

Para determinar su altura adecuada y ratificar el emplazamiento seleccionado por Aerocivil, se realizaron varios estudios previos, entre ellos los del impacto en los procedimientos de aterrizaje y despegue; los estudios de visibilidad (LOS, *Line Of Sight*) del área de maniobras desde la cabina de la torre, el impacto sobre las servidumbres aeronáuticas y la optimización

La nueva torre forma parte del actual proceso de ampliación, que concluirá hacia 2014, para responder a la creciente demanda

de las prestaciones de cobertura del SMR (*Surface Movement Radar*) colocado en la parte superior de la torre. Tras analizar los resultados, se decidió fijar la altura en 80 metros, lo que la sitúa entre las más altas del mundo. «

Diseño conceptual

Precisamente, esta gran elevación y su localización en el centro del recinto harán visible la torre desde una gran distancia. De ahí que se haya prestado especial atención al diseño conceptual de un edificio que aspira a ser no solo una instalación al servicio de la navegación aérea, sino también todo un icono arquitectónico para el aeropuerto y la ciudad de Bogotá.

Con el objeto de enfatizar esta cuestión, en las fases preliminares del proyecto se analizó a fondo la historia, el folclore y las tradiciones del área que rodea la ciudad, conocida como Sabana de Bogotá. Así, se estudió la leyenda de El Dorado y la cultura muisca, en la que la representación de animales tiene gran relevancia simbólica, principalmente serpientes enroscadas. El diseño del exterior de la torre –un fuste de hormigón cubierto por una estructura formada por dos espirales de acero– se inspira en estas imágenes. Al mismo tiempo, su forma troncocónica evoca las figuras votivas llamadas tunjos, representaciones alargadas de seres humanos. Estos elementos se reproducen en el diseño arquitectónico, con el doble fanal de 14 metros de diámetro totalmente acristalado que corona el fuste. «

Distribución de espacios

El edificio anexo de la base de la torre se conecta mediante pasarelas y patios al fuste central. En el exterior, cuenta con accesos y un aparcamiento. La distribución de espacios propuesta se basa en la experiencia en edificios similares y a la previsión del volumen del equipamiento a instalar. Dispone de unos 2.000 m², distribuidos en dos plantas y un sótano.

En la segunda planta se ubican las oficinas para la jefatura de torre, las aulas de la unidad de instrucción y las zonas de descanso. En el fuste se han dispuesto varias plantas intermedias para evacuación, mientras que en la parte superior se sitúan plantas técnicas (radioenlaces, equipos de comunicaciones aeronáuticas y de aire acondicionado).

Por requerimientos operacionales del aeropuerto y con el propósito de centralizar el control y gestión de aeronaves, el fanal está compuesto por una doble cabina, una encima de la otra. En la inferior, se ubicará el Servicio de Dirección de Plataforma, y, en la superior, el Control del Tráfico Aéreo. A su vez, sobre el fanal se dispone el campo de antenas y el radar de superficie, que eleva el punto más alto de la torre hasta los 89 metros de altura. «

INSPIRADA EN EL ENTORNO

El diseño troncocónico se inspira en las figuras votivas de la cultura muisca, propia de la zona, que representa figuras humanas alargadas. Sus 89 metros (contando el campo de antenas y el radar de superficie) la convierten en una de las torres más altas del mundo.



Eldorado, situado a 2.545 metros de altitud y con un elevado tráfico, requiere los sistemas de navegación aérea más avanzados

Instalaciones

El edificio se proyecta dotado de todas las instalaciones necesarias para su adecuado funcionamiento y de acuerdo con la normativa colombiana e internacional. A las instalaciones habituales se suman otras que revisten especial importancia en la construcción de una torre de control. Es el caso de la instalación eléctrica, que soporta el envío y recepción de señales, de importancia crítica para la navegación aérea. Por ello

Otra instalación esencial es la climatización: al sistema convencional, se añadirán elementos de climatización de precisión

cuenta con una acometida de red dotada con un grupo electrógeno en previsión de un fallo de la red y diversos puntos de apoyo localizados en las inmediaciones de las cargas críticas a alimentar, mediante unidades de continuidad. Otra de las instalaciones esenciales, por la sensibilidad de los equipos de una torre, es la climatización. Además del sistema convencional, con elementos VRV (Volumen Refrigerante Variable), las salas técnicas dispondrán de elementos de climatización de precisión.»

Diseño estructural

La actividad sísmica de la zona ha condicionado el cálculo de estructuras y lo ha convertido en todo un reto de ingeniería (ver recuadro). Después del estudio de varias alternativas, se optó por una piel exterior de acero unida a un fuste interior de hormigón.

El edificio anexo, se resuelve mediante pórticos, también de hormigón. Debido a la mala calidad del terreno, la excavación deberá realizarse en seco, ejecutando previamente una pantalla perimetral de impermeabilización de cemento-bentonita. Para asegurar la resistencia frente a vibraciones y oscilaciones se realizó una maqueta a escala, que se probó dentro del túnel de



viento de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos de Madrid. Los buenos resultados de estos ensayos corroboraron el acierto en la elección de la tipología estructural.»

Estudio geotécnico del terreno

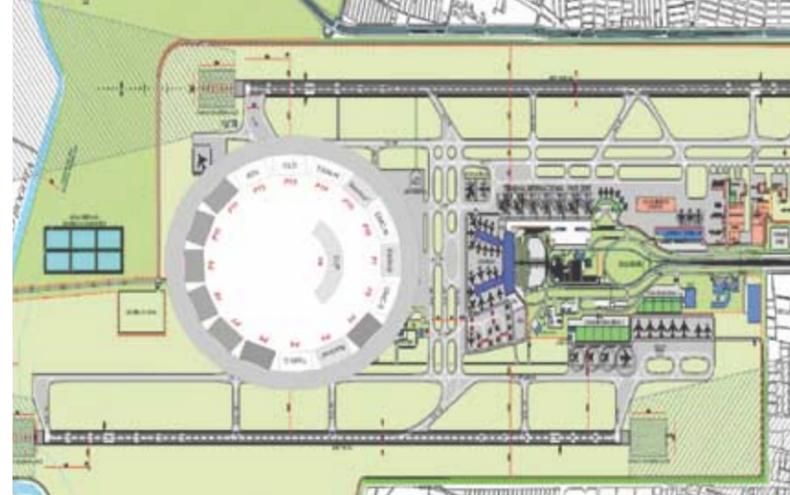
Otra de las labores del equipo multidisciplinar de Ineco ha sido prestar asistencia para el diseño de la campaña geotécnica y las cimentaciones.

El aeropuerto Eldorado se encuentra sobre el depósito lacustre de la Sabana de Bogotá. Este terreno está constituido por la denominada arcilla de Bogotá de la formación Sabana, compuesta realmente no solo por arcilla, sino también por limos arcillosos. El nivel freático (aguas subterráneas) en la zona es bastante superficial, un metro de profundidad.

■ Para investigar el subsuelo en la zona donde se ubicará la torre de control, se realizaron dos sondeos mecánicos a rotación que alcanzaron 46 metros

de profundidad. Los resultados de los ensayos de laboratorio revelaron una consistencia muy blanda de estos suelos en todo el espesor estudiado. Sin embargo, a pesar de su aparente alta deformabilidad, se ha observado, tanto en esta investigación como en otras realizadas en el entorno del aeropuerto, que estos materiales presentan una cierta preconsolidación

■ En la práctica, esto significa que los asientos (desplazamientos del terreno) que se producen son más reducidos de lo que podría esperarse, siempre que la carga que se transmita al terreno sea inferior al valor de preconsolidación. Así ocurre con la carga proyectada.



Izquierda: maqueta en el interior del túnel de viento. Centro: esquema de puestos de control. Derecha: Vista del campo de vuelos desde la torre actual.

Navegación aérea

Otro de los aspectos fundamentales del proyecto ha sido la determinación de los sistemas de navegación aérea y la elaboración de las especificaciones técnicas, de manera que Aerocivil pueda licitar su adquisición.

La torre de control es una infraestructura que debe ser equipada convenientemente para cumplir con su misión primordial, es decir, proporcionar a los controladores de tráfico aéreo las herramientas y medios técnicos para realizar la gestión y el control del tráfico aéreo de manera segura y eficiente. Para ello se ha contado con un equipo de especialistas en gestión de tráfico aéreo (ATM) y en

sistemas de control, comunicaciones, navegación y vigilancia (ATC/CNS). **Los sistemas de navegación** de un aeropuerto y las funcionalidades que deben ofrecer se determinan de acuerdo a las necesidades operativas y al tráfico aéreo existente y futuro. Para ello, un equipo de especialistas en gestión ATM, compuesto de ingenieros y controladores expertos, evalúan y analizan la operativa del aeropuerto, es decir, cómo se gestionan los aterrizajes, despegues y otros movimientos de las aeronaves. Tras estos análisis se detectan las áreas de mejora y se establece la operativa óptima (roles de control, ubicación en cabina y funcionalidades a proporcionar por

los sistemas de navegación aérea) para gestionar las operaciones aéreas. Una vez hecho esto, los expertos en sistemas ATC/CNS definen los sistemas de navegación aérea necesarios, la tecnología más apropiada y los requisitos técnicos. También dimensionan sus capacidades y prestaciones técnicas y establecen las necesidades en los sistemas colaterales a la torre para que la integración de todos ellos sea factible y se reduzca al mínimo el impacto de la transición en las operaciones (ver recuadro). Por ello, el proyecto incluye también un plan de transición técnico-operativo, que identifica y prevé lo necesario para la puesta en servicio.»

Sistemas de navegación de la nueva torre de Eldorado

La alta complejidad de las operaciones en el aeropuerto de Eldorado debido tanto al entorno geográfico donde se encuentra situado (altitud de 2.545 metros sobre el nivel del mar, montañas cercanas), la alta demanda de operaciones tanto actual como futura y la gran variedad de tipos de aeronaves (turborreactores, turbohélices, aeronaves militares, helicópteros, etc.) hacen necesario que los sistemas ATC/CNS a implantar en la nueva torre de control deban proporcionar las más avanzadas funcionalidades y capacidades en la gestión del tráfico aéreo.

Los sistemas con los que se equipará la nueva torre de control son:

→ Sistema de Control de Tráfico Aéreo con

funcionalidades avanzadas para la gestión y control del tráfico, como control avanzado de aeronaves en superficie (A-SMGCS), ficha de vuelo electrónica (FVE) y funcionalidades para gestionar el despegue (DCL y DMAN); así como integración y tratamiento de información de planes de vuelo. → Sistema de Integración de Información para la posición de control de los subsistemas de: información meteorológica, sistema de información de aeronáutica de área terminal (ATIS) y sistema de información de estado de radioayudas.

→ Sistema de Comunicaciones y Grabación de Voz (SCV) para gestionar y establecer tanto las comunicaciones tierra/aire con las aeronaves como las comunicaciones tierra/

tierra con las dependencias colaterales (aeropuerto, ACC Bogotá).

→ Sistema de Comunicaciones tierra/aire en VHF, que proporciona el equipamiento radio necesario para contactar con las aeronaves.

→ Radar de Superficie (SMR) y sistema de multilateración (MLAT) para proporcionar los sensores de vigilancia necesarios para la funcionalidad A-SMGCS.

→ Nodo de red de datos de navegación aérea, encargado de proporcionar la infraestructura de comunicaciones tierra/tierra necesaria en la torre de control para interconectar los sistemas anteriores con el mundo exterior a través de la RTAN (Red de Telecomunicaciones AeroNáuticas del aeropuerto).

La malla exterior metálica aporta resistencia y simplifica la construcción, lo que es vital en un área de actividad sísmica



Piel de acero

Ineco ha desarrollado el diseño estructural de la nueva torre, para el que ha optado por una malla metálica para recubrir el fuste de hormigón.

Por **Jorge Torrico**, ingeniero de caminos (Jefe de Estructuras) y **Álvaro Ruiz**, ingeniero de caminos (Dirección de Arquitectura, Estructuras e Instrumentación)

La concepción estructural de esta "piel de acero" se ha enfrentado a diversos retos. El más importante, la intensa actividad sísmica de la región, con una aceleración de cálculo de 0.5 g. A esta circunstancia se unen la elevada altura de la torre y la esbeltez del fuste interior, la debilidad del terreno portante –compuesto fundamentalmente por arcillas blandas– la necesidad de adecuarse a los medios y capacidades constructivas habituales en Colombia y un plazo de ejecución muy reducido. Todos estos condicionantes han llevado a plantear la estructura exterior como un elemento resistente más, capaz de aportar rigidez frente a las exigencias del viento y la actividad sísmica.

Inicialmente, se planteó recurrir al hormigón como material de construcción, por su mayor rigidez estructural y moldeabilidad, y por la tradición en construcción con hormigón armado y pretensado existente en Colombia, aunque tras sopesar sus ventajas e inconvenientes, la solución elegida fue finalmente una estructura metálica, que incorpora la versatilidad del hormigón prefabricado pero con mucha mayor lige-



Detalle de la malla metálica y la base, construida en hormigón.

za. Facilita, además, la ejecución de los nudos y detalles de encuentro, y, permite, por tanto, una mayor velocidad de puesta en obra, haciendo posible su fabricación tanto en talleres de Colombia como fuera y facilitando su traslado a la obra.

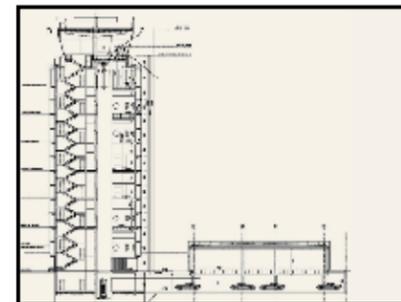
Estudio de montaje

Una vez elegido el acero como material, el diseño de la malla se orientó hacia la búsqueda de elementos sencillos que, por repetición, simplificaran la construcción, disminuyeran el plazo de ejecución y se adaptasen lo máximo posible a los numerosos condicionantes que imponía la geometría.

El montaje de la estructura ha sido objeto de un estudio en detalle. El objetivo ha sido minimizar el tiempo de puesta en obra y analizar los medios auxiliares necesarios para el izado de piezas, con la intención de que estas sean anillos completos y que se reduzcan al mínimo las labores de soldadura *in situ*.

El diseño de la cimentación de la torre ha seguido el mismo planteamiento que el desarrollo de la solución estructural: se ha buscado una tipología que agilizase la ejecución, se adaptase a la escasa superficie de ejecución y que se satisficiera de forma eficaz los rigurosos condicionantes geotécnicos.◀

Experiencia de Ineco en otras torres



Torre Sur del aeropuerto internacional de Barcelona-El Prat

Realización del proyecto constructivo y la asistencia técnica de arquitectura. Torre Sur en el aeropuerto internacional Barcelona-El Prat. España. 2008



Torres Norte, Sur y Oeste del aeropuerto internacional de Madrid-Barajas

Proyectos de definición e implantación de sistemas de navegación aérea en las torres de control Norte, Sur y Oeste. España. 2004-2008. Proyecto constructivo de las torres de coordinación NET (45 m) y SAT (36 m). Madrid. España. 2003.



Torre de control del aeropuerto de Murcia-San Javier

Redacción del proyecto y los estudios ambientales. Aeropuerto de Murcia-San Javier, España. 2002. Sistemas de navegación aérea, definición, control y seguimiento de las instalaciones y puesta en servicio. Murcia-San Javier, España. 2009.



Aeropuerto internacional Pablo Ruiz Picasso de Málaga

Sistemas de navegación aérea, definición, control y seguimiento de las instalaciones y puesta en servicio. Málaga. España. 2002.



Torre de control del aeropuerto internacional de Boa Vista, Cabo Verde

Nueva torre de control de 25 m, junto a otras actuaciones como la ampliación del campo de vuelo, y el nuevo edificio terminal. Cabo Verde. 2004.



Aeropuerto internacional de Son Sant Joan, Palma de Mallorca

Sistemas de navegación aérea, definición, control y seguimiento de las instalaciones y puesta en servicio. Mallorca. España. 2001.

¿Es viable la alta velocidad entre Haldia y Howrah?

Ineco lidera el consorcio español que firma el estudio

Con la colaboración de **Alberto Váscones**, ingeniero de caminos (director de Consultoría Ferroviaria) y **Fernando Tejedor**, ingeniero de caminos (Dirección de Proyectos Ferroviarios)

Fotos: **Lopamudra Bag** (Calcuta)

El Gobierno indio quiere mejorar la conexión ferroviaria entre Haldia, destacado núcleo industrial, y Howrah, separada por el río Hugli de su ciudad gemela Calcuta. Ineco ha llevado a cabo el estudio de viabilidad para Ferrocarriles de la India junto a las españolas Prointec y Ayesa.

Las tres poblaciones –Calcuta, Howrah y Haldia– suman más de 14 millones de habitantes en la región de Bengala Occidental, al este de la India. El proyecto de una línea de alta velocidad en esta populosa región forma parte de un ambicioso plan del Ministerio de Ferrocarriles de la India para construir seis grandes líneas que, con velocidades cercanas a los 300 km/hora, mejoren y agilicen las conexiones ferroviarias entre los grandes núcleos de población.

El Gobierno ha encargado a la Autoridad Ferroviaria Nacional de Alta Velocidad (NHSRA) poner en marcha los estudios para desarrollar 3.539 nuevos kilómetros en los seis corredores seleccionados: Delhi-Chandigarh-Amritsar (450 km), Hyderabad-Dornakal-Vijayawada-Chennai (664 km), Chennai-Bangalore-Coimbatore-Ernakulam (649 km), Delhi-Agra-Lucknow-Varanasi-Patna (991 km), Howrah-Haldia (135 km) y Pune-Bombay-Ahmedabad (650 km). El estudio para este último corredor logró su aprobación oficial para la construcción este verano pasado, fecha en la que, para

agilizar los proyectos de alta velocidad, se constituyó la High Speed Rail Corporation (HSRC). Los proyectos se llevarán a cabo por medio de una sociedad, cuya creación se ha encargado a la empresa pública Rail Vikas Nigam Limited (RVNL).

El desarrollo y mejora del ferrocarril es una clara apuesta en un país que cuenta con 64.000 kilómetros de ferrocarril, un medio de transporte integrador y vital para la movilidad de sus 1.200 millones de habitantes. Ferrocarriles de la India transporta al día una media de 2,72 millones de toneladas de carga y 22 millones de pasajeros, según datos de 2011. Las perspectivas de crecimiento del PIB, que pasará del 1,2 al 3% en los próximos años,

La mejora del transporte en el área de Calcuta creará trabajo, atraerá el turismo y las inversiones, y reducirá la congestión vial

han movido a las autoridades ferroviarias a invitar al sector privado a participar en las inversiones necesarias para modernizar sus infraestructuras y atender al crecimiento previsto de la demanda. El plan es invertir en 25.000 kilómetros de nuevas líneas y en importantes mejoras en electrificación, cambios de ancho de vía, material rodante y equipamientos que reduzcan los tiempos de viaje e incrementen la velocidad y la seguridad de los trenes.

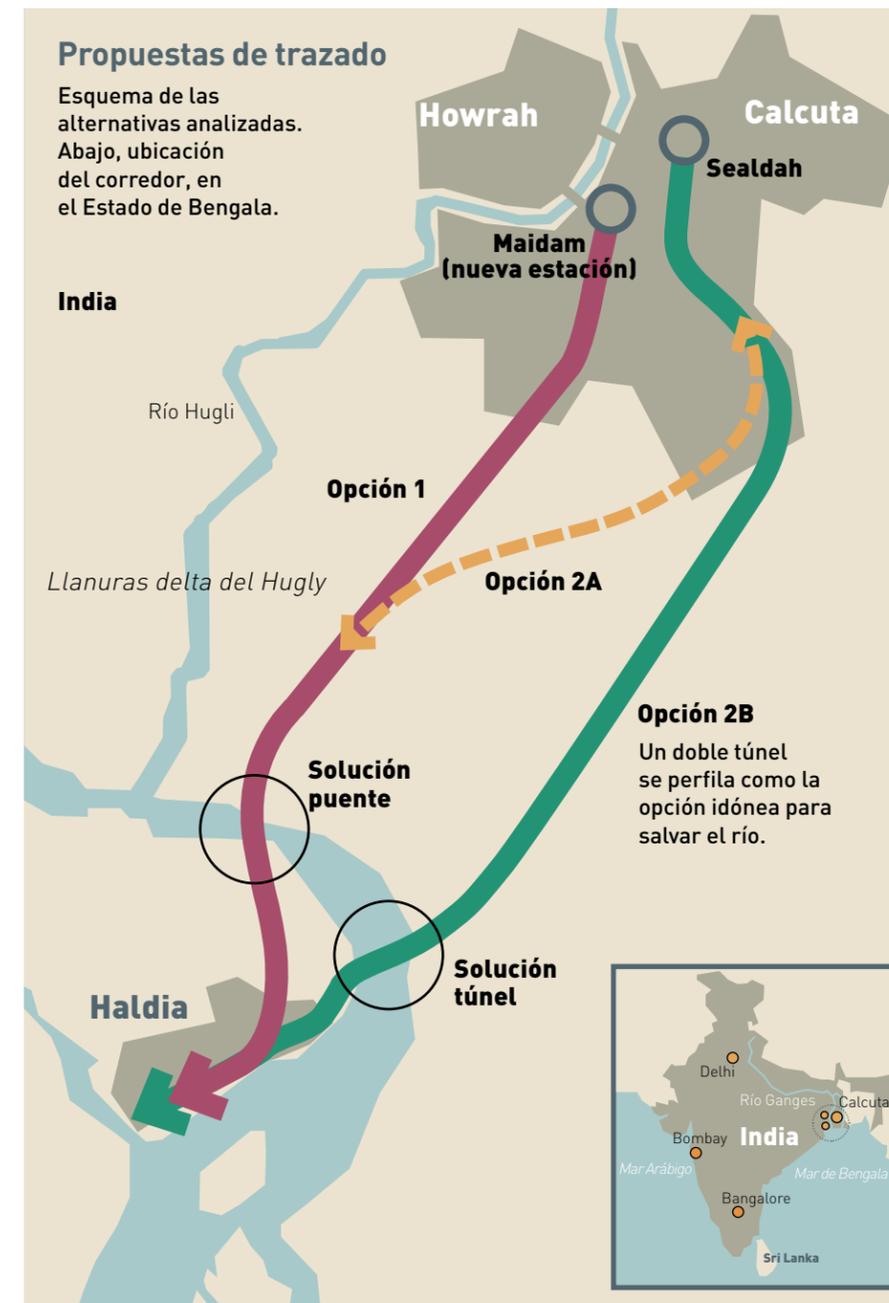
El 44% de los viajes, por trabajo

Las ciudades de Howrah y Haldia, asentadas en las llanuras del río Hugli, afluente del Ganges, generan una importante actividad económico-industrial gracias a la



TRES HORAS PARA RECORRER 50 KILÓMETROS

Arriba: estación de Howrah, la ciudad gemela de Calcuta. Aunque solo distan unos 50 km de Haldia, el recorrido puede durar hasta tres horas debido a la barrera del río. Centro: mercado local. Abajo: estación de Bidhanagar Road, en la actual línea férrea de Sealdah.



situación estratégica del puerto de Haldia, complementario al puerto de Calcuta y el cuarto más grande de la India. Aunque la antigua capital se encuentra a apenas unos 50 kilómetros, la barrera geográfica del delta del río hace que las más de 2.700 personas que circulan al día entre ambas ciudades tarden una media de tres horas, según vayan en coche, tren, autobús o ferry. Una significativa pérdida de tiempo considerando que el 44% de estos viajes corresponden a necesidades del trabajo, un 25% a viajes de negocios y, aproximadamente, el 9% a motivos de turismo.

20 años de experiencia española

El estudio llevado a cabo por el consorcio español liderado por Ineco ha contado con el apoyo local de LEA Associates South Asia y Ernst & Young como subcontratistas. En él se plantea la viabilidad del futuro corredor a 25 años, las necesidades de nuevas infraestructuras, las previsiones de tráfico y los costes financieros hasta 2045. En el trabajo se contemplan también distintas opciones de trazado y la inversión en material rodante, así como la definición de la tipología de vehículos más adecuada.

Ineco cuenta con una larga experiencia en alta velocidad en España, en la que ha participado desde los años 80. Un trabajo que culminó con la puesta en operación de la primera línea Madrid-Sevilla en 1992. Hoy en día, con cerca de 2.900 kilómetros de alta velocidad en servicio, la empresa continúa involucrada en varios proyectos. Fuera de España, Ineco está participando activamente en las nuevas líneas de alta velocidad en La Meca-Medina, Ankara-Estambul y Londres-Birmingham. <

Ineco, que cuenta con una delegación en Delhi desde 2009, también presta asistencia técnica en la línea 2 del metro de Bombay

EL RÍO HUGLI Los desafíos de un río sagrado

El río Hugli, considerado sagrado como el río Ganges, provee de agua y riqueza a los habitantes y a la industria bengalí desde tiempos remotos. Pero cruzar el delta y sus aguas ofrece a la alta velocidad ferroviaria un desafío: lograr la viabilidad económica para superar la brecha entre el alto coste de las inversiones en infraestructuras hasta que la nueva línea sea económicamente viable. Del estudio llevado a cabo por Ineco y sus socios se desprende que aun con inversión privada vía PPP, será necesaria una importante financiación por parte del Gobierno. En este sentido, el estudio presenta distintas opciones de financiación e inversión, entre ellas, optar por abordar en solitario la construcción y dejar para la iniciativa privada la posterior explotación de la línea.

Los retos más importantes se concentran en la infraestructura de la vía. Las condiciones climáticas y del terreno, sometido a periodos de grandes inundaciones durante la época del monzón, apuntan a una solución de vía en placa, construida sobre terraplén, viaducto o túnel según las características e imperativos de cada tramo. En el informe se tiene en consideración también la política nacional de minimizar la afección a los terrenos cultivados para no perjudicar a los agricultores.

Con todo, el paso sobre el río Hugli es uno de los mayores desafíos del



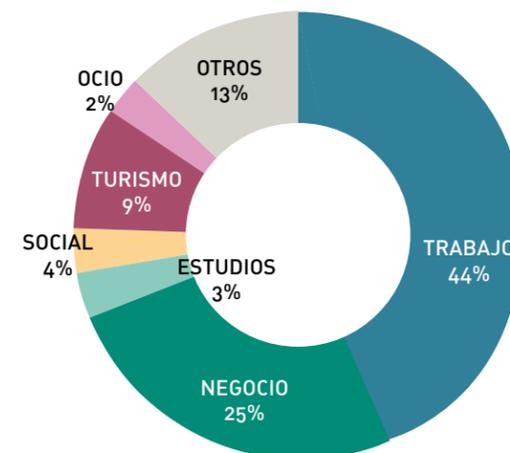
La agricultura y la ganadería son una fuente de riqueza en el delta.



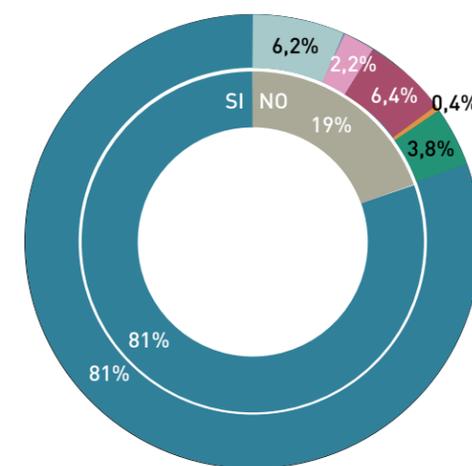
UN ÁREA DE INTENSO TRÁFICO
Actualmente, atraviesan el río dos grandes puentes, el colgante de Vidyasagar Setu y el de Howrah (foto), que conecta Calcuta con la estación ferroviaria de Howrah, una de las mayores y más transitadas del mundo.

Tipología de viajes actual y voluntad de cambio a la AV

1_Distribución por tipo de viaje entre Calcuta y Haldia



2_Voluntad de cambio a la AV



■ SÍ AL CAMBIO ■ NO AL CAMBIO ■ PRECIO
■ DISTANCIA DESDE LA NUEVA ESTACIÓN
■ CONVENIENCIA DEL VIAJE
■ AHORRO DE TIEMPO ■ OTROS

proyecto. Con dos kilómetros de ancho, las necesidades de espacio de los buques mercantes que se adentran desde Haldia hasta el puerto de Calcuta inclinan la balanza hacia una solución en doble túnel. En el estudio se contempla también la alternativa de un viaducto variando el trazado.

Para solucionar el acceso a Calcuta, el estudio de viabilidad plantea también dos opciones de infraestructuras, en viaducto o túnel, soluciones sobre las que se analizan los diferentes costes y retos técnicos. Actualmente atraviesan el río dos puentes, uno de ellos el conocido puente colgante Vidyasagar Setu, el más largo de la India en su género, que enlaza la ciudad de Howrah con Calcuta, su gemela. Por él pasan a diario cientos de vehículos, que, a excepción de las bicicletas, pagan peaje. Aún más bullicioso es el puente de Howrah, que conecta Calcuta con la estación de Howrah, una de las mayores y más transitadas estaciones ferroviarias del mundo.

En definitiva, la construcción de una línea ferroviaria con estándares modernos en servicio, confort y velocidad es un proyecto muy positivo para el desarrollo socioeconómico de la región. Los estudios de demanda de tráfico revelan una buena respuesta de la población, para la que se anunciarían grandes beneficios, entre ellos mejores accesos, disminución de los tiempos de viaje y de costes, reducción de atascos en carreteras y mayores opciones de negocio. Con menos pobreza y más oportunidades de trabajo, la imagen de la región se vería muy mejorada, beneficiando el desarrollo del turismo.

Ineco cuenta con una delegación en Delhi desde 2009 con cinco personas. La compañía también está llevando a cabo la asistencia técnica de las obras de construcción de la línea 2 del metro de Bombay para la Autoridad de Desarrollo de la Región Metropolitana de Bombay, (MMRD). La línea 2 es un corredor que cruzará la ciudad de norte a sureste con un recorrido de 32 kilómetros, 27 estaciones y un intercambiador. La red de suburbano contará en total con 9 líneas y 146,5 kilómetros y se prevé finalizarla hacia 2021. Bombay, con más de 20 millones de habitantes, es la mayor urbe de la India, donde cada día 11 millones de personas utilizan el transporte público, según datos de la MMRD. «

Características

- Doble vía electrificada
- Vía en placa
- Señalización con ERTMS - 2 (ETCS 2)
- Velocidad comercial máx.: 250 km/h
- Tiempo de viaje: 30 minutos
- 200 metros de plataforma en cada terminal (para ser ampliado a 400 metros)
- Depósito de mantenimiento en Haldia
- Apartadero a 40 km
- 18 horas de servicio (5 am/11 pm)

España, pionera en ERTMS para cercanías

La C4 de Madrid, primera línea compleja de Europa donde se instala

Área de Instalaciones y Sistemas Ferroviarios

El sistema europeo de control de tráfico ERTMS ha saltado por primera vez a una línea compleja de cercanías, la C4 de Madrid. Ineco participa desde el principio en el proyecto.

Hay en día, según las últimas estadísticas de la asociación industrial ferroviaria UNIFE, el ERTMS ha superado ya, tanto sus aplicaciones iniciales como su ámbito geográfico: en 2012, alrededor de 62.000 kilómetros de líneas férreas en 38 países de todo el mundo, el 50% de ellos fuera de Europa, ya están ejecutando o contratando la instalación del sistema, y actualmente ya hay 17.000 kilómetros de líneas que lo tienen en servicio.

España encabeza la lista europea con 1.712 kilómetros en explotación, según datos de Adif. Junto con Holanda, Dinamarca y Suiza ha sido uno de los países pioneros en la implantación del sistema, desde que entró en servicio por primera vez en 2006 en la línea de alta velocidad Madrid-Lleida. Ya desde 1994, Ineco colabora estrechamente con Renfe, Adif y el Ministerio de Fomento en diferentes proyectos de ERTMS, tanto para alta velocidad como para cercanías (ver *transporte 32 e English Edition 2*).

A lo largo de la última década, la tecnología ERTMS ha ido madurando y la alta velocidad ya no es su único campo de aplicación. Las ventajas que ofrece en cuanto a incremento de la capacidad, seguridad y

fiabilidad de la circulación o interoperabilidad entre las redes ferroviarias de distintos países se han demostrado muy útiles también para el ferrocarril convencional. Así ocurre con el transporte de mercancías transfronterizo, para el que resulta vital la interoperabilidad (que ahorra tiempo y costes) y el aumento de capacidad de los corredores de carga, que UNIFE cifra hasta en un 40%.

Thales y Dimetronic han ejecutado la infraestructura; Renfe Operadora ha equipado 112 trenes con tecnología de Alstom

ciás transfronterizo, para el que resulta vital la interoperabilidad (que ahorra tiempo y costes) y el aumento de capacidad de los corredores de carga, que UNIFE cifra hasta en un 40%.

ERTMS, también para cercanías

Fuera de Europa ya cuentan con él o se prevé su instalación en líneas suburbanas de Auckland (Nueva Zelanda), Río de Janeiro (Brasil), Sídney (Australia) o la línea Gebze-Halkali, en Turquía. En España la red de cercanías más extensa es la de Madrid, que gestiona Renfe Operadora. Abarca un área metropolitana con 6 millones de habitantes y cuenta con 10 líneas. Una de ellas, la C4, Colmenar Viejo-Parla y su ramal a Alcobendas y San Sebastián de los Reyes, se ha convertido en la primera de Europa equipada con ERTMS nivel 1. El sistema entró en servicio el 11 de febrero de 2012 en esta línea de 62,2 kilómetros, que cruza la región de norte a sur, comprende 18 paradas de siete municipios y pasa por las dos estaciones más grandes del país, ambas situadas en la capital: Chamartín y Atocha. Están conectadas por

tres túneles, dos en servicio y un tercero en ejecución, para alta velocidad.

La instalación del sistema, de gran complejidad, ha supuesto todo un hito, pero no será el único: se está trabajando ya en la implantación, también por primera vez en cercanías, del nivel 2 de ERTMS en las estaciones de Atocha y Chamartín y en el túnel Atocha-Sol-Chamartín, inaugurado en julio de 2008. Las primeras pruebas de esta segunda fase de implantación tuvieron lugar en marzo de 2012. Es también la primera ocasión en que se consigue comunicar entre sí dos RBCs con tecnologías diferentes, las desarrolladas por Dimetronic y Thales. «

Participación de Ineco

Ineco suma más de una década de experiencia en ERTMS. Como suministrador integral de servicios ferroviarios, ha participado activamente en la implantación del sistema en la línea C4 con diversos trabajos:

- Redacción del proyecto de infraestructura.
- Evaluación independiente de seguridad.
- Evaluación de la interoperabilidad del subsistema de control y mando.
- Coordinación de seguridad y salud de las obras.
- Asistencias técnicas:
 - _Control y vigilancia de las obras de infraestructura.
 - _Pruebas del material rodante.



PRUEBAS DE CAMPO Y EN LABORATORIO

En la imagen, tren Civia entrando en Tres Cantos. En la vía se pueden apreciar las eurobalizas que transmiten información al tren. Además de las pruebas de campo en el tramo piloto –entre Tres Cantos y Colmenar Viejo– por primera vez se hicieron también ensayos en laboratorio.

Dos subsistemas

El ERTMS está constituido por dos subsistemas: la infraestructura y el equipamiento embarcado. En lo que se refiere a la infraestructura, en el proyecto de instalación en la C4 de Madrid el promotor y el responsable de la dirección de obra ha sido la Dirección General de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento. Ineco le ha prestado servicios de asistencia técnica para el control y vigilancia de las obras y de asistencia técnica en la validación, todo ello en el marco del sistema suministrado por

la unión temporal de empresas entre Dimetronic y Thales, con Ineco como evaluador independiente de seguridad.

En cuanto al subsistema embarcado, Renfe Operadora ha equipado con tecnología de Alstom 112 unidades de trenes Civia. Ineco se ha encargado del seguimiento del suministro y la puesta en servicio de los equipos ETCS a bordo hasta la puesta en explotación. Actualmente está desarrollando la misma labor para la implantación del nivel 2 de ERTMS. «

La línea C4 de Madrid es una de las de mayor tráfico de España, con 200.000 usuarios al día, 18 estaciones y 62,2 kilómetros

LOS TRABAJOS, PASO A PASO

Redacción del proyecto

El proyecto de la parte de infraestructura, promovido por la Dirección General de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento, fue redactado por Ineco en 2005; comprendía las instalaciones de seguridad y comunicaciones del túnel Atocha-Sol-Nuevos Ministerios-Chamartín, y la instalación del sistema ERTMS en las líneas de cercanías de Madrid que iban a circular por el nuevo túnel. Los trabajos comenzaron a mediados de 2007.»

Ejecución y pruebas

Tras la adjudicación de la obra a la UTE Thales Dimetronic, y de la asistencia técnica a la dirección de obra a Ineco por la Dirección General de Ferrocarriles, el siguiente paso fue seleccionar una zona de pruebas donde el impacto sobre las circulaciones y el mantenimiento fuese el menor posible. Con este propósito se eligió el tramo piloto entre Tres Cantos y Colmenar Viejo. Uno de los principales problemas consistió en tener que realizar pruebas dinámicas, tanto de infraestructura como de material rodante, con versiones no certificadas de las eurocabinas y de la vía.

Para acortar la duración del proceso y facilitar su ejecución en una red comercial con gran número de líneas y gran intensidad de tráfico como la de Madrid, se recurrió no solo a las pruebas de campo sino también, por primera vez en un proyecto de ERTMS, al nuevo laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria del CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del Ministerio de Fomento), en Madrid.

Mientras que el equipo del CEDEX se encargó de la integración *hardware* de los datos y los equipos de los suministradores en el laboratorio, Ineco seleccionó y ejecutó los casos de prueba, mediante la construcción de escenarios, para comprobar la compatibilidad técnica entre los equipos de a bordo y de vía.»

Ensayos e informes

Durante las pruebas, tanto en campo como en laboratorio, se recopilaron

El ERTMS en cercanías vs. alta velocidad

Entre las situaciones novedosas que se han tenido que afrontar (y que no se dan en líneas de alta velocidad), cabe destacar:

- La existencia de diferímetros de los enclavamientos no adecuados para los temporizadores de las secciones de las autorizaciones de movimiento de ERTMS de cara a la explotación.
- El desarrollo de nuevas estrategias para ejecutar el gran número de transiciones de salida de la línea: la C4 cuenta con 30 transiciones de nivel.



Laboratorio del CEDEX, en Madrid.

numerosos datos. Se grabó en vídeo la información del DMI (*Driver Machine Interface*), el interfaz donde el conductor visualiza la información, y se tomaron notas sobre las incidencias, el estado de la señalización y la situación de la vía (limitaciones temporales de velocidad, circuitos de vía ocupados, temporizadores, etc.), y se extrajeron los datos del registrador jurídico para su posterior análisis. Ineco apoyó al grupo

- La necesidad por motivos de explotación de disponer de tramos de limitaciones temporales de velocidad menores al circuito de vía [se ha reducido la distancia de las limitaciones a aproximadamente 200 metros].
- Las derivadas de implantar un sistema ERTMS sobre una línea ya en servicio: por ejemplo, distancias al punto de peligro muy pequeñas, la kilometración obsoleta, las traviesas RS o la existencia de enclavamientos eléctricos.»



Civia entrando en la estación de Colmenar Viejo.

de trabajo formado por la Dirección General de Ferrocarriles, Adif y Renfe, para el desarrollo del formato de los casos de prueba. Este ha sido el punto de partida para la definición de un formato común europeo.

El resultado de los ensayos, los análisis de los casos de prueba y las incidencias detectadas se recogieron en informes de pruebas, con especial atención a los casos con resultado desfavorable. El comité formado por la Dirección General de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento, Adif, Renfe e Ineco recibió, analizó y aprobó estos informes.

Entre las novedades del proyecto, cabe destacar la convivencia de un tramo de pruebas adyacente a un tramo en construcción. Con objeto de aislar el tramo piloto del resto, se desarrolló una nueva función nacional, la FN125.»

Validación

Tras la validación del tramo piloto entre Tres Cantos y Colmenar Viejo y la certificación de las eurocabinas, se continuaron las pruebas en el resto de la línea hasta la estación de Chamartín. El tramo piloto también sirvió para la formación de los maquinistas.»

Evaluación

Evaluación independiente de seguridad

Otra de las tareas de Ineco ha consistido en comprobar el cumplimiento de la normativa en materia de seguridad y gestión de riesgos. En el sector ferroviario se aplica el conjunto de normas de CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica) como referencia para evaluar la seguridad de los sistemas de señalización y control: la UNE-EN 50126, UNE-EN 50128 y UNE-EN 50129. El cumplimiento de esta normativa es también parte de las exigencias de interoperabilidad entre el equipo embarcado y la vía.

La tarea del Evaluador Independiente de Seguridad (ISA) en este caso Ineco, es certificar que el sistema es seguro de acuerdo a estas normas. Para ello, sigue una metodología previamente establecida, que pasa por la recogida y análisis de datos, la detección de los peligros potenciales y la propuesta de soluciones. Toda esta documentación

Las obras, promovidas por la Dirección General de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento, arrancaron en 2007

se recoge en el llamado 'dossier de seguridad'. El final del proceso es la evaluación del caso de seguridad final y la elaboración de un informe, que sirve a la autoridad ferroviaria, en este caso Adif, para expedir el Certificado

de Seguridad necesario para la puesta en servicio.

Evaluación de la interoperabilidad

Un equipo de Ineco actuó dentro del contrato de la Dirección General de Ferrocarriles con Cetren, único organismo notificado existente en España en el momento de dicha adjudicación, como evaluador del cumplimiento de la ETI (Especificación Técnica de Interoperabilidad) de Control, Mando y Señalización para obtener la certificación en interoperabilidad del subsistema ERTMS N1 instalado en la vía, que principalmente consiste en verificar la coherencia entre el diseño elegido y lo finalmente puesto en servicio.»

Hitos del proyecto

- Es la primera vez que se instala ERTMS en una línea de cercanías compleja, con más de 200.000 usuarios al día, 18 estaciones, dos de ellas las mayores de España, Atocha y Chamartín, y 62,2 km de longitud.
- También por primera vez se han hecho pruebas en laboratorio de referencia del CEDEX.
- Otra novedad ha sido el desarrollo de una nueva función nacional (adaptación específica del *software*) que permite la convivencia de tramos ERTMS en servicio con tramos en pruebas o en obras.
- Es la primera vez que se consigue que dos RBCs de tecnologías diferentes se comuniquen entre sí.

El examinador examinado

Concluye Pilot4safety, el proyecto europeo de formación de expertos en seguridad vial

Con la colaboración de **Elena Puente**, ingeniera de caminos (Dirección de Carreteras)

La Comisión Europea ha impulsado durante dos años una experiencia piloto de formación común para los profesionales que realizan las auditorías e inspecciones de carreteras, en particular las secundarias. Ineco ha prestado apoyo a la Generalitat de Catalunya, uno de los socios europeos participantes.

Una pequeña cámara de vídeo instalada en el interior del parabrisas de un coche graba la carretera y la pantalla del GPS, para que cada tramo quede perfectamente identificado y localizado mientras el vehículo circula. Entretanto, los técnicos que viajan a bordo observan y registran el estado de la señalización, las barreras de seguridad, la visibilidad de los cruces, el radio de las curvas, y otros muchos datos. Repetirán varias veces el recorrido, de día y de noche y en diferentes condiciones meteorológicas. El resultado será una completa radiografía de seguridad de la vía que servirá para detectar y corregir las deficiencias encontradas, que se recogerán en un informe detallado.

Así es el trabajo de campo de los inspectores de seguridad vial, como los que han participado en Pilot4safety, un proyecto cofinanciado por la DG MOVE (Dirección General de Movilidad y Transportes) de la Comisión Europea. El grupo de expertos se completaba con los auditores, cuyo trabajo permite que estudios y proyectos de carreteras incorporen criterios de seguridad vial desde su inicio. Ineco, que ya contaba con experiencia previa en inspecciones y auditorías viarias, ha prestado apoyo téc-



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE LA CARRETERA (AEC)

nico a la Generalitat de Catalunya, uno de los socios del proyecto.

Se trata de una experiencia piloto que durante dos años ha reunido a entidades regionales, institutos de investigación vial y universidades de ocho países europeos con el objetivo de elaborar un currículo formativo común para los técnicos que analizan las carreteras; en particular, las vías interurbanas convencionales. Y es que los revisores reciben una formación previa que hasta la fecha no está armonizada en toda la Unión Europea, por lo que en cada país difiere en duración y caducidad de la certificación. Esta falta de homogeneidad

es un obstáculo para aplicar estándares comunes de seguridad viaria. Tanto en el caso de las auditorías como de las inspecciones, las entidades públicas o los operadores encargan a expertos acreditados la revisión del diseño y los elementos de las carreteras –señalización, trazado, estado del pavimento, intersecciones, túneles, etc.–, para que detecten las deficiencias y propongan posibles soluciones. La principal diferencia es que mientras que las auditorías arrancan ya en la fase de proyecto, las inspecciones se llevan a cabo en vías ya en servicio, como parte de un programa integral de seguridad vial. «

Cinco países y un proyecto común...

Durante dos años (2010-2012), cinco entidades de España, Italia, Dinamarca, Grecia y la República Checa han ejercido de socios y anfitriones de un proyecto que ha contado con un presupuesto de 1,3 millones de euros. La Federación Europea de Institutos de Investigación en Carreteras (FEHRL), ha actuado como coordinador. Además, han colaborado institutos de investigación como el Centro Belga de Investigación de Carreteras (BRRC), el Instituto de Tecnología de Austria (AIT) y el Instituto Federal de Investigación de Autovías alemán (BASt). A todos ellos se suman las empresas que han apoyado a los socios, como Ineco o la consultora danesa COWI, y las universidades italianas Roma TRE y Catania. Entre todos han elaborado un plan de estudios y un manual de procedimientos para que sirva como texto de referencia para los futuros inspectores y auditores de carreteras. Sin embargo, Pilot4safety no se ha limitado al intercambio de experiencias y "buenas prácticas": también se ha puesto a prueba sobre el terreno. Así, como parte de los cursos de formación celebrados en Bruselas, los técnicos formaron equipos mixtos –un

experto nacional y otro extranjero, más un observador– que viajaron a cada uno de los países socios, que su vez actuaron como anfitriones. En total, se realizaron cinco auditorías y otras tantas inspecciones.

Ineco colaboró con la Generalitat catalana, que auditó dos proyectos viales: la carretera comarcal C-242, de 25 kilómetros de longitud, en Lérida, y un *bypass* en la ciudad checa de Chýnov. En el primer caso, formó equipo con el socio italiano Astral, el

Armonizar la formación de los examinadores de carreteras facilitará la aplicación de criterios comunes de seguridad vial

gestor de carreteras de la región del Lazio, y en el segundo, con CDV, la Dirección General de Carreteras y Autopistas checa. En cuanto a las inspecciones de vías en servicio, los técnicos españoles y los daneses del municipio de Randers revisaron la carretera C-155, en Sabadell. Además, inspeccionaron la vía provincial 25 A, en la Región Central de Macedonia (Grecia) junto a técnicos locales. «

...para un currículo formativo europeo

Las conclusiones de Pilot4safety apuntan a un periodo de formación de dos semanas, con un examen final, que permitiría obtener un certificado renovable con tres años de validez. Se estima que los solicitantes deben tener tres años de experiencia en diseño de carreteras, ingeniería de seguridad vial y/o análisis de accidentes. Estas conclusiones

se han difundido con actividades como las jornadas organizadas por Ineco el 3 de mayo, en colaboración con la Generalitat de Catalunya, dedicadas a las auditorías e inspecciones de seguridad vial y al estado de la Directiva 2008/96/CE. El proyecto también fue presentado en el III Congreso Iberoamericano de Seguridad Vial, celebrado en Colombia entre los días 12 y 16 de junio de 2012. «



1_ Inspector de Ineco con GPS.
2_ Vehículo de inspección mostrado en el manual. Incorpora las indicaciones de seguridad vial preceptivas.
3_ Formación de inspectores en Bruselas.

Se ha comprobado que las auditorías e inspecciones reducen el número y gravedad de los accidentes en las carreteras secundarias

ESTRATEGIAS Y OBJETIVOS

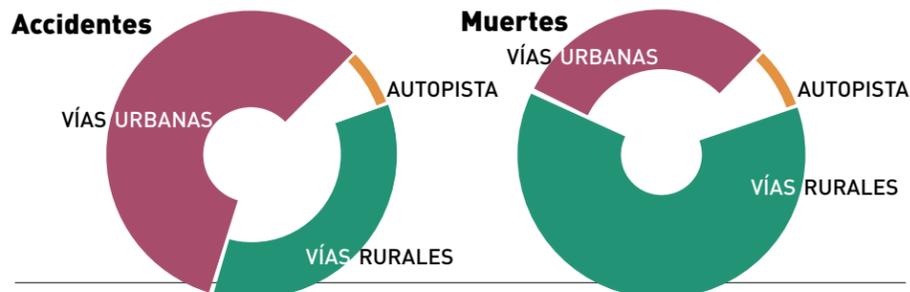
Herramientas de prevención vial

Si bien en toda Europa la siniestralidad y la mortalidad muestran una tendencia descendente durante la última década, las estrategias de seguridad vial de la Unión Europea hasta 2020 marcan como objetivo reducir a la mitad la cifra actual de fallecidos. Una de las medidas propuestas es unificar y elevar el nivel de seguridad de las carreteras europeas, para lo que la Directiva 2008/96/CE regula la implantación de las auditorías e inspecciones de seguridad vial. España incorporó la Directiva a su legislación mediante un decreto de 2011. Desde que comenzaron a realizarse en el Reino Unido a principios de los años 90, estos exámenes viarios han

demostrado ser herramientas de prevención muy eficaces para reducir el número y la gravedad de los accidentes de tráfico. Sin embargo, solo son obligatorios en las vías incluidas en la Red Transeuropea de Transportes, a pesar de que son precisamente las carreteras convencionales, también llamadas secundarias –es decir, las situadas fuera de zonas urbanas, pavimentadas, con calzada única y dos

carriles– las que registran mayores índices de mortalidad. Así, aunque en números absolutos se producen más accidentes en zonas urbanas, hay más víctimas mortales en las vías interurbanas. En España, según los datos de la Dirección General de Tráfico, el 75% de los siniestros con víctimas ocurridos fuera de las zonas urbanas se registraron en carreteras convencionales. «

Siniestralidad en la Unión Europea (2010)



Otros trabajos de Ineco en seguridad vial

→INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL
Entre 2008 y 2010 Ineco inspeccionó los 3.955 km de la red complementaria de carreteras de Andalucía, que requirió 32 días de trabajo de campo y generó 320 Gb de información.

→PROYECTOS DE INNOVACIÓN
Socio en el proyecto RIPCORD-ISEREST (2005-2007), incluido en el VI Programa Marco de la Unión Europea. Su objetivo era desarrollar diferentes herramientas predictivas para mejorar la seguridad vial. Pilot4safety ha recogido sus aportaciones.

→AUDITORÍAS DE SEGURIDAD VIAL
_Para el Estudio y proyecto ejecutivo para la construcción del segundo cuerpo del km 69+100 al km 108+200, incluyendo entronques, estructuras, obras de drenaje, señalamiento, obras complementarias y plazas de cobro del tramo carretero Guadalajara – Colima. En México.
_Para el proyecto de construcción: Mejoras locales puntuales de la carretera LZ-2 entre el p. k. 12+600 (Glorieta De Mácher) y el p. k. 14+400 (Glorieta de Playa Quemada). Isla de Lanzarote.
_Para el proyecto de construcción del

acondicionamiento de la carretera A-348. Tramo: Lanjarón Órgiva (Granada).
_Para el estudio informativo fase B: alternativas de conexión entre la autovía Trujillo-Cáceres (A-58) y la Autovía de la Plata (A-66). En el entorno de Cáceres.
→PLANES DE APOYO
Desde 2009, presta apoyo a la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento para la redacción de proyectos, coordinación, seguimiento y control del Plan de Adecuación de Autovías de Primera Generación.



renfe



Vigilancia sin puntos ciegos

Puesta en servicio del sistema de multilateración en Barcelona

Por **Rafael Marín**, ingeniero aeronáutico y **Cristina Membrado**, ingeniera de telecomunicaciones (Dirección de Sistemas CNS)

Ineco ha colaborado con Aena en la puesta en servicio del sistema de multilateración, capaz de localizar e identificar, incluso con baja visibilidad, cualquier aeronave o vehículo en la superficie del aeródromo. La solución se ha integrado en SACTA, el sistema de control de tráfico aéreo de Aena.

El pasado marzo se puso en servicio en el aeropuerto de Barcelona un sistema de multilateración que le permitirá aumentar su capacidad de absorber tráfico aéreo tanto en condiciones normales como de visibilidad reducida, con un coste reducido y bajo impacto medioambiental. El sistema de multilateración complementa los servicios de vigilancia en superficie ya operativos, al ofrecer mayor precisión en la localización de vehículos y aeronaves en el aeródromo. Al tiempo, aporta información que permite su identificación y otros datos relevantes para la coordinación de aterrizajes y despegues. «



INFORMACIÓN EN PANTALLA
El controlador puede visualizar al segundo la posición de cada vehículo o aeronave y su identificación.

Aportación y experiencia de Ineco

■ Todo el tráfico de la superficie del aeródromo se presenta al controlador en la posición de control de SACTA, el Sistema Automatizado de Control de Tráfico Aéreo utilizado por Aena en todas las torres y centros de control que gestiona, referente a nivel mundial en tecnología y en capacidad de gestión de tráfico aéreo (ver *itransporte 25*). Ineco colabora con Aena desde 1998 en el desarrollo e ingeniería de SACTA,

participando en el diseño, definición de especificaciones y pruebas de las constantes actualizaciones. Estos cambios obedecen a las variaciones de la demanda de tráfico, inclusión de mejoras, funciones avanzadas o estándares, cumplimiento de normativa o la incorporación de nuevos sistemas integrados, como es el caso del sistema de multilateración en el aeropuerto de Barcelona.

■ Con anterioridad, la compañía ha trabajado también en la implantación de sistemas de multilateración en los aeropuertos de Palma de Mallorca (2005), Asturias (2007) y Madrid-Barajas (2011).

■ Actualmente se está trabajando para la puesta en servicio de un sistema de multilateración en el aeropuerto

de Tenerife Norte, realizando un análisis de la señal recibida (calidad e integridad de datos) y el comportamiento del sistema. Este análisis se lleva a cabo basándose en la definición y ejecución de un plan de pruebas con el que se trabaja de manera remota desde el Centro de Experimentación y Desarrollo de Madrid y en una fase posterior en las torres de control.

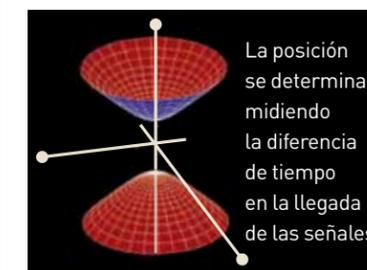
CÓMO FUNCIONA

El sistema procesa varias señales de radio

El sistema se basa en el procesamiento de señales de equipos transpondedores con los que están equipados tanto aeronaves como otros vehículos en movimiento. Las señales emitidas por los transpondedores son captadas por estaciones receptoras que retransmiten en tiempo real las señales recibidas a una estación central de proceso. La posición se determina por la medición de la diferencia de tiempo en la llegada de estas señales. Estas diferencias de tiempo permiten generar varias superficies hiperbólicas

en la que se adquiere información sobre la identidad del elemento móvil –a través del enlace de datos Modo-S, 24 bits–. En caso de ser una aeronave, proporcionará el dato informativo por el que el sistema la asociará con el plan de vuelo que le corresponde. Toda esta información se facilita al controlador aéreo.

A mayor número de antenas, más precisión; en el aeropuerto de Barcelona se han instalado 32



La posición se determina midiendo la diferencia de tiempo en la llegada de las señales.

que definen una posición. Se requiere al menos de cuatro receptores de señal para determinar con precisión la posición de un elemento móvil.

Una vez detectado el posicionamiento de un nuevo elemento en movimiento, el sistema procede a su identificación. En Barcelona, siete estaciones interrogadoras permitirán conocer los parámetros identificativos del elemento móvil. La identificación se realiza mediante interrogaciones selectivas, fase

En el aeropuerto de Barcelona, 32 estaciones remotas-receptoras forman la constelación de antenas del sistema que garantiza la localización precisa y fiable en tiempo real e identificación en su cobertura, suministrando nueva información al controlador de torre. Esta función es crítica, ya que es su responsabilidad separar las aeronaves entre sí y de otros vehículos del aeropuerto con cualquier nivel de visibilidad. Para ello es necesario conocer con precisión tanto la posición e identificación de las aeronaves como hacia dónde se dirigen.

Cabe destacar que los sistemas de multilateración no solo pueden utilizarse para posicionar móviles en el suelo, sino que existen también estaciones con el alcance de señal necesario como para detectar aeronaves en vuelo, de forma similar a la función llevada a cabo por los radares convencionales. «

El sistema de multilateración puede operar con baja visibilidad, es rápido y fiable, mejora la cobertura en orografías complicadas y tiene un menor coste que el de los radares

Elementos del sistema

→SISTEMAS DE ANTENA

Se compone de distintas antenas o sensores repartidos por el entorno y emplazamientos del aeropuerto (calles de rodadura, pistas, aproximación). Se encargan de recibir las emisiones de los transpondedores de los vehículos.

→TRANSPONDEDOR DE LAS AERONAVES O VEHÍCULOS TERRESTRES

Son los equipos embarcados, que se encargan de responder con la identificación de los vehículos y la altitud de la aeronave (en fases de despegue o aterrizaje).

→ESTACIÓN DE TIERRA

Es la encargada de calcular los datos de las distintas aeronaves o vehículos identificados, dando de cada uno de ellos la posición, velocidad, identificación, altitud, etc. Este cálculo se realiza teniendo en cuenta los datos recibidos por las distintas estaciones o sensores de multilateración que han sido ubicados por la geografía del aeródromo.

→TRANSFORMADORES FIJOS DE REFERENCIA

Envían señales a estaciones receptoras de posición conocida para la calibración y ajuste de las señales.

Beneficios y ventajas frente a otros sistemas de vigilancia

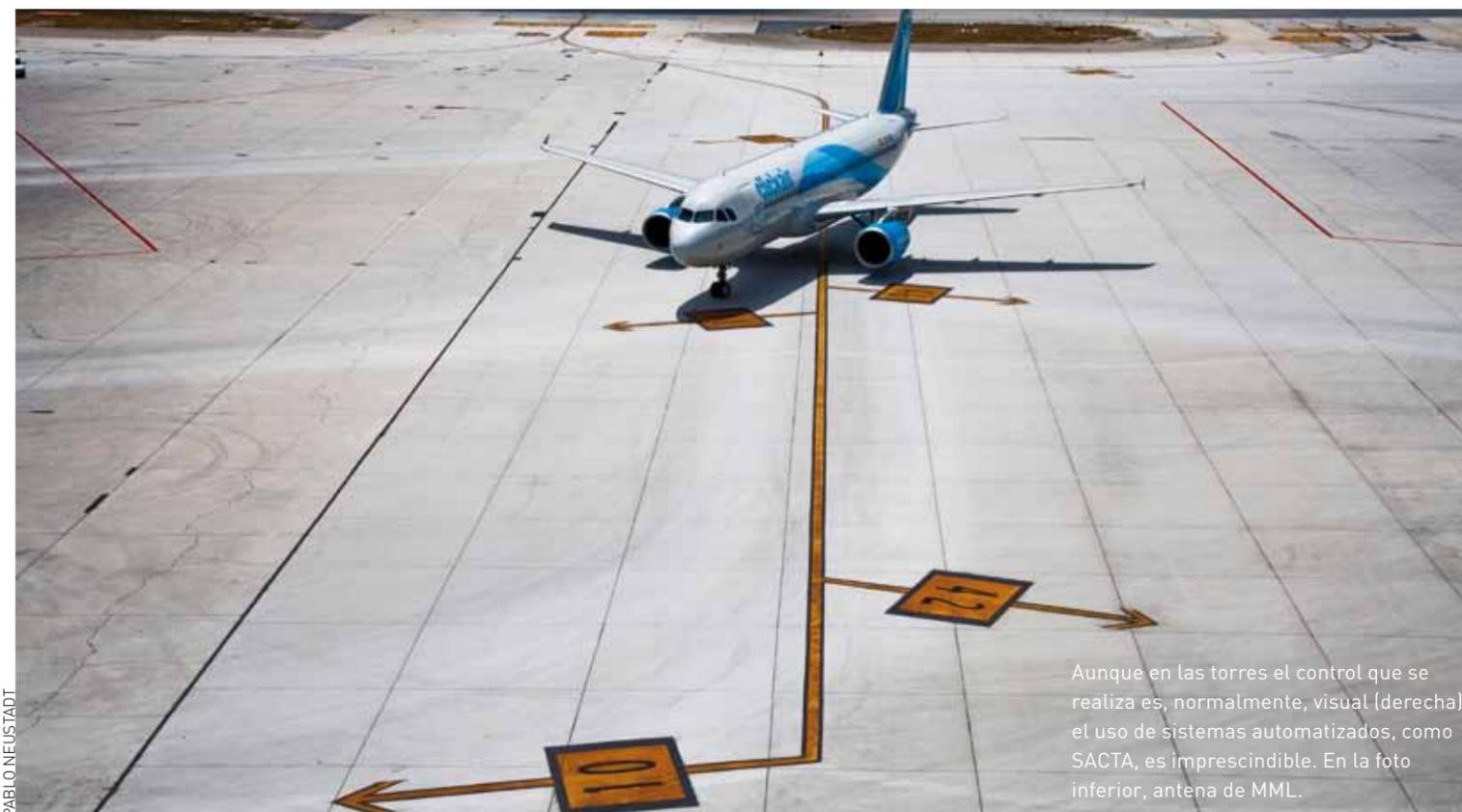
■ Mejora importante en la gestión, seguridad y fluidez de las operaciones de los distintos vehículos que operan en la zona del aeropuerto, incluyendo pistas, calles de rodadura y plataforma de estacionamiento. Principalmente de las aeronaves, pero también para el resto de vehículos terrestres, e independientemente de las condiciones ambientales y de visibilidad.

■ Velocidad de actualización de la presentación de datos mayor que en otros sistemas: una vez por segundo, correspondiente a la frecuencia

de los datos de la multilateración, en lugar de los cuatro segundos o más del periodo de los radares aire. Alta fiabilidad en la detección de los vehículos.

■ Mejor cobertura de la vigilancia en orografías complicadas o que tengan elementos que pudieran generar zonas ciegas en la emisión de la antena de un radar.

■ Menores costes de instalación, operación y mantenimiento que los de los radares convencionales.



PABLO NEUSTADT

Aunque en las torres el control que se realiza es, normalmente, visual (derecha), el uso de sistemas automatizados, como SACTA, es imprescindible. En la foto inferior, antena de MML.

Repercusiones en el sistema de control

Al integrar sistemas como el de multilateración, SACTA posibilita un servicio más eficiente de control en torre, al permitir el control del tráfico aéreo en condiciones adversas, como baja visibilidad por motivos meteorológicos (niebla, lluvia...). También aporta información detallada, gracias a los sistemas radar, información de plan de vuelo, meteorológica, etc., y permite coordinar la gestión de información entre los distintos

centros de control de tráfico aéreo. SACTA es un sistema en constante evolución, que atiende a las variaciones de la demanda de tráfico para incluir nuevas mejoras, funciones avanzadas, estándares, cumplimiento de normativa. También incorpora información de nuevos sistemas integrados, como el sistema de multilateración en el aeropuerto de Barcelona.«



Control en superficie

Muy relacionado con el sistema de multilateración, y con lo que aporta este sistema, aparece el avanzado concepto denominado A-SMGCS (*Advanced Surface Movement Guidance & Control System* o Sistema Avanzado de Control y Guiado de Movimiento en Superficie). Desarrollado por OACI, la Organización de Aviación Civil Internacional y Eurocontrol, el organismo europeo para



PABLO NEUSTADT

la seguridad aérea, define los requisitos que los diferentes sistemas de control deben cumplir para proporcionar el control y guiado seguros de las aeronaves en la superficie del aeródromo.

El sistema de multilateración permite a un aeropuerto alcanzar el nivel 1 de A-SMGCS, que consiste en disponer de los sistemas y los procedimientos necesarios para tener un conocimiento preciso de las operaciones que se producen en la superficie del aeródromo, independientemente de la visibilidad que exista en el mismo.«

El Yüksek Hızlı Tren avanza hacia Estambul

Alta velocidad en el corazón de Anatolia

Con la colaboración de **Pedro Elizalde**, ingeniero de caminos (Dirección de Mantenimiento y Equipamientos Ferroviarios)



Ineco participa en uno de los grandes proyectos ferroviarios de Turquía: la adaptación de la línea Ankara-Estambul a velocidades de hasta 250 km/h. Se trata de una infraestructura vital para la modernización de los transportes del país y también un proyecto de enorme complejidad técnica que se encuentra ya en su ecuador.

En pleno centro de la península de Anatolia, centro geográfico de Turquía, se encuentra Ankara, capital desde 1923. Sin embargo, la histórica ciudad de Estambul, a orillas del estrecho del Bósforo, triplica su población con sus 12,9 millones de habitantes, según el censo de 2009. Una línea férrea de 576 kilómetros construida a principios del siglo XX conecta ambas urbes, uniendo así el centro oficial con el principal núcleo económico. Sin embargo, a pesar de tratarse de una de las ciudades más importantes del país, un 75% del trazado es en vía única, lo que se traduce en trayectos de más de seis horas.

Por ello TCDD, el organismo estatal de ferrocarriles, ha promovido la adaptación de la línea, (*Yüksek Hızlı Tren*, tren de alta velocidad en turco) a velocidades de hasta 250 km/h, un complejo proyecto que incluye trabajos tanto de rehabilitación del trazado existente como de construcción de nuevas secciones. La primera fase de la obra entre Ankara y Eskişehir, de 276 kilómetros entró en servicio en 2009. En

Cuando concluyan las obras, la duración del viaje entre Estambul y Ankara se reducirá de seis a tres horas



marzo de 2012 se inauguraron 30 kilómetros más hasta İnönü, lo que en total supone que más del 50% de la nueva línea está ya operativa.

Un proyecto en progreso

Entretanto, los trabajos en el resto del trazado continúan avanzando de este a oeste, en dirección a Estambul. Según TCDD, cuando se concluyan las obras –que, de acuerdo con las estimaciones del Ministerio de Industria, continuarán durante, al menos, dos años más– la longitud total será de 533 kilómetros. La línea podrá transportar 50.000 pasajeros diarios, –un 78% más que hasta la fecha–

y la duración del viaje pasará de seis a tres horas.

A este objetivo se suman también lograr la descongestión de la autopista Ankara-Eskişehir y la reducción de contaminación atmosférica. Además, cuando esté terminada, la línea enlazará Europa y Asia a través del túnel submarino que se está construyendo bajo el estrecho del Bósforo, conocido como Proyecto Marmaray. En ambos proyectos cabe destacar la participación de empresas españolas, como OHL, Dimetronic, CAF o Thales España, además de Ineco, que presta asistencia técnica en el tramo de alta velocidad entre İnönü y Köseköy.◀

Empresas españolas en Turquía

La inversión española no ha dejado de crecer en los últimos años, y el desarrollo del sector del transporte demanda los servicios de las empresas de construcción e ingeniería, como es el caso de Ineco, que en 2010 ganó el contrato para la línea Ankara-Estambul.

■ El grupo OHL, que ya había construido un tramo de la línea Ankara-Estambul de 206 km entre Hasanbey y Esenkent, también participa en el nuevo túnel bajo el Bósforo, junto con Invensys Rail Dimetronic. Esta última, presente en el país desde 2008, está desarrollando cuatro proyectos relacionados con el desarrollo e instalación de equipos de señalización y control ferroviarios y cuenta con oficinas en Ankara y Estambul.

■ Thales España, fabricante de equipos de señalización y sistemas ferroviarios, trabaja en Turquía desde los años 90, y participa también en la LAV Ankara-Estambul; en 2009 abrió una filial con sede en la capital. CAF, por su parte, ha fabricado 10 trenes de alta velocidad que circulan entre Ankara e İnönü, así como material rodante para el tranvía de Antalya y el cercanías de Izmir. Adif también firmó en 2008 un acuerdo de colaboración con TCDD, en virtud del cual ya ha prestado asesoramiento técnico a su homólogo turco.

Todo el proyecto reviste una gran complejidad, debido a la actividad sísmica, las afecciones a núcleos urbanos y a la difícil orografía de algunos tramos

MODERNIZACIÓN DEL TRANSPORTE

Apuesta ferroviaria

Para una economía y una población en fuerte expansión, las prestaciones y la capacidad de la red ferroviaria existente han demostrado ser insuficientes para absorber la creciente demanda de pasajeros y mercancías. Paralelamente, la congestión de las carreteras, el modo de transporte predominante –en 2009 se movieron el 95% de pasajeros y el 90% de las mercancías– ha ido también en ascenso. Por ello el Gobierno de la República ha empezado a acometer

desde principios de la década un intenso programa de modernización de todas sus redes de transporte. Estos planes incluyen tanto la apertura de la gestión y operación al sector privado como la ampliación y renovación de las infraestructuras. Un intenso esfuerzo que se refleja en las cifras oficiales: en 2011 el 28,2% de las inversiones públicas se destinaron al transporte; la mayor parte (un 13,7 %) se la llevó el ferrocarril.»

La línea

En este contexto se enmarca la construcción de la línea de alta velocidad Ankara-Estambul, a partir de la línea convencional existente, que en algunos

tramos se conservará para reservarla a mercancías. Casi tres cuartas partes de la línea actual están construidas en vía única, excepto el tramo entre Estambul y Köseköy, y diferentes secciones entre Eskişehir e İnönü. Entre esta última y Ankara, la línea ya opera con prestaciones de alta velocidad desde 2009. El resto, 217 kilómetros, se encuentra en obras.»

El tramo İnönü-Köseköy

Ineco, junto con su socio local, la consultora turca UBM, participa con la supervisión y control de las obras del tramo central, İnönü-Köseköy, de 150 kilómetros, el más largo del trazado en

construcción. Se divide a su vez en dos secciones; la 1, que va desde Köseköy a Vezirhan, y la sección 2, desde Vezirhan hasta İnönü. El contratista es el mismo para ambas, un consorcio de dos empresas turcas, Cengiz e Içtaş, que se encargan de la infraestructura, y dos chinas, CRCC y CMC, que trabajan en la superestructura (vía, electrificación, señalización y telecomunicaciones). Tanto el desarrollo de los proyectos como la ejecución de los trabajos han sufrido cambios para afrontar las complejidades de la obra. El Gobierno turco decidió en 2008 modificar los proyectos originales para resolver cuestiones como los deslizamientos de tierras o licuefacción

de suelos, que en una zona de alto riesgo sísmico como Turquía son de vital importancia. Para afrontarlos se han mejorado con la técnica de *jet-grouting* más de 30 kilómetros de suelo bajo la traza, y se han modificado el número y la longitud de túneles y viaductos, entre otras estructuras. También se cambió el trazado en algunos puntos, como en la ciudad de Bozüyük, donde se decidió alejarlo del núcleo urbano debido a las afecciones al área urbana y a la línea férrea convencional.

En la primera sección, (100 kilómetros), cabe destacar el complejo proceso de expropiaciones en Sapanca, localidad turística situada a orillas del lago del >



Viaducto en construcción sobre la autovía y túnel al fondo.



Tres túneles sucesivos, situados entre Bozüyük y Bilecik.



Viaducto y túnel cerca de Bozüyük.



Montaje de paneles de vía.

Los trabajos, tramos a tramo

Se encuentran en servicio un total de 306 kilómetros en los siguientes tramos:

- Ankara - Sincan, 24 km
- Sincan - Esenkent, 15 km
- Esenkent - Eskişehir, 206 km
- Eskişehir - İnönü, 30 km (desde marzo de 2012)

Continúan en construcción:

- İnönü - Köseköy, 150 km - (Ineco/UBM)
- Köseköy - Gebze, 56 km
- Gebze - Estambul, 44 km

La labor de Ineco

Desde julio de 2010 Ineco y su socio UBM prestan servicios de consultoría y supervisión de las obras, que incluyen:

- Revisión del proyecto constructivo y documentación del contratista
- Aseguramiento de la calidad
- Seguimiento del programa de trabajos del contratista
- Control cualitativo, cuantitativo y geométrico de la obra y de los procesos constructivos
- Seguimiento presupuestario
- Medidas medioambientales
- Supervisión del proyecto *as-built*
- Informe final

Los trabajos incluyen la duplicación, electrificación y renovación de la vía; las telecomunicaciones, las nuevas estaciones y las instalaciones de mantenimiento



SUPERANDO OBSTÁCULOS

El trazado del ferrocarril cruza varias veces la autovía que va desde Eskişehir a Estambul. En la imagen, viaducto 16, en las proximidades de Osmaneli.

mismo nombre. La zona entre esta y Geyve, conocida como el Paso del Doğançay, ha visto alterada de forma muy notable su trazado inicial, que en principio no se ajustaba bien a las exigencias de la alta velocidad. Debido a ello, TCDD decidió sacar este tramo del contrato vigente y hacerlo objeto de un nuevo concurso. Finalmente, unos 22 kilómetros discurrirán de forma casi continua a través de túneles y viaductos, para salvar la extrema dificultad orográfica de la zona. En el Valle de Pamukova, entre Geyve y Mekece, unos 30 kilómetros muy llanos y en terraplén, la principal dificultad provino de las malas condiciones del terreno

Desde julio de 2010, Ineco y su socio UBM, prestan servicios de consultoría y supervisión de las obras

natural para el asiento de terraplenes y el riesgo de licuefacción de suelos. Por ello se mejoraron las condiciones de cimentación con la técnica de *jet-grouting*. En la segunda sección del tramo (54 kilómetros), a la altura de Vezirhan, también se produjeron modificaciones en el trazado original, debido a los problemas geotécnicos relacionados



Zona de acopio de materiales cerca de Pamukova.



Trabajos de vía, también en Pamukova.

con la estabilidad de los taludes que se observaron en otra obra próxima, la autovía entre Eskişehir y Estambul, en muchos puntos paralela a la nueva línea férrea. Además de ello, el trazado original presentaba numerosos cruces con la actual vía convencional, que quiere mantenerse en servicio, y afecciones al río Sakarya.

Otro cambio destacable fue la alineación del túnel 26, el más largo del tramo, que inicialmente discurría muy próximo a la autovía donde se registraban desmoronamientos de taludes. Por ello se decidió alejarlo, con lo que aumentó su longitud. «

CARRETERAS | ESPAÑA | Espacios sostenibles

Pegaso City despliega sus alas

Urbanización en una antigua parcela industrial

Por Amador Álvarez, ingeniero de caminos (Dirección de Carreteras)



Vista parcial de algunos de los futuros edificios proyectados. A la derecha los edificios sede de Aena ya terminados.

Con edificios sostenibles, una fuerte apuesta por las zonas verdes y ubicado cerca del aeropuerto de Barajas, el futuro parque empresarial de la zona este de Madrid empieza a ser una realidad.

El parque empresarial Pegaso City está ubicado en parte de los terrenos de la emblemática fábrica de vehículos de automoción Pegaso (hoy Iveco), enmarcado dentro del Plan Parcial de Reforma Interior del APR.20.07 de Madrid, junto a la autovía A-2 y M-21 y a escasa distancia del aeropuerto de Barajas.

Ineco ha participado en este proyecto desde su origen, para el que ha realizado, además del proyecto de urbanización, el proyecto previo de adecuación de los terrenos, así como los proyectos complementarios para solucionar los accesos al parque empresarial desde las autovías A-2 y M-21. Igualmente, durante la ejecución de las obras, así como en la fase de recep-

ción de las mismas, asesoró técnicamente al Ayuntamiento de Madrid y a la propiedad de los terrenos.

Reutilización de escombros

Mención especial merece el protocolo de actuación diseñado por Ineco para reutilizar más de 6.000 m³ de hormigón procedente de las demoliciones de los edificios ubicados en los terrenos de la urbanización. Este material, convenientemente tratado, se empleó como subcapa en la construcción de los viales de la urbanización, con lo que se lograron unos resultados excelentes. La actuación ha supuesto también un éxito medioambiental incuestionable, al permitir el reciclado de un volumen enorme de material que de otro modo se hubiera destinado al vertedero.

La ejecución de los trabajos ha correspondido a Dragados SA, constructora del Grupo ACS, por encargo de la propiedad de los terrenos, Inmobiliaria Urbanitas SL. Para el diseño de los espacios verdes se contó con la empresa holandesa West 8. «

Un moderno parque empresarial al este de Madrid

Habilitar lugares de trabajo adecuados para el nuevo siglo, ese es el objetivo de Pegaso City, que ofrecerá a sus futuros usuarios amplias zonas verdes, restaurantes, gimnasios y guarderías, dentro del mismo parque empresarial, con la certificación medioambiental LEED para todos sus edificios. Con 520.000 m² de edificabilidad, Pegaso City será uno de los parques empresariales más grandes de Madrid. Su ubicación le permitirá tener conexiones en un futuro



tanto con el aeropuerto de Barajas como con las estaciones de metro de Alameda de Osuna y la de Cercanías Renfe de San Fernando de Henares.

Contará con un bulevar central, amplias zonas verdes y muchos árboles para convivir con los modernos edificios que alojarán empresas con todo tipo de necesidades; Aena ha sido la primera entidad en alojarse en este parque empresarial.

Cerco a los riesgos

Nuevo enfoque a la gestión de la seguridad aeroportuaria

Por **David Formariz**, ingeniero aeronáutico (División de Operaciones y Servicios Aeroportuarios)

Ineco trabaja desde 2003 con Aena Aeropuertos en el ambicioso proyecto de definición e implantación de los Sistemas de Gestión de Seguridad Operacional (SGSO) en su red de aeropuertos. Para ello, la compañía cuenta con un equipo con amplia experiencia y cualificación en el desarrollo e implantación de estos sistemas.

La seguridad operacional absoluta no existe, siempre hay un riesgo residual asociado a toda actividad. Bajo esta premisa, la seguridad operacional se define como la condición según la cual el riesgo de lesiones a personas o daños materiales de las actividades generadas como consecuencia de la actividad aeroportuaria se limita a un nivel aceptable, y se mantiene o disminuye, a través de un proceso continuo de identificación de peligros y de gestión de riesgos.

Hasta principios de los 90 los modelos de gestión de seguridad utilizados en la industria aeronáutica se basaban fundamentalmente en el análisis del error humano. La investigación de accidentes se centraba, en caso de ausencia de fallos tecnológicos, en la detección de evaluaciones inadecuadas, toma de decisiones erróneas y juicios equivocados del personal, de forma que el resultado de esta investigación era la determinación del "qué sucedió", "cuándo sucedió" y "quién lo hizo". Las recomendaciones de seguridad asociadas a la investigación concluían en la asignación de culpas,

derivando en el reciclaje del personal e incluso, su castigo.

El error humano

Un aspecto característico de este enfoque era que las recomendaciones de seguridad operacional estaban dirigidas al problema de seguridad inmediato y específico determinado como causa del fallo de seguridad, olvidándose del contexto y circunstancias en el que se había producido. Si bien es cierto que la mayor parte de los accidentes se producen, en última instancia por un error humano, atribuir el accidente a dicho error no nos dará la respuesta a las preguntas: ¿por qué ocurrió el accidente? y ¿cómo ocurrió el accidente?

OACI ha elaborado la normativa necesaria para el desarrollo e implantación del SGSO

El error humano es un síntoma de la existencia de un problema más profundo en el sistema y, dado que es inevitable, se deben diseñar las infraestructuras, las instalaciones y los procedimientos del aeropuerto de forma que "toleren" los errores, es decir, que los fallos del sistema no resulten en un accidente.

En este sentido, en los 90, se produjo una revolución en el pensamiento gracias al profesor James Reason, que estableció un modelo aún hoy en día vigente. Según este modelo, los fallos activos del personal tienen lugar en un contexto operacional que incluye un conjunto de condiciones latentes asociadas a la organización.



AVIÓN EN LA NIEBLA

Cuando se producen nieblas en un aeropuerto es fundamental aplicar los procedimientos de baja visibilidad. Los indicadores asociados al adecuado cumplimiento de estos procedimientos permiten identificar posibles riesgos en la operación y garantizar la seguridad.



Los Sistemas de Gestión de Seguridad Operacional (SGSO), constituyen el marco en el que se aplica esta nueva filosofía de trabajo, que implica un nuevo enfoque de su gestión. A tal fin, OACI ha elaborado la normativa necesaria para el desarrollo e implantación de estos sistemas en la industria aeronáutica. Para el caso de los aeropuertos ha incluido en su Anexo 14, la

obligatoriedad de que todos los aeródromos certificados dispongan de un SGSO implantado, dando las directrices para su implantación en el Manual de Gestión de la Seguridad Operacional (Doc. 9859). Con estos criterios, Aena Aeropuertos comenzó a trabajar, con el apoyo de Ineco, en el desarrollo de un modelo de SGSO aplicable a los aeropuertos de la red.◀

Desarrollo e implantación »

La implantación del SGSO en el aeropuerto debe realizarse "a medida" de la organización, de forma que sea sólido y eficaz, integrado en su día a día. Se requieren unas premisas básicas que sienten las bases para que el proyecto culmine de manera satisfactoria:

- 1_ Fase inicial que incluya un análisis de carencias (*gap analysis*) y el establecimiento de políticas y objetivos en materia de Seguridad Operacional.
- 2_ Planificación del proyecto, que proporcione pasos manejables, realizada basándose en las características y complejidad de la organización.
- 3_ Generación de una nueva filosofía de trabajo que implique a todo el personal y cambie el punto de vista de la organización. A través del *gap analysis* se identifican los puntos fuertes y débiles del aeropuerto, de forma que se puedan priorizar las necesidades existentes para el cumplimiento de los cuatro pilares del SGSO: política y objetivos; gestión de riesgo de la seguridad; garantía de la seguridad y promoción de la seguridad. El siguiente paso implica la definición de una estructura de responsabilidades y el establecimiento de una política que recoja el compromiso adquirido por la organización.

■ El Responsable de Seguridad Operacional (RSO), será el encargado de impulsar la implantación del SGSO y de involucrar al resto de unidades en el aeropuerto:
 _Garantizar que la contribución de la actividad aeroportuaria a la seguridad de la aviación es óptima, siendo este objetivo prioritario.
 _La gestión de la seguridad operacional para la actividad aeroportuaria será una actividad formal, explícita y sistemática, de naturaleza preventiva.

El sistema de gestión de riesgos es un pilar esencial para la gestión de la seguridad operacional en los aeropuertos

PROCESOS REACTIVOS

La cultura de la comunicación

Establecen mecanismos que garantizan la captura de información relativa a accidentes o incidentes que ocurren en el aeropuerto, de forma que el análisis de los mismos deriva en una serie de lecciones aprendidas a divulgar a todo el personal aeroportuario.

Es básico generar un atmósfera de confianza en la organización

Para garantizar su eficacia, es básica la generación de una cultura de comunicación en el aeropuerto, clima en el que el personal está dispuesto a comunicar sus errores e incidentes en los que esté involucrado o sea testigo. La consecución de esta cultura requiere de la implantación del principio no punitivo de las comunicaciones, entendiendo como tal, la atmósfera de confianza en la que se anima al personal a proporcionar información.

Dicho principio se recoge de forma explícita en la Política de Seguridad Operacional y se divulgará a todo el personal. «

PROCESOS PROACTIVOS

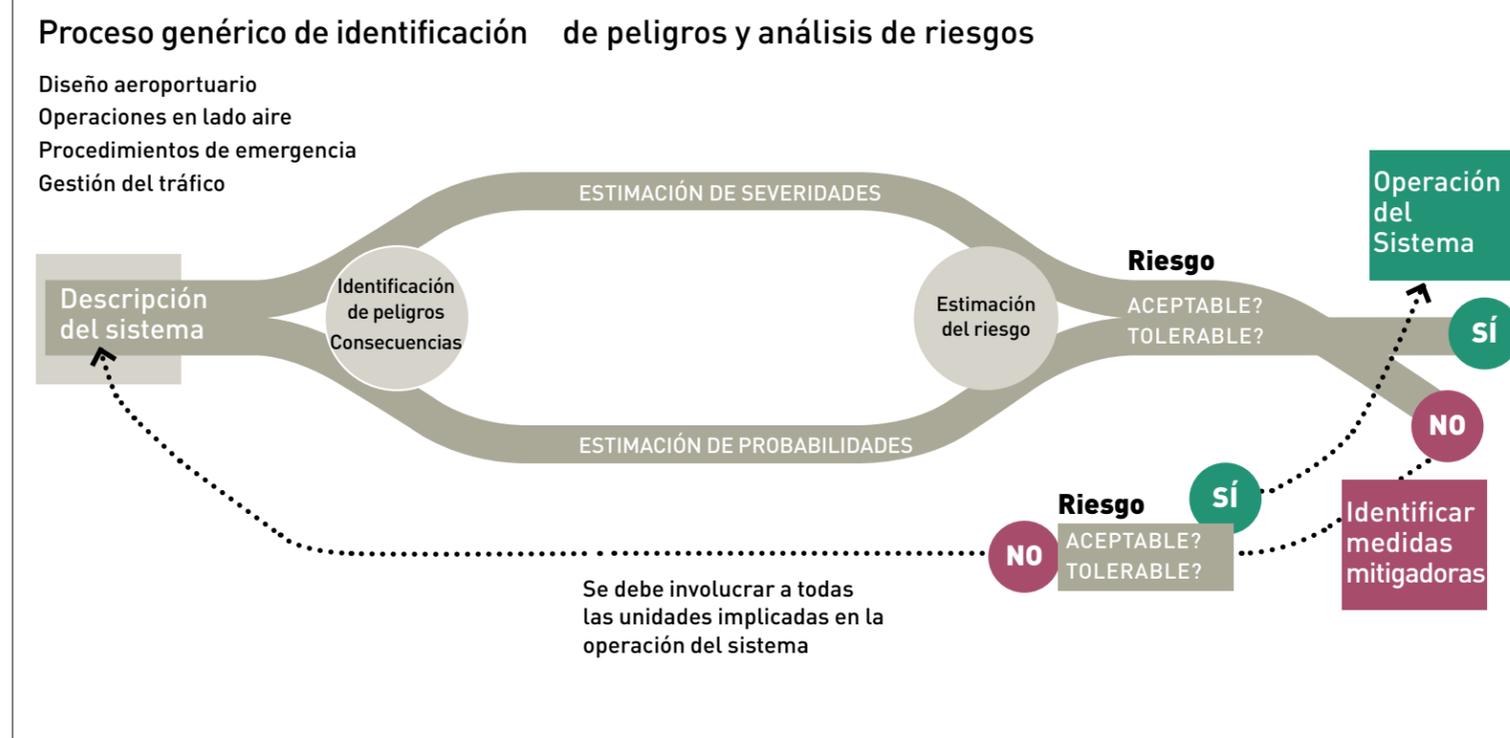
Gestión de riesgos potenciales

La identificación de riesgos potenciales a través de la evaluación de las diferentes actividades (gestión de infraestructuras, procedimientos, entorno existente y aspectos organizacionales) y de los cambios que tienen lugar es uno de los pilares del SGSO. Para ello, se desarrollan procesos proactivos orientados a futuro.

De entre todos los procesos, el sistema de gestión de riesgos es el pilar esencial para la gestión de la seguridad. El análisis de las potenciales consecuencias de los peligros (riesgos) medidos en términos de probabilidad y severidad nos permitirá determinar cómo percibe el aeropuerto dichas consecuencias, de forma que se adopten las medidas necesarias para eliminarlos o mitigarlos hasta el nivel más bajo que sea razonablemente posible.

A la hora de garantizar que este proceso se aplica de forma efectiva, es imprescindible involucrar en la identificación de peligros y los riesgos asociados a todas las unidades implicadas en la operación del aeropuerto (ATC, mantenimiento aeroportuario y de navegación aérea, operaciones aeroportuarias, compañías aéreas y de asistencia en tierra, etc.)

El diseño del procedimiento de gestión de riesgos y su aplicación requiere un profundo conocimiento en análisis de riesgos y experiencia en la



operación aeroportuaria. Conlleva el desarrollo de metodologías cualitativas y cuantitativas de estimación de probabilidad del riesgo y de asignación de severidad al mismo.

Para la elaboración de los estudios aeronáuticos de seguridad, que evalúan las desviaciones de las normas técnicas de aeropuertos y determinan las medidas alternativas que garantizan la seguridad de las operaciones, se requiere la aplicación de los procesos de gestión de riesgos. Desde Ineco se están elaborando estos estudios de

seguridad y para ello se ha desarrollado un modelo cuantitativo para el cálculo de probabilidades de salida de pista, basado en los datos de accidentes e incidentes que han tenido lugar en la industria aeronáutica.

Otras herramientas proactivas de identificación de peligros potenciales en el aeropuerto son las supervisiones internas, los Comités de Seguridad Operacional, en los que se convoca a los operadores aeroportuarios, las comunicaciones de seguridad operacional realizadas por el personal del aeropuerto y las supervisiones a los proveedores externos. «

Tabla de Probabilidades / Severidades

SEVERIDAD	PROBABILIDAD				
	Muy improbable	Improbable	Remoto	Ocasional	Frecuente
Catastrófico	●	●	●	●	●
Peligros	●	●	●	●	●
Importante / Mayor	●	●	●	●	●
Poco importante / Menor	●	●	●	●	●
Insignificante	●	●	●	●	●

● Aceptable ● Tolerable ● Inaceptable

PROCESOS PREDICTIVOS

Identificando peligros latentes

El análisis de las tareas diarias del personal tiene como objetivo el conocimiento de lo que ocurre en el día a día de las operaciones aeroportuarias. Para ello, los indicadores de seguridad operacional

Una potente herramienta para evitar riesgos en la operación aeroportuaria

son una potente herramienta predictiva para la evaluación de aquellas actividades aeroportuarias con un impacto relevante en la seguridad operacional. Mediante su diseño y análisis se identifican peligros latentes, lo que permite tomar medidas para solventar las desviaciones.

Por ejemplo, un aumento del indicador relativo al número de actuaciones fuera de rutina del Servicio de Control de Fauna del aeropuerto, refleja que se ha producido una mayor presencia de aves u otros animales en el recinto aeroportuario, lo cual puede ser debido a la existencia de nuevas zonas en las proximidades del aeropuerto que atraigan aves (lagunas, vertederos...), o un inadecuado mantenimiento del vallado perimetral que haga que entren fácilmente animales en el aeropuerto, con el consiguiente peligro para la operación de las aeronaves. «

MPLS, tecnología de alta velocidad

El etiquetado de datos aporta rapidez y seguridad

Por Víctor Andrés Martín, ingeniero de telecomunicaciones (Dirección de Señalización y Telecomunicaciones)

El protocolo MPLS es una tecnología de conmutación de paquetes de datos que comenzó a desarrollarse en los años 90, y actualmente es la base de las redes de telecomunicaciones ferroviarias en líneas de alta velocidad.

Para asegurar el funcionamiento eficaz de los sistemas de información en la alta velocidad ferroviaria, hace falta que la comunicación también se lleve a cabo a la máxima velocidad posible. El *Multiprotocol Label Switching* (MPLS) consiste en un protocolo de comunicaciones que transporta información a gran velocidad con tiempos de recuperación ante fallos muy reducidos y constituye la base de las arquitecturas de *networking* actuales en las redes de telecomunicaciones en líneas de alta velocidad. «

La espina dorsal de las comunicaciones ferroviarias

El origen de la tecnología de comunicaciones MPLS se remonta a finales de la década de los 90. Su nacimiento tiene como objetivo aunar los beneficios aportados en aquella época por el protocolo IP, en lo que se refiere al enrutamiento de información, y por la tecnología ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), con el envío de paquetes mediante la consulta y el intercambio de etiquetas.

Tras un desarrollo en I+D importante a lo largo del siglo XXI, MPLS se ha asentado como la tecnología *backbone*, o troncal, en las arquitecturas de telecomunicaciones ferroviarias de alta velocidad en España. Una arquitectura denominada Red de Datos de Explotación (RDE), con amplia capacidad de conmutación, enlaces a largas distancias y elevadas velocidades; dispone de una Red de Acceso de Datos (RAD) para permitir el acceso a la transmisión

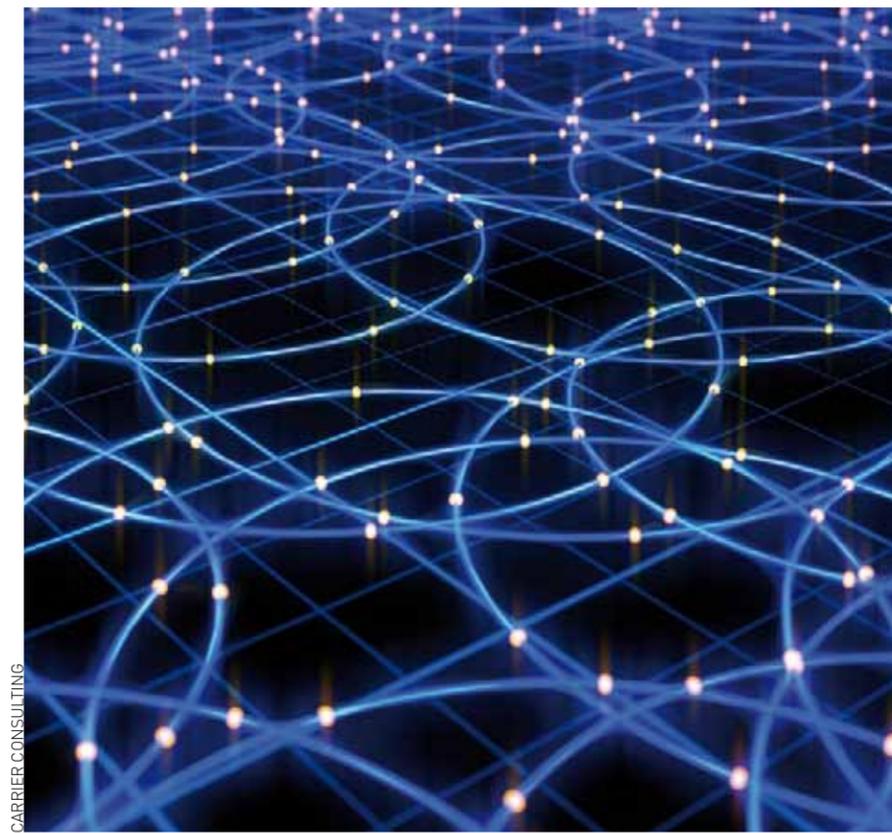
por parte de los diversos servicios ferroviarios. Esto permite desarrollar una topología de *networking* multinivel, que dota a los clientes de un servicio con garantías de calidad, disponibilidad y escalabilidad.

¿Cómo funciona?

MPLS es una tecnología de conmutación de paquetes que establece caminos virtuales entre nodos, permitiendo una comunicación bidireccional entre dos equipos de la red por un "camino dedicado". El *router* de entrada al dominio

Ineco participa en todas las fases del despliegue de MPLS en la alta velocidad española

MPLS y que recibe esa información se denomina LER (*Label Edge Router*); en función de la dirección IP de destino le añade una etiqueta (*label*) en su cabecera, que es consultada, sustituida



CARRIER CONSULTING

y reenviada por los *routers* intermedios, LSR (*Label Switching Router*).

Una tabla de etiquetas garantiza una mayor rapidez en el tránsito, un menor tiempo de transmisión entre dos equipos (menor latencia), y por lo tanto mayor velocidad en la comunicación. Esta asociación entre etiquetas genera un circuito virtual denominado LSP (*Label Switched Path*). Este circuito simula la construcción de un túnel de comunicaciones.

Mecanismos de redundancia

Una premisa fundamental es garantizar una disponibilidad total del servicio. Topologías físicas en anillo o redundancia 1+1 son algunas de las reglas de diseño para asegurar esta disponibilidad. MPLS cuenta con la configuración de un túnel primario y varios túneles de *backup* para alcanzar un determinado destino. Son caminos de protección cuya conmutación se efectúa entre sí en caso de caída de enlace con unos tiempos de convergencia inferiores a los 50 milisegundos. «

Experiencia de Ineco en tecnología MPLS

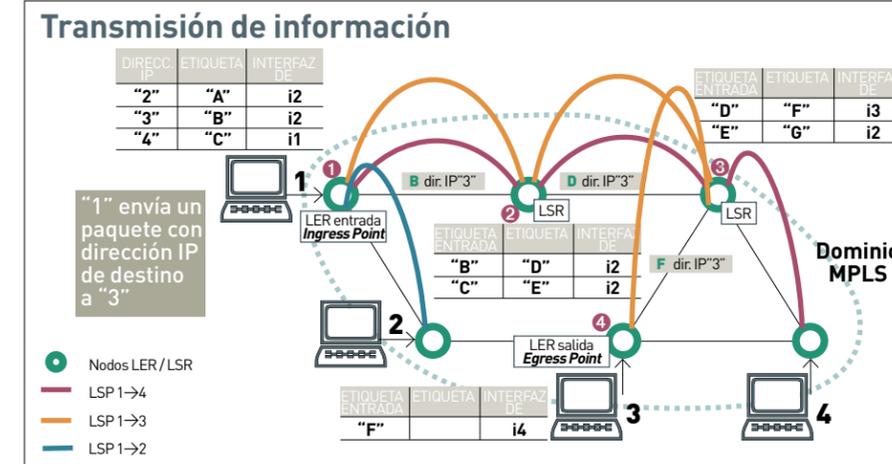
■ Ineco ha participado en proyectos donde se aplica esta tecnología, como las líneas de alta velocidad Madrid-Albacete-Valencia y Ourense-Santiago, ya en explotación, y Albacete-Alicante, actualmente en construcción. En estos trabajos, Ineco ha realizado los diseños de ingeniería y redacción de proyectos constructivos; la consultoría, asistencia técnica y control de obra durante la fase de construcción, así como la participación en mantenimiento.

→ FASE DE PROYECTO

La participación de Ineco en el despliegue de infraestructuras de telecomunicaciones MPLS es activa. La fase de proyecto define la arquitectura de la red de datos de explotación, nivel de red en el cual se ubican los *routers* MPLS y dónde se efectúa el diseño de los túneles de comunicaciones para la provisión de servicios.

→ FASE DE OBRA

La fase de obra implica una aportación más intensiva de la experiencia acumulada. En colaboración con el cliente y el tecnólogo, y sobre la topología plasmada en proyecto, se lleva a cabo la ingeniería de diseño. En primera instancia se analizan los servicios necesarios, se configuran en forma de VPNs, se activan los protocolos de enrutamiento, y se establecen los LSPs para la transmisión de la información de forma más efectiva.



→ FASE DE PRUEBAS

Con una fase de pruebas se depuran las configuraciones activadas, se realiza el montaje en campo y se finaliza con la puesta en servicio. Ineco colabora en toda la vida del proyecto, aportando su *know-how* obtenido en el despliegue de las redes de telecomunicaciones ferroviarias de alta velocidad.

Una vía que amplía horizontes

Avanzan las actuaciones de mejora y modernización

Por Daniel Esteban, ingeniero de caminos (Dirección de Carreteras)

Las obras continúan tras la apertura este verano de 29 nuevos kilómetros a cuatro carriles, con lo que solo quedan menos de 30 por duplicar. Las mejoras en esta vía incluyen también los peajes, accesos y enlaces.

Ineco está llevando a cabo la dirección de las obras de ampliación y modernización de la autopista Guadalajara-Colima, en México. Esta labor, entre otras, está incluida en el contrato suscrito con Banobras para actuar hasta 2025 como 'agente administrador y supervisor' de la vía (ver recuadro), de 148 kilómetros. Alterna tramos de acceso libre y de peaje, y dispone de cuatro carriles a excepción de los 58 kilómetros donde se están ejecutando los trabajos de mejora. En agosto se inauguraron 29 kilómetros, donde se han puesto en servicio las nuevas calzadas de cuatro carriles, además de tres enlaces: Ciudad Guzmán, Atoyac y Teocuitatlán, así como varios pasos superiores que han permitido cerrar los accesos irregulares existentes.»



Los trabajos han incluido la ampliación de la calzada y la construcción de varios pasos y estructuras.



Ampliación a cuatro carriles (1)

A punto de concluir la duplicación de carriles en el primer tramo, de 34 kilómetros, y la primera fase del segundo, de solo 5, quedan otros 19, de trazado alejado del actual y que discurre sobre profundas barrancas. Para salvarlos se construirán 11 pasos superiores y 17 puentes, tres de ellos de más de 520 metros de longitud. Este último tramo entrará en servicio a principios de 2015.»

Enlaces, peajes y accesos (2)

Las actuaciones de modernización de la autopista, construida en 1983, consisten en la adecuación de seis enlaces, la construcción de tres playas de peaje y de varios pasos a distinto nivel. Además de reubicar y ampliar los dos puntos de peaje existentes (Acatlán y San Marcos), se ha construido un tercero en Sayula. Se tiene previsto que todos estén operativos en 2013.»



Edificio de oficinas en Sayula.



Enlace de Teocuitatlán.



En la imagen, playa de peaje. Abajo a la izqda.: prueba de carga. Abajo a la dcha.: calzada ampliada a cuatro carriles.



Los enlaces construidos eliminan los accesos irregulares. En la imagen, el de Ciudad Guzmán.

Ineco en la autopista Guadalajara-Colima

Banobras, el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos de México, puso en marcha en 2010 un nuevo modelo de gestión y operación de autopistas. En 2011, Ineco ganó un contrato por valor de 37 millones de euros para actuar hasta 2025 como Agente Administrador Supervisor' en la autopista Guadalajara-Colima. Actualmente, cuenta con un equipo de 24 personas entre Guadalajara y Ciudad de México, además de personal de apoyo a pie de obra.

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.

Puentes a punto

Pruebas de carga, inspecciones y monitorización de viaductos

Por **Justo Carretero** y **Pablo S. Garetá** (Dirección de Arquitectura, Estructuras e Instrumentación) y **Daniel Esteban** (Dirección de Carreteras), ingenieros de caminos

Ineco está llevando a cabo diversos trabajos de inspección, monitorización y pruebas de carga en varios puentes de la autopista Guadalajara-Colima, en México. La compañía, que en 2011 ganó un contrato para supervisar durante 14 años la concesión, aporta sus 25 años de experiencia en España, con una avanzada metodología propia.

Los trabajos se están realizando a lo largo de 2012 y forman parte del contrato que Banobras (Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C. de México) adjudicó a Ineco en 2011. Permitirán una mejora sustancial de la seguridad vial y del conocimiento del estado y comportamiento de algunas de las estructuras del tramo, algunas de ellas de tipología singular. El Gobierno mexicano está ampliando esta autopista de 148 kilómetros construida en 1983 y que forma parte de un importante eje viario, Manzanillo-Tampico.»



Tren de carga, formado por tres camiones, de 35 toneladas de peso en total, durante la prueba estática.



Vista de la estructura inferior del puente (de hormigón ensayado y el metálico sustituido).



Un inspector examina la estructura metálica unida a la losa superior de hormigón.



Prueba de carga en el puente El Nuevo (1)

Este viaducto, muy próximo a la ciudad de Colima, tiene una longitud de 145,4 metros distribuidos en tres vanos. Debido a la orografía del terreno se hizo necesaria la instrumentación del puente mediante el trabajo de especialistas en trabajos en altura. Para la prueba se emplearon un total de tres camiones de 35 toneladas de peso total y se realizaron un total de 6 hipótesis de carga estáticas. Las pruebas de carga

permiten comprobar el comportamiento de puentes y viaductos a lo largo del tiempo, tanto ante posibles variaciones de sus condiciones de explotación, como las debidas a obras de rehabilitación, ampliación o refuerzo. Se efectúan tanto para estructuras ferroviarias como de carreteras, nuevas o ya en uso, simulando las sobrecargas de servicio.»

Inspección principal (2)

Además de esta prueba, se ha realizado a lo largo del año una inspección principal de un puente tridilosa, denominado PSV Carretera Federal 68+720. Los trabajos de inspección incluyeron una comprobación general de datos de la estructura y una valoración de su estado: búsqueda de posibles daños y patologías existentes. Tras la inspección se llevaron a cabo las reparaciones y tareas de mantenimientos necesarias.»



Trabajos en altura para colocar instrumentos de medida de desplazamientos en la pila nº 2.



Con 140 metros, El Beltrán, construido en 1992, es el puente más alto del estado de Jalisco.



Equipo utilizado para la adquisición de datos durante la prueba de carga. Arriba: transductor de desplazamiento colocado en uno de los tramos.

Instrumentación y monitorización (3)

El sistema instalado en el puente de El Beltrán, ubicado cerca de Colima, desde los sensores, amplificadores y conexionado hasta el sistema de control y registro, está resuelto con tecnología de fibra óptica. Por ello se ha recurrido en algunos casos a la actuación de personal especializado en trabajos en altura para colocar los dispositivos de medida o la instalación de suministro de energía solar.»



Paneles solares para abastecimiento autónomo de energía, dispuestos en altura sobre la pila como autoprotección antivandálica.



El mundo se viste de Zara

España exporta cada vez más moda: no solo prendas de vestir, accesorios o calzado, sino algo más intangible pero cada vez más demandado: diseño y productos de calidad.

Una de las tiendas de Zara en Tokio.

Diseño, calidad-precio y un modelo de negocio innovador y flexible son las señas de identidad de un sector de la economía española que obtiene ya por término medio el 44% de sus ingresos en el mercado internacional. La moda es el sexto sector más exportado, por un valor total de 13.500 millones de euros en 2011 según datos del Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX). Y sigue creciendo en todos sus segmentos: moda femenina, masculina, infantil, marroquinería, calzado, bisutería y joyería. Solo en la primera mitad de 2012, la facturación en el exterior ha crecido un 15,7% respecto al mismo periodo del ejercicio anterior.

Pero este negocio de la elegancia efímera se sustenta en la creatividad de sus diseñadores, que nos enseñan en cada época las grandes claves del buen vestir: Balenciaga es sin duda una referencia obligada junto a figuras como Pertegaz, Elio Berhanyer, Paco Rabanne, Loewe, Pedro del Hierro,

Jesús del Pozo o Victorio y Lucchino. Algunos más han hecho de su nombre una marca internacional, como Custo Barcelona, Adolfo Domínguez, Purificación García, Agatha Ruiz de la Prada o el célebre diseñador de calzado Manolo Blahnik.

Un nuevo modelo de negocio

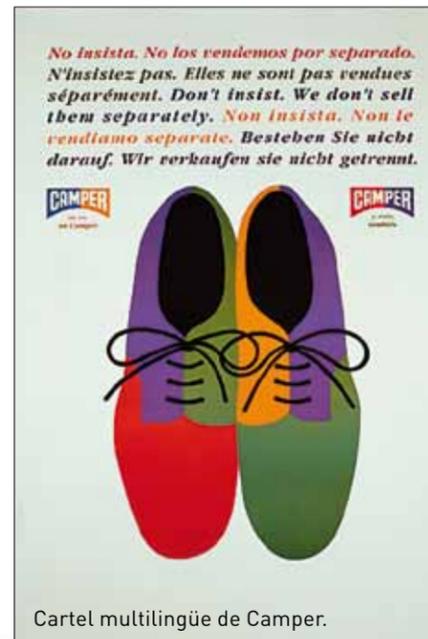
Deudoras de estos grandes nombres de la moda y la tradición textil española, las firmas de *prêt-à-porter* español han logrado desarrollar un novedoso modelo de negocio que empezó a implantarse en los años 90 y hoy ha logrado adaptarse con éxito a un mercado globalizado y en constante evolución. Firmas como el grupo Inditex, con Zara a la cabeza, la catalana Mango o el grupo Cortefiel, que integra Cortefiel, Pedro del Hierro, Women's Secret y Springfield, son ejemplos de este paradigma de éxito.

El auge de la moda 'casual', el precio como principal criterio de compra y el desarrollo de la

demanda de moda infantil, entre otros factores, han transformado el mercado y las demandas de los consumidores. Las empresas de moda españolas han encontrado la manera de responder ante estos cambios, como la aplicación de las nuevas tecnologías al transporte y la distribución de sus

El buque insignia

Zara, que abrió su primera tienda en 1975, es la marca emblemática de Inditex y fue el germen del grupo, integrado por ocho marcas diferentes (Pull&Bear, Massimo Dutti, Bershka, Stradivarius, Oysho, Zara Home y Uterqüe). En julio de 2012 Inditex sumaba 5.683 tiendas en 85 países. En 2011 obtuvo 1.932 millones de euros de beneficios, con ventas por valor de 13.793 millones de euros, un 10% más que en 2010. Un 20% de su facturación total procede del mercado asiático.



Cartel multilingüe de Camper.



Boceto de Custo para la Semana de la Moda de Nueva York 2012.

productos, de manera que un nuevo diseño pueda desarrollarse, fabricarse y distribuirse en los puntos de venta de todo el mundo en el plazo de un mes. La rapidez de reacción también es vital en la fase de diseño: equipos de varios centenares de personas estudian continuamente los gustos de los consumidores para ofrecerles los productos que estos demandan. Una logística eficiente permite además una elevada rotación de los productos, con unos precios asequibles que se optimizan distribuyendo estratégicamente los centros de producción.

Novias, niños y piel

Dentro del mercado internacional de la moda española hay segmentos especialmente pujantes. Es el caso de la moda nupcial, en el que España es el segundo exportador mundial, con firmas como Pronovias que representa el 90% de las exportaciones, o Rosa Clará. Otro subsector muy potente es el de la moda infantil, que en los últimos dos

Un mercado en expansión

El principal cliente de la moda española es la Unión Europea, que acapara tres cuartas partes de las exportaciones; principalmente Francia, seguida por Italia, Portugal y Alemania. Fuera de Europa, además de Marruecos que sigue en la lista, destacan Estados Unidos y Rusia, en los puestos 9 y 14,

respectivamente. Oriente Medio es uno los mercados que más ha crecido, con un 24% en 2011, según datos del ICEX. Las ventas por Internet al mercado internacional se han incrementado más de un 89% solo en el primer trimestre de 2012, sumando 49,2 millones de euros, de acuerdo con los últimos datos oficiales.



Mischa Burton con traje de novia de Rosa Clará.



Centro de diseño de Mango.



Niños vestidos de Mayoral.

Apuesta por la tecnología

Las ventas por Internet son la gran apuesta de la compañía Mango, fundada en 1984. Facturó 1.408 millones de euros en 2011, el 82% en el exterior, y prevé cerrar 2012 con 70 millones solo en ventas *on line*, el doble que el ejercicio anterior. La compañía cuenta actualmente con 2.521 tiendas en 108 países y tres líneas de producto (Mango, Mango Touch y He by Mango). Ha desarrollado un sistema logístico propio, capaz de clasificar y distribuir 40.000 prendas por hora.

La industria española del calzado exporta el 70% de los 94 millones de pares de zapatos de alta calidad que fabrica cada año

años ha incrementado un 50% sus ventas, con marcas como Mayoral, Neck & Neck, Star Textil (Bóboli), Tuc Tuc, Tutto Piccolo, AKR Kids, Cón-dor, Losan, Barcarola o Pili Carrera.

La industria de la piel, marroquinería y calza-do cuenta con una tradición en España de varios siglos de antigüedad y hoy es un sector fuertemente exportador: el calzado de Ursula Mascaró, Lotusse o Yanko, o los impactantes diseños de la mallorquina Camper están a la venta en todo

el mundo. Loewe, en los años 60, fue una de las firmas pioneras en abordar los mercados exteriores, en lo que sigue manteniendo su prestigio y proyección internacional. Por otro lado, en piel de pelo cabe citar las creaciones de Elena Benarroch, José Gómez Benet o Álvarez Valls.

¿Suizo? No, español

España es el cuarto fabricante europeo de joyas y relojes, después de Italia, Reino Unido y Suiza. Este último es, además, el principal cliente exterior. Nombres con importante presencia internacional son Carrera y Carrera –que exporta hasta el 80% de su producción– o la catalana Tous; o grupos relojeros y joyeros como Festina, Munreco –con marcas como Viceroy o Sandoz– y Valentín, que comercializa la marca Time Force. En joyería cabe citar el trabajo de diseñadores como Joaquín Ber-rao, con tiendas en Italia y Japón, Vicente Gracia, Chus Burés, Helena Rohner o Enric Mayoral. «

3.000 PROFESIONALES EXPERTOS EN INGENIERÍA DEL TRANSPORTE
ALTA VELOCIDAD, NAVEGACIÓN AÉREA
 VANGUARDIA, INNOVACIÓN, CALIDAD, COMPETITIVIDAD
TRANSPORTE URBANO, ESTACIONES
 SOSTENIBILIDAD, EFICIENCIA, ALTA TECNOLOGÍA
AEROPUERTOS, CARRETERAS, LÍNEAS
FERROVIARIAS CONVENCIONALES



Soluciones integrales al transporte

Ineco es la multinacional española referente en ingeniería y consultoría del transporte. Desde hace más de 40 años ha participado en la planificación, diseño, ejecución, puesta en funcionamiento y mantenimiento de las principales infraestructuras en España. Nuestra experiencia nos ha llevado a desarrollar proyectos en más de 40 países en cuatro continentes. Más de 150 contratos internacionales desarrollados en los últimos años ponen de manifiesto la capacidad de Ineco para trabajar en el exterior.

ineco
 www.ineco.es
 info@ineco.es



Las Cercanías de Madrid, pioneras en Europa con el ERTMS Nivel 1 y 2 de Dimetronic y Thales

Por primera vez en Europa se implementa la tecnología ERTMS de Nivel 1 y Nivel 2 en una red de alta densidad como las Cercanías de Madrid.

Thales y Dimetronic, tecnología y talento españoles para el control del tráfico y las comunicaciones ferroviarias de más de 1.200 kilómetros de líneas en servicio.

THALES

invenys
 Rail DIMETRONIC



Aena Aeropuertos

Primer operador aeroportuario del mundo

- 47 aeropuertos y 2 helipuertos en España con las más diversas tipologías: hubs, aeropuertos regionales, aeropuertos especializados en carga aérea, aeropuertos de tráfico turístico...
- Presencia en 26 aeropuertos en el mundo
- Infraestructuras preparadas para el futuro
- Máximo nivel de calidad en los servicios

Aena Aeropuertos, líder en gestión integral de servicios aeroportuarios

INFÓRMATE ANTES DE VIAJAR:

902 404 704
(+34) 91 321 10 00



www.aena-aeropuertos.es

SÍGUENOS EN:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO