

ITRANSPORTE

INGENIERÍA Y CONSULTORÍA DEL TRANSPORTE | revistaitransporte.com | ineco.com



56

FEB | MAY 16

48

49-56

आपातक
EMERGE

ALTA VELOCIDAD EN LA INDIA Cómo ir en AVE desde Delhi a Calcuta

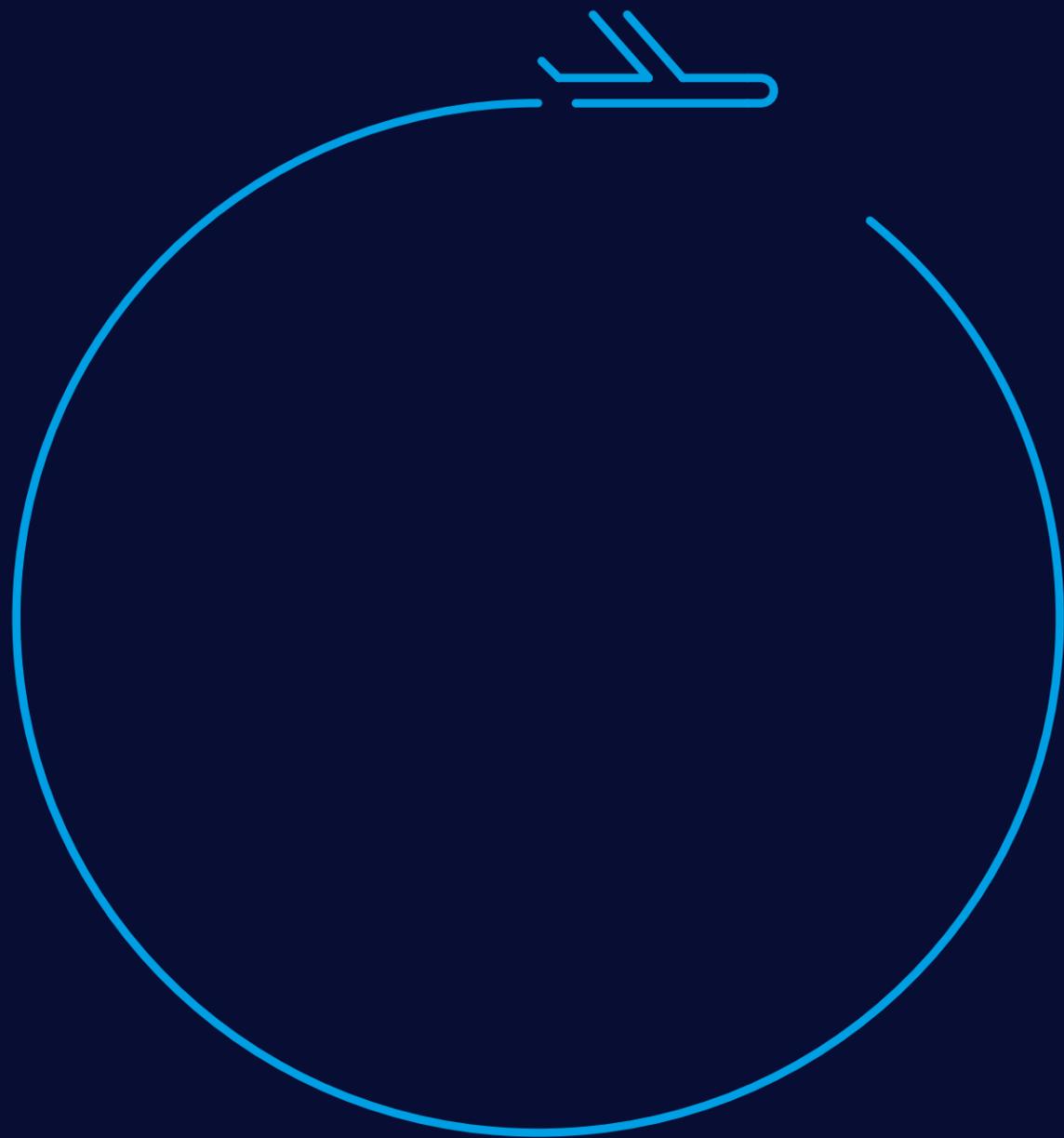
ENTREVISTA

Vinay Kumar Singh
Director general de HSRC

+ REPORTAJES

Eje Atlántico
Torres de control
Aeropuerto Rafael Núñez (Colombia)
Certificación ENAC
Turismo y transporte aéreo
Marca España: alojamientos singulares





Somos el gestor
de navegación aérea
en España,
Planeta Tierra.

ENAIRe 

enaire.es



EDITORIAL

La capacidad tecnológica ferroviaria de la Alta Velocidad Española (AVE)

En nuestra primera revista de 2016, damos espacio a noticias y reportajes sobre proyectos de gran significado y valor para el devenir de Ineco y otras empresas de nuestro país. Tanto el estudio para la implantación de una línea de alta velocidad entre Nueva Delhi y Calcuta, como los contratos para la gestión de residuos en Panamá y Ecuador suponen la cristalización en el mercado exterior de años de formación, trabajo y rigor de la ingeniería española en distintas disciplinas relacionadas con las infraestructuras.

Su interés no solamente radica en la envergadura técnica y financiera que, sin duda, tienen estos estudios, sino –y casi aún más importante– por la trascendencia que tienen en el desarrollo socio-económico de los países donde se realizan y por el hecho de que sea una experiencia propia y única que, diseñada y aplicada al mercado español, está dando excelentes resultados en otros países del mundo entero.

Si hace tan solo unos años nos planteábamos cómo exportar la capacidad tecnológica ferroviaria de la alta velocidad española (AVE), hoy en día ya podemos hablar de ejemplos reales. No solo estamos trabajando en Arabia Saudí, Reino Unido o Turquía; en los últimos meses, Ineco ha iniciado los estudios para desarrollar esta alta tecnología ferroviaria en Egipto y la India. Nos avalan más de 30 años de experiencia –la primera línea de alta velocidad en España se inauguró en 1992– una red de 3.100 kilómetros y muchos retos superados. Es sobre el trabajo que estamos realizando en este último país, la India, al que dedicamos la portada y un reportaje que incluye una entrevista con el director general de HSRC, organismo encargado del desarrollo y la implementación de proyectos de alta velocidad ferroviaria en el país asiático.

El turismo y el transporte aéreo son también actividades de gran relevancia en nuestro país. Prueba de ello es el récord turístico con un total de 68 millones de visitantes en 2015, de los que ocho de cada diez llegaron a alguno de los 46 aeropuertos españoles. Lo contamos en un reportaje en el que agradecemos la presencia y opinión del secretario general de la Organización Mundial del Turismo (OMT). Complementamos el apartado aeronáutico con otro artículo que aborda los desafíos técnicos del diseño de torres de control. Por último, mencionar las páginas que dedicamos a la colosal obra de ingeniería que supusieron los 155 kilómetros del Eje Atlántico cruzando la accidentada orografía gallega: 37 túneles y 32 viaductos son la prueba de la magnitud del proyecto que hoy es ya una realidad.

A través de estos y otros contenidos y un diseño renovado, confío en estar transmitiendo a nuestros clientes y lectores el alto nivel de calidad de la ingeniería española, sin dejar, por supuesto, de informar y entretener. ■



No solo estamos trabajando en Arabia Saudí, Reino Unido o Turquía; en los últimos meses, Ineco ha iniciado los estudios para desarrollar esta alta tecnología ferroviaria en Egipto y la India”

JESÚS SILVA FERNÁNDEZ
Presidente de Ineco

SUMARIO

feb/may 2016

- 06 | **NOTICIAS**
Panamá encarga a Ineco su plan de recolección y tratamiento de desechos
Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos de Quito (Ecuador)
- 10 | **ALTA VELOCIDAD EN LA INDIA**
Cómo ir en AVE desde Nueva Delhi a Calcuta
- | **ENTREVISTA**
Vinay Kumar Singh
Director general de High Speed Rail Corporation of India Ltd. (HSRC)
“A nuestros técnicos les ha impresionado la alta calidad de mantenimiento de la red española”
- 14 | **EJE ATLÁNTICO**
Los viajeros dan el “sí”
- 18 | **EDIFICACIÓN AEROPORTUARIA**
Todo bajo control
Bruce Fairbanks
Torres de control: el diseño arquitectónico
“Crear un símbolo único para cada lugar”
Roberto Serrano
Torres de control: el diseño funcional
“En el futuro no será necesario visualizar las operaciones”
- 24 | **SISTEMAS AUXILIARES DE DETECCIÓN**
Chivatos en la vía
- | **ENTREVISTA**
Grupo Cobra
Expertos en sistemas de detección
“Siempre que exista un factor de riesgo, se deberá desarrollar un sistema auxiliar de detección que lo mitigue”
- 28 | **AMPLIACIÓN DEL AEROPUERTO RAFAEL NÚÑEZ**
Trayectoria ascendente
- 32 | **ESTACIÓN DE SOTO DEL HENARES**
Transparencia y sencillez
- 34 | **ESTUDIOS DE SEGURIDAD**
76/EI058: seguridad con DNI
- 36 | **TURISMO Y TRANSPORTE AÉREO**
Con los brazos abiertos
- | **ENTREVISTA**
Taleb D. Rifai
Secretario general de la OMT
“El turismo español es fuerte gracias a la profesionalidad de personas e instituciones”
- 40 | **ESTACIÓN DE ARANJUEZ**
A golpe de remache
- 44 | **PROYECTO ARID LAP**
Ventaja competitiva
- 48 | **MARCA ESPAÑA**
Alojamientos singulares

IMAGEN DE PORTADA: Ben Brown
(www.flickr.com/photos/beenbrun).



REPORTAJES sobre el mapa

INTERNACIONAL Aeronáutico
Diseño y funcionalidad de las torres de control: un arquitecto y un ingeniero aeronáutico nos dan su punto de vista.

ESPAÑA Ferroviario
Ninguna línea ferroviaria entra en servicio sin una evaluación acreditada.

ESPAÑA Ferroviario
La línea superó en 2015 la cifra récord de tres millones de usuarios.

ESPAÑA Ferroviario
Los vecinos de Soto del Henares pueden llegar al centro de Madrid en 25 minutos gracias al nuevo apeadero.

INTERNACIONAL Ferroviario
Ineco asesora e instala detectores en vías convencionales y de alta velocidad.

A 18*
F
F
F
F
A 28
P
I
AV
TA 36*

COLOMBIA Aeronáutico
Trabajos de Ineco en el aeropuerto de Cartagena de Indias.

ESPAÑA Patrimonio
Expertos de Ineco han llevado a cabo para Adif la dirección de las obras de rehabilitación de las marquesinas de la estación de Aranjuez.

ESPAÑA Innovación
Siete empresas se asocian para frenar la erosión en las vías ferroviarias.

INDIA Alta Velocidad
Un consorcio indio-español diseñará el corredor ferroviario de 1.454 kilómetros.

INTERNACIONAL Transporte aéreo
Los aeropuertos españoles recuperan tráfico gracias al turismo.

* Reportaje de ámbito internacional

EDITA Ineco

Paseo de La Habana, 138 - 28036 Madrid - Tel. 91 452 12 56 - www.revistaitransporte.com
Directora: BÁRBARA JIMÉNEZ-ALFARO - barbara.jimenez@ineco.com
Redactora jefe: LIDIA AMIGO - lidia.amigo@ineco.com
Comité de redacción: JOSÉ ANGUITA, MICHAEL ASHIABOR, NATALIA DÍAZ, JUAN R. HERNÁNDEZ, RAFAEL HERRERA, RAFAEL MOLINA, CRISTINA NEVADO, JARA VALBUENA
Diseño, maquetación, edición y web: ESTUDIO 2729 | JUANJO JIMÉNEZ, ALMUDENA VALDECANTOS, YOLANDA MARTÍNEZ
Impreme: NILO GRÁFICA
Depósito Legal: M-26791-2007
©Ineco. Todos los derechos reservados (2016). Para la reproducción de artículos, por favor, contacten con la directora.
Síguenos: [in](#) [f](#) [t](#) [w](#)





FOTO: GEOFF COLLINS (FLICKR)

REINO UNIDO

ACCESO FERROVIARIO A LONDON-LUTON

Ineco y Capita están llevando a cabo para London Luton Airport Operation Limited (LLAOL), participada mayoritariamente por Aena internacional, un estudio de alternativas para un acceso ferroviario al aeropuerto de Luton, situado a 56 kilómetros de Londres. Las previsiones de crecimiento han llevado a sus gestores a plantear diferentes alternativas que permitan incorporar una estación ferroviaria en la propia terminal. Actualmente, la estación London Luton Parkway Station se encuentra a una distancia de cerca de un 1,5 kilómetros de la terminal, lo que obliga a realizar este trayecto en autobús. Con una

nueva línea directa desde la terminal de Luton, el viaje al centro de Londres se reduciría de 45 a 25 minutos.

Los trabajos consisten en un estudio de diferentes alternativas que permitan el acceso ferroviario a la futura terminal, incluyendo el diseño preliminar, los análisis de costes y los *timings* necesarios.

London-Luton, con 5,7 millones de pasajeros en el primer semestre de 2015, es el cuarto aeropuerto de Londres por tráfico de pasajeros. En el último año, el tráfico ha experimentado un crecimiento constante por lo que el aeropuerto está afrontando reformas para aumentar su capacidad.

TURQUÍA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA SAMSUN-KALIN

Ineco, la empresa turca UBM y la consultora Mott McDonald, han ganado el contrato para la supervisión de la modernización de la línea ferroviaria entre Samsun y Kalin. La línea que va desde el puerto de Samsun, en el Mar Negro, a la ciudad de Kalin es una de las seis rutas ferroviarias seleccionadas en Turquía para mejorar las conexiones entre el Mediterráneo y el Mar Negro, favorecer el desarrollo del transporte regional y reducir la siniestralidad en carreteras.

La línea cuenta con 378 kilómetros de vía única sin electrificar y actualmente no está operativa. Con su modernización, contará con la señalización y electrificación necesarias para reducir los tiempos de recorrido y aumentar las frecuencias. Los trabajos incluyen el seguimiento y control de la modernización de la infraestructura, superestructura e instalaciones de la línea. Entre otros se realizará la extensión de las vías, rehabilitación de túneles, mejora de plataformas y estaciones, y nuevos sistemas de señalización y equipos de seguridad.

PLAN MAESTRO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE QUITO

Ineco, en consorcio con Tragsatec –filial tecnológica perteneciente al grupo Tragsa–, llevará a cabo el Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos Sólidos del distrito metropolitano de Quito. Estos trabajos de consultoría se enmarcan en el convenio de cooperación técnica entre la alcaldía de Quito y la Corporación Andina de Fomento (CAF). El

objetivo es establecer un sistema de gestión sostenible que garantice servicios eficaces y eficientes, para lo que se desarrollará un marco normativo, modelos de gestión de residuos y un análisis financiero de la situación actual.

Ineco cuenta con una gran experiencia previa en Ecuador, donde lleva a cabo proyectos como la revisión y

la regularización de las concesiones de derecho de uso y aprovechamiento del agua para Senagua o la fiscalización de la ampliación de la carretera Pifo-Papallacta.

Además, desde el año 2013, la compañía desarrolla el Plan Estratégico de Movilidad (PEM) de Ecuador, que abarcaba todo el territorio y todos los modos de transporte.



ECUADOR

FOTO: JAIME COLOMBEK (FLICKR)

INECO SE ENCARGARÁ DE SU PLAN DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE DESECHOS

El Gobierno de Panamá encargó a Ineco el pasado noviembre el Plan Nacional de Recolección y Tratamiento de Desechos Sólidos. Este plan estratégico contempla, a escala nacional, las condiciones actuales de la recolección, tratamiento y eliminación de desechos, y propondrá el marco normativo y las medidas técnicas necesarias para resolver los

problemas presentes y futuros en la gestión de los residuos en Panamá. El contrato supone la consolidación definitiva del negocio de Ineco en el ámbito de la planificación de los residuos sólidos urbanos, un trabajo que está realizando también para la ciudad de Quito. Para Miryam Sánchez, directora técnica de Residuos y Medio Ambiente de Ineco, con 25 años en el

sector, “aplicaremos nuestra gran experiencia para desarrollar una gestión de residuos del siglo XXI”.

La compañía cuenta con una oficina en la Ciudad de Panamá, donde está elaborando también un estudio para el diagnóstico y propuesta de remodelación de Cerro Patacón, el relleno sanitario de la ciudad de Panamá.



FOTO: MATÍAS DUTTO (FLICKR)

PANAMÁ

NUEVO PUENTE DE ‘LA PEPA’

El pasado mes de septiembre se inauguró sobre la bahía de Cádiz el Puente de la Constitución de 1812, denominado La Pepa por ser el apodo dado a la Constitución proclamada en Cádiz. Se trata de una de las grandes obras de la ingeniería civil española, en la que ha participado Ineco llevando la dirección ambiental de las obras, realizadas respetando el ecosistema del Parque Natural de la Bahía. El proyecto ha sido redactado por el ingeniero Javier Manterola y ha sido ejecutado por la empresa española Dragados. Este nuevo acceso a la capital gaditana es el más largo de la red viaria española (3.092 metros), ostenta la mayor luz de España (540 metros en su vano principal) y es el segundo con mayor gálibo libre del mundo (69 metros). Es una estructura dividida en cuatro tramos conectados entre sí, que en realidad son cuatro puentes diferentes, y alberga dos carriles por sentido de circulación y una plataforma para carril bus.



ESPAÑA

En el centro, el presidente de Ineco, Jesús Silva, acompañado por el director ambiental de la obra, Óscar Román, y el jefe del proyecto, José Manuel Cansino.



COLOMBIA METRO DE MEDELLÍN ENCARGA LA SUPERVISIÓN DE 20 TRENES CAF

Ineco llevará a cabo la supervisión y dirección técnica del diseño, fabricación y puesta a punto de los veinte nuevos trenes adquiridos por Metro de Medellín al fabricante español CAF. Con esta nueva compra, la compañía habrá supervisado para Metro de Medellín la fabricación y entrega de un total de 36 trenes CAF, desde que en 2010 Metro de Medellín adjudicara a la firma española la construcción de las 13 primeras unidades de tren y del equipo embarcado de señalización (ATC) de las 26 cabinas de conducción. La compra de todos estos trenes responde al plan maestro 2006-2030 “Confianza en el futuro” de Metro de Medellín, que tiene como fin aumentar la capacidad de transporte y atender al crecimiento de la demanda.

Ineco lleva a cabo trabajos de inspección de material ferroviario desde hace más de 20 años. Su experiencia en asistencia técnica de suministros de grandes equipos abarca sectores amplios como son la construcción de EMUs, DMUs y locomotoras nuevas, remodelaciones de material ferroviario, vagones de mercancías, material auxiliar como dresinas, vehículos especiales para el mantenimiento de la infraestructura y equipos embarcados. La compañía está acreditada por ENAC como Entidad de Inspección de Material Rodante Ferroviario tipo C desde el año 2003 (ver reportaje pág. 34).

ESPAÑA

NUEVO TRAMO DE ALTA VELOCIDAD OLMEDO-ZAMORA

Ineco ha participado en todas las fases de construcción y en las pruebas de esta línea de 99 kilómetros que reduce en más de media hora el tiempo de trayecto entre Madrid y Zamora. La compañía ha trabajado en las instalaciones ferroviarias de este tramo, incluyendo los enclavamientos electrónicos de nueva generación en Medina del Campo y Zamora; la ampliación en el de Olmedo; y los sistemas de detección de caída de objetos, de cajas calientes y de viento lateral (ver reportaje pág. 24). En la imagen, el equipo de señalización de Ineco trabajando el pasado verano en el tramo Olmedo-Zamora, en el término municipal de Toro.



ESPAÑA

BUENA MARCHA DEL TRANVÍA DE TENERIFE

La compañía Metropolitano de Tenerife (Metrotenerife), en la que participa Ineco, continúa con una evolución positiva de la demanda con un crecimiento anual del 2,15%. Tras siete años de servicio, el tranvía de Tenerife estuvo a punto de alcanzar la cifra de 100 millones de pasajeros, cerrando el año 2014 con un histórico acumulado de 99.262.891 usuarios.

La calidad, puntualidad y la movilidad accesible han sido las grandes apuestas, además de su nueva aplicación, Vía-Móvil. En su primer año de servicio, superó el millón de cancelaciones, fue utilizada por 14.000 usuarios y descargada más de 30.000 veces.

ABU DHABI AIRPORTS (ADAC) ADJUDICA A INECO LA EXPANSIÓN DEL AEROPUERTO DE FUJAIRAH

La compañía está llevando a cabo el *project management* y la supervisión de la expansión del aeropuerto de Fujairah en los Emiratos Árabes Unidos, junto a su socio PMDC (Project Management and Development Consultants). Los trabajos han sido adjudicados por Abu Dhabi Airports (ADAC) y se desarrollarán a lo largo de tres años; incluyen la ampliación de la pista actual, la construcción de una torre de control, una calle de rodadura, una subestación eléctrica y un edificio de extinción de incendios, así como nuevas ayudas a la navegación.

Actualmente, el Emirato de Fujairah se encuentra inmerso en un plan para el desarrollo del turismo en la región, en el que la amplia-



ABU DABI

FOTO: GEOFF POUND (FLICKR)

ción del aeropuerto tiene un papel decisivo. Además de este trabajo, Ineco es responsable desde el año 2014 junto a Aena, de la puesta en operación (ORAT) del Midfield Terminal Complex, la nueva terminal del aero-

puerto internacional de Abu Dabi. Desde 2014, la empresa cuenta con una delegación comercial en Abu Dabi que da cobertura tanto a EAU como al resto de países que conforman el Consejo de Cooperación del Golfo (GCC).

INTERNACIONAL

OPORTUNIDADES EN INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE



Durante el último trimestre del año Jesús Silva y José Manuel Tejera recibieron en las oficinas de la compañía a los ministros de Transporte de Madagascar, Jacques Ulrich Andriantiana, y de Obras Públicas de Jordania, Sami Halaseh.

El presidente de Ineco, Jesús Silva, y el director general de Infraestructuras y Transportes, José Manuel Tejera, viajaron a finales de noviembre a Tailandia, Malasia y Singapur para mantener encuentros con diversas autoridades de transporte y presentar la experiencia de la compañía. Estos tres países están desarrollando actualmente ambiciosos proyectos de transporte urbano, alta velocidad como la futura línea Kuala Lumpur y Singapur- y aeropuertos, como la ampliación de Changi, donde Ineco está trabajando (ver *IT52*).

Asimismo, el presidente participó en el encuentro de ministros de Infraestructuras y Transportes miembros del SICA (Sistema de Integración Centroamericana) y España. La reunión se celebró en Madrid en octubre, y fue presidida por la ministra española Ana Pastor.



“IF THERE IS ONE EVENT I WOULD RECOMMEND ANYONE IN AVIATION TO ATTEND IT WOULD ALWAYS BE PASSENGER TERMINAL EXPO”

Mazhar Butt, Head of Customer Experience, Dubai Airports, UAE

Passenger Terminal EXPO 2016

15-17 MARCH 2016
KOELNMESSE, COLOGNE, GERMANY

Visit **ineco** on stand 9050

THE WORLD'S **LEADING** INTERNATIONAL AIRPORT CONFERENCE AND EXHIBITION

BRINGING THE WORLD'S AIRPORTS AND AIRLINES TOGETHER

EXHIBITION IS **FREE TO ATTEND**

REGISTER NOW

Venue:  koelnmesse <small>we energize your business</small>	Host Airport:  Cologne Bonn Airport	Awards: 	Endorser: 
--	---	--	--

www.passengerterminal-expo.com

Cómo ir en AVE desde Nueva Delhi a Calcuta

El Gobierno de la República de la India ha confiado al consorcio liderado por Ineco, en el que también participan la ingeniería Tyspa y la consultora india ICT, el proyecto del nuevo corredor de alta velocidad entre Delhi y Calcuta.

Con la colaboración de Félix Zapata y César Pérez, ingenieros de caminos

La ingeniería española y sus 3.000 kilómetros de AVE han convencido al país con una de las redes ferroviarias más extensas del mundo. Un equipo de ingenieros y expertos de Ineco, Tyspa e ICT llevan desde 2015 trabajando en perfilar hasta el último detalle el estudio de viabilidad de la futura línea de alta velocidad que conectará la capital Nueva Delhi con Calcuta.

Tras años de iniciativas postergadas, el Gobierno actual –la Alianza Democrática Nacional (NDA)– dirigido por el primer ministro Narendra Modi, ha dado el impulso definitivo para implantar la alta velocidad entre sus cuatro grandes ciudades: Nueva Delhi, Calcuta, Bombay y Chennai. Estas cuatro metrópolis juntas suman una población de 55 millones en un país con 1.276 millones de habitantes (una sexta parte de la población mundial). Nueva Delhi tiene un área metropolitana de cerca de 17 millones de habitantes, Bombay, 18, Calcuta, 14, y Chennai, antiguamente Madrás, en torno a 6 millones.

Modi ha convertido en el eje principal de su mandato el desarrollo industrial del país, representado por la campaña ‘Hazlo en India’, que pretende fomentar la producción interna y reducir la dependencia del exterior. Pero para estimular su economía, la construcción

de infraestructuras, especialmente las ferroviarias y carreteras, son cruciales. Desde su llegada al Gobierno en verano de 2014, el primer ministro puso en marcha el denominado *Diamond Quadrilateral Program*, un rombo de cuatro extremos formado por las ciudades de Delhi, Calcuta, Bombay y Chennai, separadas por

EL GOBIERNO ACTUAL HA DADO EL IMPULSO DEFINITIVO PARA IMPLANTAR LA ALTA VELOCIDAD EN EL PAÍS

más de 1.000 kilómetros y conectadas por modernas infraestructuras ferroviarias: el germen de la futura red de alta velocidad de la India. El proyecto de este corredor abarca 14 estados y servirá de motor económico a la vez que contribuirá a rejuvenecer la vetusta red ferroviaria del país, en la que diariamente operan más de 18.000 trenes, viajan cerca de 23 millones de pasajeros y se transportan alrededor de 2,6 Mt de mercancías.

Aunque el tren es el medio de transporte más utilizado en la India –el país está literalmente tejido con una red de 64.460 kilómetros– la modernización de sus infraestructuras y la mejora de los

tiempos de viaje y la seguridad son una cuenta pendiente que las nuevas inversiones pretenden subsanar.

Para la adjudicación de este concurso, Ineco ha contado con el apoyo y la coordinación comercial de la oficina de Expansión Exterior de España en la India. Desde Nueva Delhi, su delegado, Pedro Sinués, ha comentado que “la capacidad y experiencia técnica de las empresas españolas ha permitido que concursen al *Diamond Quadrilateral*, que ha situado a la India en el mapa internacional de la alta velocidad”. “Una prueba de ello –añade Sinués– es que el consorcio liderado por Ineco compitió con otros 11 consorcios internacionales. Por ello, cobra más importancia que dos empresas españolas lideradas por Ineco puedan aplicar su conocimiento adquirido en España en un corredor tan emblemático (conectando la que fue capital de la India hasta 1911 con la actual) como importante en la vertebración socio-económica del país”.

El estudio, encargado por la sociedad estatal High Speed Rail Corporation of India Ltd. (HSRC), incluye estudios de demanda; análisis previo de alternativas de trazado; cálculo de tiempos de recorrido; selección de la tecnología ferroviaria a implementar (ancho de vía, superestructura de vía, electrificación, instalaciones de seguridad y comuni-



UN TRANSPORTE VITAL

El tren es el medio de transporte más utilizado en la India, con una red de casi 65.000 kilómetros. En la imagen, la estación de Nueva Delhi.

FOTO: PEDRO SINUES

caciones, etc.); obras singulares necesarias; rehabilitación y reasentamiento de las zonas pobladas afectadas; análisis medioambiental; material rodante y operación y mantenimiento. Finalmente, se realizará un análisis económico-financiero que servirá para determinar la viabilidad de la nueva línea así como el método de financiación más adecuado. El importe adjudicado supera los dos millones de euros y el plazo de ejecución es de un año.

EL IMPORTE ADJUDICADO SUPERA LOS DOS MILLONES DE EUROS Y EL PLAZO DE EJECUCIÓN ES DE UN AÑO

La longitud del corredor es de unos 1.500 kilómetros y en él se encuentran ciudades de gran interés comercial, social y turístico como Nueva Delhi, Agra (ciudad en la que se encuentra el conocido Taj Mahal), Aligarh, Kanpur, Lucknow, Allahabad, Mughal, Benarés, Sarai, Patna, Gaya, Dhanbad, Asansol, Durgapur y Calcuta. La línea discurre por una zona bastante llana, próxima al río Ganges, y atravesando diversos ríos y arroyos, lo que requerirá el diseño de viaductos.

Para Félix Zapata, director técnico del proyecto e ingeniero de Ineco, "el trabajo consiste básicamente en analizar la viabilidad de su construcción teniendo en cuenta su coste económico y las ventajas sociales que conllevará. Además, ofreceremos el modelo financiero más adecuado para su implementación". "Los trabajos -añade Zapata- van dirigidos a alcanzar velocidades y niveles de confort y seguridad dentro de los estándares modernos de la alta velocidad. Para ello, propondremos la tecnología ferroviaria más adecuada: tipo de vía (balasto, vía en placa), electrificación, instalaciones de seguridad y comunicaciones, material rodante, especificaciones para la operación y mantenimiento de la nueva línea de alta velocidad, etc."

La extensa red ferroviaria india cuenta con un gran potencial y una industria propia, pero también muchos retos: solo un 33% de su red está electrificada, apenas cuentan con redes de fibra óptica, carecen de cerramiento, las estaciones

1 De izqda. a dcha., Rahul Jain y Pedro Sinués, de Expansión Exterior; y Félix Zapata y Javier Sancho, de Ineco.

2 La ciudad sagrada de Benarés es uno de los destinos por los que pasará la línea.

3 Vista del tráfico en el centro de Calcuta, antigua capital de la India.

4 Diamond Quadrilateral Network: un rombo de cuatro extremos formado por las ciudades de Nueva Delhi, Calcuta, Bombay y Chennai. Se trata del germen de la futura red de alta velocidad de la India.



FOTO_PARTHASARATHI SAHANA (FLICKR)



2



3

FOTO_LORENZO (FLICKR)



4

no disponen de sistemas de compra de billetes ni de controles de seguridad, etc. El proyecto incluye la adaptación de las estaciones actuales a la alta velocidad o, en su defecto, la propuesta de ubicación y diseño preliminar de nuevas estaciones. Así pues, la construcción de una infraestructura ferroviaria de las características mencionadas con anterioridad supondrá un avance muy importante en la red ferroviaria india.

Ineco llevó a cabo en 2014 para Ferrocarriles de la India el estudio de viabilidad de la conexión ferroviaria con alta velocidad entre Haldia y Howrah, un trabajo realizado con las empresas españolas Ayesa y Prointec, que forma parte de los proyectos previstos en el Diamond Quadrilateral. Además, en 2009, Ineco realizó la asistencia técnica de las obras del metro de Bombay.

VINAY KUMAR SINGH

“A nuestros técnicos les ha impresionado la alta calidad de mantenimiento de la red española”

Es uno de los máximos responsables de HSRC (High Speed Rail Corporation of India Ltd.), organismo gubernamental para el desarrollo de la alta velocidad en el país asiático.

¿Qué pueden aportar la tecnología y la experiencia españolas a este nuevo corredor ferroviario?

Estoy convencido de que bajo la dirección de Ineco, el consorcio hará un buen trabajo. Les deseo el mayor de los éxitos. Por otra parte, en nuestra visita a España, en septiembre de 2014, pudimos comprobar que la red de alta velocidad española, la segunda más extensa del mundo, se ha construido con distintos sistemas y tecnologías. Este conocimiento permitirá a Ineco proporcionarnos análisis comparativos y sólidas recomendaciones técnicas.

¿Y qué impresión se llevó de esa visita a nuestro país?

Fue un éxito. Nuestros expertos pudieron comprobar el funcionamiento de distintas tecnologías aplicadas a la alta velocidad. Lo más interesante fue el intercambiador de anchos, el uso de distintos sistemas de tracción y los sistemas de señalización y mando de los trenes. También les impresionó la alta calidad en el mantenimiento de las vías y el material rodante.

Volviendo al proyecto, ¿cuál es el nivel de servicio actual de la línea ferroviaria entre Delhi y Calcuta?

Actualmente, circulan 17 trenes en cada sentido, transportando en cada tren entre 900 y 1.400 pasajeros. La velocidad media de los trenes de pasajeros en la India es de 120/130 km/h y cuentan con vagones de primera clase con aire acondicionado, coche cama doble, coche cama de tres plazas, y clase económica.

Y en cuanto a las nuevas, ¿con qué nivel de confort y bajo qué especificaciones técnicas se equiparán?

HSRC es una agencia para el desarrollo de proyectos cuyos estándares técnicos se definen desde el Ministerio de Ferrocarriles. En la India, los ferrocarriles cuentan con un organismo para la investigación y el desarrollo de estos estándares denominado Research, Design & Standards Organization (RDSO). Con todo,



UN EXPERTO FERROVIARIO

Ingeniero de caminos con más de 15 años en el sector, ha ostentado cargos directivos en Rail Vikas Nigam, Ministerio de Ferrocarriles, Ferrocarriles de la India, Piedmont & Northern Railway y Delhi Metro Rail Corporation Ltd. En la imagen, junto a José Manuel Sáez, director de Cuenta de Asia y África de Ineco.

en el alcance de este contrato se incluye un estudio comparativo de las tecnologías disponibles en el mercado internacional. Entre las áreas más importantes están la obra civil, vías, sistemas de tracción, energía, sistemas de control, señalización, material rodante, tecnologías de tarificación automática, etc. Las tarifas en los ferrocarriles están altamente subvencionadas.

¿Qué retos ve en la introducción de velocidades de hasta 250 km/h?, ¿y cuál cree que será la tarea más compleja para la HSRC?

La construcción de una línea de altas prestaciones presenta muchos retos, pero a mi modo

de ver, el más complejo va a ser la búsqueda de financiación, la adquisición y expropiación de terrenos, y llevar a término el proyecto en los plazos previstos. En todo caso, las conclusiones y recomendaciones que surjan de este estudio serán muy reveladoras para contestar a esta pregunta.

El número de pasajeros sigue creciendo en la India, ¿se espera que el Diamond Quadrilateral atienda esta demanda o, al menos, alivie la congestión actual?

Las líneas de alta velocidad añadirán mucha capacidad a la red actual gracias a sus mayores velocidades de operación, con más trenes de pasajeros y, probablemente, mayores frecuencias. Además, permitirán también aliviar la congestión de las carreteras.

¿Tiene alguna estimación del crecimiento económico que generará la nueva línea?

Históricamente, Calcuta ha sido una ciudad muy importante del este de la India; fue su capital antes de la independencia y hoy en día es la capital del estado de Bengala Occidental. La conexión con alta velocidad de Delhi con Calcuta favorecerá aún más el desarrollo de la región. ■

Los viajeros dan el ‘sí’ al Eje Atlántico

El nuevo eje ferroviario que conecta A Coruña con Santiago y Vigo ha marcado un récord para una línea de media distancia en España, al superar los tres millones de viajeros en el último año. Ineco ha trabajado desde el principio en esta infraestructura, que ha insuflado nueva vida al transporte ferroviario en Galicia.

Redacción **ITRANSORTE**

Con más de tres millones de viajeros en 2015, según datos del Ministerio de Fomento, los usuarios han dado su visto bueno al Eje Atlántico, una infraestructura ferroviaria diseñada para velocidades de hasta 250 km/h. La renovación, electrificación y duplicación del trazado existente, así como la construcción de nuevas variantes y numerosos viaductos, puentes y túneles, han hecho posible que las antiguas vías únicas sin electrificar den paso al ferrocarril de altas prestaciones: mayor velocidad, capacidad, seguridad, frecuencia y confort para los viajeros, que se ahorran hasta un 58% de los tiempos de viaje. Además de renovar el material rodante, Renfe ha mantenido las tarifas y reorganizado los servicios, divididos ahora en “rápidos” y “de proximidad”, para cubrir tanto las conexiones directas entre grandes ciudades como entre los núcleos urbanos intermedios.

Ineco ha colaborado en la ejecución de los trabajos, que han revitalizado el transporte ferroviario en Galicia. De acuerdo con los datos del Observatorio del Ferrocarril del Ministerio de Fomento, la ruta A Coruña-Santiago figura entre las cinco de media distancia con más tráfico de toda España. Para el Círculo de Empresarios de Galicia, el crecimiento del tráfico en

este tramo, de más de un 90% entre 2008 y 2013, es “un hecho que hay que poner en relación directa con la mejora de la infraestructura e implantación de la línea de altas prestaciones en este trayecto del Eje Atlántico”.

En abril de 2015 se inauguró el tramo Santiago de Compostela-Vigo, el tercero de los tres que constituyen la mayor parte del trazado; un hito de modernización para el ferrocarril gallego. El territorio de la región se caracteriza por una extrema dispersión poblacional –con pocos centros urbanos de gran tamaño, concentrados en el área próxima al litoral, y muchos núcleos pequeños y aislados, especialmente en el interior–, así como por un relieve muy accidentado. A ello hay que añadir las barreras geográficas naturales que separan a Galicia de la Meseta, lo que históricamente ha dificultado la construcción de infraestructuras de transporte terrestre, tanto por carretera como por ferrocarril.

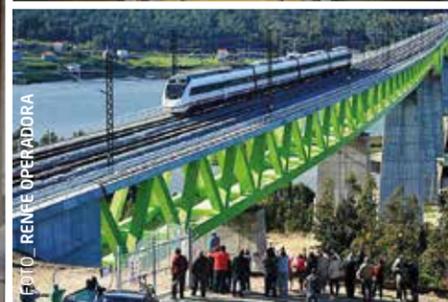
UNA OBRA DE GRAN ALCANCE

El Eje, de 155 kilómetros, discurre próximo a la costa atlántica de Galicia, que concentra las principales áreas de actividad industrial y económica, y los centros universitarios, que dinamizan la demanda de transpor-



RÉCORD DE VIAJEROS

Con más de tres millones de viajeros en 2015, según datos del Ministerio de Fomento, los usuarios han dado su visto bueno al Eje Atlántico, una infraestructura ferroviaria diseñada para velocidades de hasta 250 km/h.



A la izquierda, viajeros del Eje Atlántico llegando a la estación de Santiago. Sobre estas líneas, infografía 3D de la estación de Arcade. A la izquierda, interior del tren de media distancia de la serie 599. Abajo, pruebas de carga realizadas en el viaducto sobre el río Ulla. En la página siguiente, esquema de los servicios de proximidad.

te. Actualmente, están en fase de estudio previo las conexiones A Coruña-Ferrol (63,2 km), al norte del Eje, y Vigo-frontera portuguesa (22,1 km), en el extremo sur. Además, desde Santiago conecta hacia el este con Ourense, desde donde enlaza con el acceso de alta velocidad a Madrid, que se está construyendo.

Los primeros trabajos para transformar la infraestructura existente en un moderno corredor ferroviario rápido y de altas prestaciones comenzaron en 2002. Las obras se han afrontado por fases y han consistido en instalar a lo largo de todo el trazado doble vía con traviesas polivalentes, que más adelante permitan el cambio de ancho ibérico a ancho estándar. También se ha electrificado la línea a 25 kV a 50 Hz, y se han construido variantes de trazado que lo han acortado en casi 22 kilómetros. Los tramos de nueva construcción, dada la accidentada orografía del terreno, han requerido de numerosas estructuras: 37 túneles, que suman más de 60 kilómetros de longi-

tud, y 32 viaductos, de 14,9 kilómetros en total, la mayor parte de ellos en el tramo Santiago-Vigo. Ha sido el de mayor complejidad de ejecución y el último en entrar en servicio; tras A Coruña-Santiago, en 2009, y la conexión Santiago-Ourense, en diciembre de 2011.

INECO HA TRABAJADO EN EL CONTROL Y DIRECCIÓN AMBIENTAL Y DE OBRA, REDACCIÓN DE PROYECTOS, INSPECCIÓN Y PRUEBAS DE ESTRUCTURAS

Además de la electrificación, las actuaciones de plataforma y las de rectificación del trazado (variantes), para adecuarlo a las nuevas velocidades elevadas, también ha sido necesario reformar las estaciones de A Coruña, Santiago de Compostela, Pontevedra, Uxes, Villagarcía de Arousa y Arcade-Apeadero, así como

construir otras nuevas: Cerceda-Meirama, Ordes, Padrón-Barbanza, Redondela Alta Velocidad y Vigo-Urzáiz, además de la "provisional" de Vigo-Guixar.

INECO EN EL EJE ATLÁNTICO

Durante estos años, y al igual que en el resto de la red, Ineco ha prestado sus servicios al Ministerio de Fomento, Renfe y Adif en estas actuaciones de gran complejidad técnica. Así, se ha encargado de las tareas de dirección, coordinación y vigilancia de obras, y de la dirección ambiental en distintos tramos de todo el Eje, así como en la redacción de proyectos de arquitectura (estaciones) y de instalaciones ferroviarias (señalización, seguridad, telecomunicaciones, etc.). Ha llevado a cabo diversos estudios, así como inspecciones y pruebas de carga de estructuras, entre ellas algunas tan singulares como la del viaducto del Ulla (ver IT54).

La compañía también ha prestado asistencia a la dirección y coordinación de las obras de construcción de túneles,

como el de acceso a Vigo, de 8.266 metros de longitud y ejecutado con tuneladoras, y las obras de instalaciones de protección: instalaciones eléctricas, ventilación, protección contra incendios, etc.

Entre los trabajos de arquitectura, cabe mencionar la redacción del proyecto constructivo de la estación de Vigo-Guixar, que desde 2011 operó como estación única tras la demolición del antiguo edificio y durante la construcción (en la misma ubicación) de la nueva terminal. La estación de Guixar dispone de un edificio de viajeros de dos plantas, 1.000 m² y tres andenes de 285, 165 y 100 metros para trenes de larga y media distancia; aparcamiento, y paradas de taxi y autobús. Tras la entrada en servicio de la nueva estación de Vigo-Urzáiz en 2015, finalmente Fomento decidió mantener operativa Guixar para recibir tráfico de mercancías y de proximidad.

Además, Ineco llevó a cabo un proyecto, concluido en 2010, para homogeneizar los elementos arquitectónicos como marquesinas, vallas de cerramiento, acabados y cerrajería de nueve estaciones:

Redondela, Pontevedra, Padrón, Ordes, Cerceda, Uxes, Pontevedra-Universidad, Arcade y Vilagarcía de Arousa. En estas dos últimas se proyectaron también nuevos edificios de viajeros.

LA LÍNEA, DE 155 KM, HA REDUCIDO EN UN 58% DE MEDIA EL TIEMPO DE VIAJE ENTRE A CORUÑA Y VIGO, Y FIGURA ENTRE LAS MÁS UTILIZADAS DE ESPAÑA

En lo que refiere a los tramos de nueva construcción, Ineco coordinó las obras de la variante de Ordes, en la provincia de A Coruña, un tramo que en solo 7,2 kilómetros necesitó dos túneles y otros tantos viaductos. Entre Santiago y Vigo destaca por su complejidad la variante Vilagarcía- Padrón, de 26,1 km. La compañía desempeñó labores de asistencia técnica a la dirección de obra, dirección

ambiental y control, y vigilancia en varios subtramos. La variante ha sido uno de los tramos más complejos del corredor, con siete túneles y una decena de viaductos, entre ellos los que cruzan los ríos Ulla, de 16 kilómetros de longitud, y Sar, el más largo del Eje, con 2,4.

Ineco también ha estado presente en todas las etapas de desarrollo de otra conexión ferroviaria de altas prestaciones, la que enlaza el Eje Atlántico con Ourense desde Santiago (ver IT18 y 44). La compañía ha trabajado intensamente en este tramo de 150 kilómetros en todas sus fases de desarrollo, desde la redacción de proyectos a la de explotación y mantenimiento, así como en la constructiva, con servicios de dirección ambiental y de obra, asistencia técnica, supervisión, coordinación etc. Desde su entrada en servicio, en diciembre de 2011, el corredor Santiago-Ourense ha contribuido también a mejorar las comunicaciones ferroviarias con la Meseta, al reducir el tiempo de viaje de los servicios convencionales existentes en 50 minutos. ■



OFERTAS DE SERVICIOS

► Rápidos:

TRENES: S-121 de la serie Avant (media distancia).
PARADAS: A Coruña-Santiago de Compostela-Vilagarcía de Arousa-Pontevedra y Vigo, y en las nuevas estaciones de Padrón-Barbanza, Redondela AV y Arcade.
NÚMERO DE PLAZAS: se incrementa en un 50%, de 185 a 282 por servicio.

► De proximidad:

TRENES: automotores diésel series 599 y 596 (media distancia).
PARADAS: los diferentes servicios tienen parada en las estaciones de Uxes, Cerceda-Meirama, Ordes, Osebe, Padrón, Pontecesures, Catoira, Portela, Pontevedra-Universidad, Vilagarcía de Arousa, Arcade, Cesantes, Redondela-Picota y Redondela Pontevedra, Santiago de Compostela y Vigo-Guixar.
NÚMERO DE PLAZAS: crece un 40%.

Fuente: Ministerio de Fomento y Renfe

FICHA TÉCNICA DEL EJE ATLÁNTICO

- Longitud total en servicio: 155,6 kilómetros (A Coruña-Vigo), 21,8 kilómetros menos que antes de las obras.
- Vía: doble en ancho ibérico con traviesas polivalentes, adaptables a ancho estándar.
- Electrificación: de tipo 25 kV a 50Hz de corriente alterna.
- Sistema de señalización: inicialmente, ASFA digital. En julio de 2015, Adif adjudicó a una UTE la instalación y mantenimiento del sistema ERTMS durante los próximos 20 años.
- Velocidad máxima de proyecto: 250 km/h.
- Reducción de tiempos de viaje: 58% de media: A Coruña-Vigo, entre 80 y 95 minutos, según servicio, frente a los 120 minutos antes de las obras; Santiago-Vigo, 55 minutos (antes 95), o Vigo-Pontevedra (15 minutos, antes 36).

Fuente: Ministerio de Fomento, Adif y Renfe

Todo bajo control

El arquitecto Bruce Fairbanks y el ingeniero aeronáutico Roberto Serrano reflexionan en estas páginas sobre la tipología de las torres de control. Ambos profesionales, expertos en proyectos aeronáuticos con una trayectoria de más de 20 años, nos ofrecen su personal enfoque desde disciplinas distintas, pero complementarias.

BRUCE FAIRBANKS

Su trabajo se caracteriza por buscar la expresividad arquitectónica mediante la rigurosa integración de los elementos funcionales y los sistemas constructivos desde el inicio del proceso proyectual. En España ha diseñado las torres de control de los aeropuertos de Madrid, Málaga, Barcelona y Santiago de Compostela, entre otras. También ha diseñado cinco torres de control en Argelia, y la torre de control del aeropuerto de Bogotá.

ROBERTO SERRANO

Desde el año 2000, trabaja en el área de edificación aeroportuaria de Ineco, desde donde ha participado en las ampliaciones de casi todos los aeropuertos de España (Madrid, Barcelona, Palma de Mallorca, Menorca, Valencia, Girona, Jerez, Ibiza, Santander, Málaga, Gran Canaria, etc.) y ha desarrollado diferentes tipos de proyectos en los aeropuertos de Odessa (Ucrania), Montego Bay (Jamaica), Cartagena de Indias (Colombia), Tikrit (Irak), Kastelli (Grecia) y Chiclayo (Perú).

ARQUITECTO VS. INGENIERO

Bruce Fairbanks y Roberto Serrano en las oficinas de Fairbanks Arquitectos, situadas en la Gran Vía de Madrid.



BRUCE FAIRBANKS

“Crear un símbolo único para cada lugar”

Bruce Fairbanks, fundador de Fairbanks Arquitectos, acumula una larga experiencia en el diseño de edificios aeroportuarios desde que en 1996 ganó el concurso para la construcción de la torre de control de Madrid-Barajas.

En la actualidad, en el mundo aeroportuario existe la tendencia de promover la torre de control como símbolo, como imagen representativa del aeropuerto y punto de referencia a la llegada y salida de la ciudad donde se ubica. Esta tendencia ha provocado un mayor interés por la formalización arquitectónica en el diseño de las torres de control, que se añade a los requerimientos funcionales que le son propios. Precisamente es la singularidad de estos requisitos lo que condiciona notablemente su tipología edificatoria, de manera que

en la historia existen varios ejemplos de proyectos de torres “tipo”, que, una vez diseñados, se repetían en varios aeropuertos: un caso reseñable es la torre de control de Ieoh Ming Pei. Diseñada entre 1962 y

1965 con el objetivo de implantarla en 70 aeropuertos, aunque finalmente se construyeron 16. Se desarrolló el concepto de poner en altura estrictamente lo necesario, ubicando el máximo de funciones en el edificio base que era el que se adaptaba a lo específico de cada localización. Así la torre podía ser prefabricada y repetida con equipamiento estandarizado, aportando una imagen de seguridad a la red aeroportuaria ya que un controlador podía trabajar en cualquier localidad sin tener que adaptarse. La torre fue diseñada con 5 alturas estandarizadas (18-46 m) según los requerimientos de visibilidad en cada

ubicación. El fanal es de forma pentagonal para no tener ninguna fachada paralela y evitar reflejos. En España, en los años 70, Juan Montero Romero, ingeniero Aeronáutico, construyó una torre que se repitió en varias ciudades: Málaga, Alicante, Valencia...

Convertir las torres de control en hitos de los aeropuertos y referencia de las ciudades es un reto en la tarea del arquitecto: crear un símbolo, siempre único para cada lugar, que cumpla con todos los requisitos para el óptimo funcionamiento de la torre. La ubicación,

la altura de la sala de control, su forma y la disposición de sus elementos estructurales, son algunos de los primeros elementos a definir. Típicamente, las torres de control tienen un edificio base y un fuste que sustenta las plantas superiores, que están dimensionadas para adaptarse a las operaciones de control. Dada la forma, parte alta y parte baja, y la altura de la tipología, en mi opinión es esencial incorporar el proceso constructivo en el diseño de la torre, y así lo he hecho en las que he diseñado. Este diseño procede de un análisis de los aspectos funcionales, del programa y del lugar en el que se ubica. Para crear un hito, el arquitecto tiene que encontrar dentro de la funcionalidad aquellas características que pueden diferenciar una torre de otras, y potenciarlas para crear una torre singular, con carácter propio en cada caso.

“PARA CREAR UN HITO, EL ARQUITECTO TIENE QUE ENCONTRAR DENTRO DE LA FUNCIONALIDAD LAS CARACTERÍSTICAS QUE DIFERENCIAN A UNA TORRE DE OTRAS”

riores, que están dimensionadas para adaptarse a las operaciones de control. Dada la forma, parte alta y parte baja, y la altura de la tipología, en mi opinión es esencial incorporar el proceso constructivo en el diseño de la torre, y así lo he hecho en las que he diseñado. Este diseño procede de un análisis de los aspectos funcionales, del programa y del lugar en el que se ubica. Para crear un hito, el arquitecto tiene que encontrar dentro de la funcionalidad aquellas características que pueden diferenciar una torre de otras, y potenciarlas para crear una torre singular, con carácter propio en cada caso.

ANÁLISIS DE CUATRO CASOS

LOS SIGUIENTES EJEMPLOS DE TORRES DE CONTROL MUESTRAN DISTINTOS ENFOQUES CONCEPTUALES PARA DISEÑAR ESTA TIPOLOGÍA EDIFICATORIA, Y LOS ELEMENTOS QUE DIFERENCIAN SU DISEÑO.



FOTO: ANDREW NASH

1962. AEROPUERTO DE DULLES, WASHINGTON DC. EERO SAARINEN

La torre de Dulles tiene todas las salas de equipos en altura, articuladas de forma elegante por Saarinen con dos cuerpos yuxtapuestos. La forma de la torre queda integrada con la del edificio terminal, realizado también por el mismo arquitecto.



FOTO: TOM BALLARD

1992. AEROPUERTO JFK, NUEVA YORK PEI COBB FREED & PARTNERS

En la parte superior de la torre del JFK, de 97,5 metros en altura, solamente tiene el fanal para el control del aeródromo y a medio fuste tiene la sala para el control de plataforma, que repite la forma de las plantas superiores.



FOTO: BRUCE FAIRBANKS

1997. AEROPUERTO DE ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS BRUCE FAIRBANKS

La torre de control del Adolfo Suárez Madrid-Barajas tenía la condicionante de una sala de equipos de 400 m² ubicada en altura. Para resolver la transición entre el fuste de la torre y el voladizo, se adoptó una forma media esférica invertida, insertando una planta para los equipos de aire acondicionado en el apoyo. La forma octogonal definida para el fanal se extiende en toda la copa, el esquema estructural de una columna central y 8 columnas perimetrales se repite en todos los niveles. Otra particularidad de la torre es el sistema constructivo definido como parte integrante del diseño. El fuste está construido con dovelas prefabricadas montadas en espiral, que interiormente alojan los patinillos de servicios y circunscriben la escalera de emergencia. Las plantas superiores fueron construidas con estructura metálica en el suelo y posteriormente izadas sobre el fuste. Este sistema permitió construir la torre en nueve meses, sin uso de andamios.



FOTO: JAVIER AZURMENDI

2004. AEROPUERTO DE BARCELONA-EL PRAT BRUCE FAIRBANKS

Los requerimientos funcionales fueron similares a la de Barajas, con la excepción de que una parte importante de los equipos está ubicada en el edificio base. La estructura resistente es definida independientemente de los elementos funcionales del fuste, que fue desarrollado como un elemento de diseño representativo. Una hipérbola de 8 puntos generada desde la forma octogonal del fanal sujeta a las plantas superiores. La hipérbola enlaza la torre con el Modernismo Catalán y Antoni Gaudí, quien utilizó esta forma en muchos de sus diseños, incluyendo las cúpulas de la Sagrada Familia. El sistema constructivo es una parte representativa de su diseño. La hipérbola, construida con piezas de hormigón prefabricado, fue guiada en su montaje por una estructura de aluminio central diseñada para alojar los elementos del fuste. Las plantas superiores fueron construidas en suelo e izadas a su posición de apoyo en las ocho puntas de la hipérbola, consolidando toda la estructura al entrar en carga.



ROBERTO SERRANO

“En el futuro no será necesario visualizar las operaciones”

Roberto Serrano ha participado en más de 50 proyectos aeronáuticos, entre ellos, las torres de control NET y SAT del aeropuerto de Madrid-Barajas y la nueva torre de control del aeropuerto de Eldorado (Bogotá).

Aunque las primeras torres de control datan de los años 20 (en 1921, el aeropuerto de Croydon, en Londres, fue el primero del mundo en introducir el control del tráfico aéreo), es a partir de los años 30 cuando empiezan a hacerse habituales, debido a que el creciente tráfico de aeronaves hacía preciso su control y gestión. En ese momento, en el que la tecnología nada tenía que ver con los sistemas actuales, la necesidad de supervisar visualmente las operaciones aeronáuticas en el entorno del aeropuerto, se lograba satisfacer colocando la sala de control (el fanal) en un lugar elevado y predominante del aeropuerto (la torre de control).

Hasta hoy, los primeros pasos para el diseño de una torre de control consisten en establecer su emplazamiento y la altura del fanal. Internacionalmente, para cumplir los requerimientos de visión desde el fanal, se aplican las recomendaciones de la Federal Aviation Administration

(FAA). La altura y localización óptima de una torre de control es el resultado del balance de muchas consideraciones. La visión desde el fanal requiere que el controlador aéreo pueda distinguir las aeronaves y los vehículos que circulan por el área de maniobras, así como las que sobrevuelan el aeropuerto, especialmente en las trayectorias de despegue y aterrizaje. El objetivo es disponer de la máxima visibilidad posible y evitar que el sol, las fuentes luminosas externas o los reflejos de construcciones adyacentes afecten a la visibilidad del controlador.

En cuanto a la ubicación, hay que considerar las posibles incidencias de fenómenos meteorológicos locales: zonas inundables o de niebla. También se debe

estudiar su compatibilidad con el posible desarrollo futuro del aeropuerto, de modo que se evite tener que reubicar la torre antes de finalizar su ciclo de vida. En la medida de lo posible, conviene que la torre y sus dependencias se sitúen en el lado tierra del aeropuerto, evitando los accesos a través del campo de vuelo y facilitando la entrada del personal. Además, la situación deberá ser tal, que no afecte a la calidad de las señales de las radioayudas del aeropuerto (ILS, VOR, DME, etc.), ni de los sistemas de comunicación. Con ayuda de la herramienta de análisis de visibilidad de la FAA, ATCTVAT (Airport Traffic Control Tower Visibility Analysis Tool), se puede obtener

la altura mínima requerida para la torre de control, de acuerdo con las condiciones físicas del aeropuerto.

Una vez determinada la posición y la altura, se acomete el diseño de la infraestructura que, de manera general, incluye la cabina o fanal y el campo de antenas,

que situado en la azotea del fanal, alberga normalmente antenas de comunicaciones, radioenlaces, y otros elementos electrónicos y de protección contra el rayo. Además, se sitúan las áreas para el personal, equipos, energía, climatización, etc.

En una época en la que la tecnología proporciona información a los pilotos para permitir un aterrizaje prácticamente a ciegas, ¿es necesario mantener a los controladores aéreos en una posición elevada para que puedan visualizar estas operaciones? En el futuro, las salas de control de tráfico aéreo probablemente estarán en edificios más parecidos a los de las oficinas o a los centros de control de tráfico aéreo, que a las actuales torres. ■

“HOY EN DÍA,
LA TECNOLOGÍA
PERMITE UN
ATERRIZAJE
PRÁCTICAMENTE
A CIEGAS”

EL FUTURO YA SE HA HECHO REALIDAD



FOTO_S AAB



FOTO_S AAB

2015. TORRE DE CONTROL DEL AEROPUERTO DE ÖRNSKÖLDSVIK, SUECIA

Recientemente, el aeropuerto de Örnsköldsvik, en Suecia, ha sustituido su torre de control por cámaras de alta tecnología. Desde un mástil de 25 metros, con 14 cámaras de alta definición, se envían las señales a los controladores estacionados en el aeropuerto de Sunvsal, situado a unos 150 kilómetros de distancia. Las altas prestaciones de estas cámaras eliminan los puntos ciegos, informan con lluvia, niebla o nieve y, junto a toda una serie de sensores de clima, micrófonos y otros aparatos, permiten que los controladores se sientan como si estuvieran al lado de la pista. La Agencia Sueca de Transportes concedió la aprobación para torres operadas remotamente el 31 de octubre de 2014. Seis meses después, aterrizó en el aeropuerto de Örnsköldsvik el primer avión usando los servicios remotos de torre.

Chivatos en la vía

Detectores de caída de objetos, de viento lateral, de incendios, hay incluso detectores de arena y nieve. La importancia de estos pequeños aparatos instalados en la vía es crítica para la seguridad ferroviaria. Ineco realiza desde los años 80 su diseño, planificación y la asistencia a la instalación tanto en las líneas convencionales como en las de alta velocidad.

Con la colaboración de **M^a Teresa García**, ingeniera de telecomunicaciones, **Francisco Perrino** y **Pedro Luis Ruiz Acosta**, ingenieros industriales

Las prestaciones de una línea ferroviaria podrían verse degradadas por diversos motivos externos que obligaran a la reducción de la velocidad, o, llegado el caso, a la detención de los trenes. Por tanto, para que la circulación de los trenes se realice en condiciones óptimas de seguridad y confort es preciso la colocación de complejos sistemas de detección que alertan de cada incidencia en tiempo real.

La fiabilidad y seguridad de los detectores de vías es básica, pues evitan que circunstancias externas como la caída de un objeto o el desprendimiento de un talud pongan en peligro la circulación ferroviaria. En definitiva, estos chivatos supervisan en todo momento las condiciones del trazado e infraestructura, las condiciones medioambientales y el estado de los trenes, y además informan al centro de control para que se tomen las medidas oportunas en la operación del tren.

La puesta en servicio en España de cerca de 3.000 kilómetros de alta velocidad –la segunda del mundo en extensión después de China– ha supuesto el liderazgo espa-

ñol en el uso de tecnologías y sistemas de detección. Ineco ha participado desde los años 80 llevando a cabo análisis de riesgos, planificando la instalación los equipos en obra y aplicando las normativas. Además,

LA PUESTA
EN SERVICIO
EN ESPAÑA DE CERCA
DE 3.000 KILÓMETROS
DE ALTA VELOCIDAD
HA SUPUESTO
EL LIDERAZGO ESPAÑOL
EN EL USO
DE TECNOLOGÍAS
Y SISTEMAS
DE DETECCIÓN

Ineco colabora con tecnólogos, clientes y suministradores en el desarrollo y análisis de los sistemas a instalar en cada línea, así como su supervisión.

Con la instalación de estos sistemas se pretende adaptar las circulaciones de los trenes a las condiciones del entorno, proteger el trazado de agresiones y corregir aquellas tendencias que afecten a la calidad del servicio mediante un mantenimiento preventivo dinámico.

En España son productos patentados que normalmente disponen del visto bueno de la Administración. Así, Adif cuenta con productos homologados y patentes de algunos subsistemas como elementos de campo de los DCO (patente n° 200402885 y n° 200500650), y de viento lateral (patente n° 200800322).

Además de los propios sistemas auxiliares de detección, existen otros equipos encargados de concentrar toda la información suministrada por cada detector de vía. Estos equipos concentradores normalmente se instalan en los edificios técnicos asociados a los enclavamientos y su función consiste en recibir, concentrar, procesar y enviar la información de cada detector a los Centros de Regulación y Control (CRC) y al Centro de Control de Tráfico (CTC) para su monitorización.

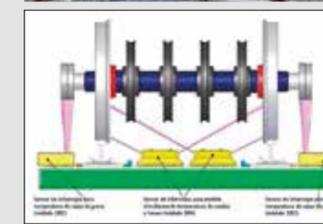
PRINCIPALES SISTEMAS AUXILIARES DE DETECCIÓN



1



2



3



4

► **Detector de Caída de Objetos (DCO).** Su función principal es detectar la caída de un objeto a la vía. Se instala en pasos superiores y bocas de túnel y, si detecta algo, notifica de forma automática al sistema de señalización para ordenar la detención inmediata del tren. Además el detector avisa al Centro de Regulación y Control (CRC) y al Centro de Control de Tráfico (CTC).

► **Detector de Incendio en Túnel (DIT).** Se instalan en túneles de grandes longitudes y su función es controlar la temperatura en cada punto del túnel, detectar focos de calor e incluso incendios. Actualmente, se instalan detectores de gases tanto para detectar un hipotético incendio, como la existencia de niveles elevados de CO, NOx (generados por el paso trenes diésel) que pudieran afectar a la salud de personal de mantenimiento en el túnel.

► **Detector de Viento Lateral (DVL).** Se instala en puntos estratégicos de la línea, y su principal función es controlar la velocidad y dirección del viento en cada zona, de forma que permita adecuar la velocidad de los trenes a las condiciones de viento reinantes en cada momento.

► **Detector de Nieve (DN).** Se instala cercano a la vía, normalmente en cotas altas y controla la capa de nieve caída, avisando automáticamente a los agentes del centro de control en los casos en que la capa de nieve pueda afectar a la velocidad de los trenes.

► **Detector de Objetos Arrastrados (DOA).** Se instala en puntos estratégicos de la vía y su función principal es controlar que los trenes que circulan por la línea no lleven ningún elemento colgando que pueda afectar a la

infraestructura (normalmente elementos que puedan golpear traviesas u otros elementos de la vía). En este caso el sistema informa automáticamente a los agentes de circulación para la detención inmediata del tren.

► **Detector de Impactos Verticales (DIV).** Consta de una serie de sensores que detectan tanto el estado de las ruedas como el peso de cada eje del tren, informando al agente de circulación de cualquier anomalía.

► **Detector de Cajas Calientes y Frenos Agarrotados (DCC).** El sistema DCC está formado por una serie de sensores instalados en la vía que supervisan la temperatura de los ejes y frenos del tren, y detectan posibles agarrotamientos de los frenos. En el caso de sobrepasar la temperatura umbral, el sistema envía una señal que ordena la reducción de la velocidad

1. Detector de Cajas Calientes (DCC)
Sensores de vía que supervisan la temperatura de los ejes y frenos del tren.

2. Detector de Objetos Arrastrados (DOA)
Se instalan en puntos estratégicos de la vía y su función principal es controlar que los trenes no lleven ningún elemento colgando que afecte a la infraestructura.

3. Detector de Caída de Objetos (DCO)
El detector DCO en túnel detecta la caída de un objeto a la vía e informa automáticamente. Debajo, configuración de un sistema de detección de cajas calientes instalado en LAV de España.

4. Detector de Viento Lateral (DVL)
Sistema SCVL en torre celosía. Su principal función es controlar la velocidad y dirección del viento en cada zona.

del tren o incluso su detención inmediata en caso de temperatura extrema. En los trenes Talgo con rodales, la detección en vía no es válida y es preciso acudir a sistemas de detección embarcados.

► **Detector de Comportamiento Dinámico de Pantógrafo (DCDP).** Está formado por una serie de sensores que controlan en todo momento el comportamiento del pantógrafo con el hilo de contacto de la catenaria al paso de un tren. En concreto, controla la interacción pantógrafo-catenaria mediante la detección de la elevación del hilo de contacto. El objeto es detectar posibles anomalías en el pantógrafo del tren que puedan generar daños irreversibles en la catenaria. En el caso de una medición fuera de rango, el sistema DCDP envía una señal de alarma para adoptar las medidas oportunas, llegando incluso a detener el tren.

EXPERTOS EN SISTEMAS DE DETECCIÓN

“Siempre que exista un factor de riesgo, se deberá desarrollar un sistema auxiliar de detección que lo mitigue”

Grupo Cobra es una empresa española con más de 15 años de experiencia en la instalación de sistemas auxiliares de detección. Estos proyectos están liderados por Susana de la Viuda y Leonardo Peig, que coordinan un amplio equipo de personal técnico cualificado en las delegaciones de dentro y fuera de España.

¿Qué tipo de detectores en vía son indispensables para circular en velocidad alta?

Los detectores que, de forma directa e inmediata, pueden afectar a la explotación de una línea de alta velocidad, son los detectores de caída de objetos, de cajas calientes y frenos agarrados, los sistemas de control de viento lateral, y los detectores de comportamiento dinámico de pantógrafo.

Aproximadamente, ¿cuántos sensores se instalan por cada 100 kilómetros de vía?

Dependiendo del tipo de detector del que estemos hablando se siguen criterios diferentes. Por ejemplo, los detectores de caída de objetos se instalan en los pasos superiores y bocas de túnel. Los de cajas calientes y frenos agarrados, se instalan en la vía cada 35 kilómetros. En cuanto a los sistemas de control de viento lateral, es necesario identificar en primer lugar dónde deben ser situados, para lo que se realiza previamente estudios de viento en las zonas atravesadas. Los detectores de objetos arrastrados suelen ubicarse a la salida de las bases de mantenimiento o los puertos de carga y descarga de mercancías.

“Disponemos de un banco de pruebas único en el mundo, lo que nos coloca en una situación inmejorable y envidiable respecto al resto del sector”



UN EQUIPO DE EXPERTOS

Desde su creación en el año 1944, el Grupo Cobra ha ido evolucionado hasta convertirse en la actualidad en un referente mundial con capacidad para desarrollar, crear y operar infraestructuras industriales que requieren un alto nivel de servicio. En la foto superior y de izquierda a derecha, Susana de la Viuda, Roberto Muñoz y Leo Peig.

¿En cuántos países han instalado estos sistemas?

Gracias a la experiencia conseguida en el ámbito nacional, hemos sido capaces de poder implantar estos sistemas fuera de nuestras fronteras, como por ejemplo en Francia y en Arabia Saudí.

¿En qué países se fabrican estos componentes?

Prácticamente todos los sistemas de detección –salvo los detectores de cajas calientes, que son de origen alemán– han sido desarrollados en colaboración con pymes tecnológicas españolas. Desde el Grupo Cobra aportamos nuestra capacidad financiera y también la posibi-

lidad de implantar los productos en los entornos ferroviarios más punteros.

¿Cómo valora la capacidad tecnológica del Grupo Cobra en comparación con el ámbito internacional?

Hemos aprovechado el amplio desarrollo del tren de alta velocidad española, que es el entorno prioritario para la implantación de este tipo de sistemas, y aportamos las innovaciones tecnológicas desarrolladas a los proyectos internacionales en los que el Grupo ACS interviene. Disponemos, además, de un banco de pruebas único en el mundo, lo que nos coloca en una situación inmejorable y envidiable respecto al resto del sector.

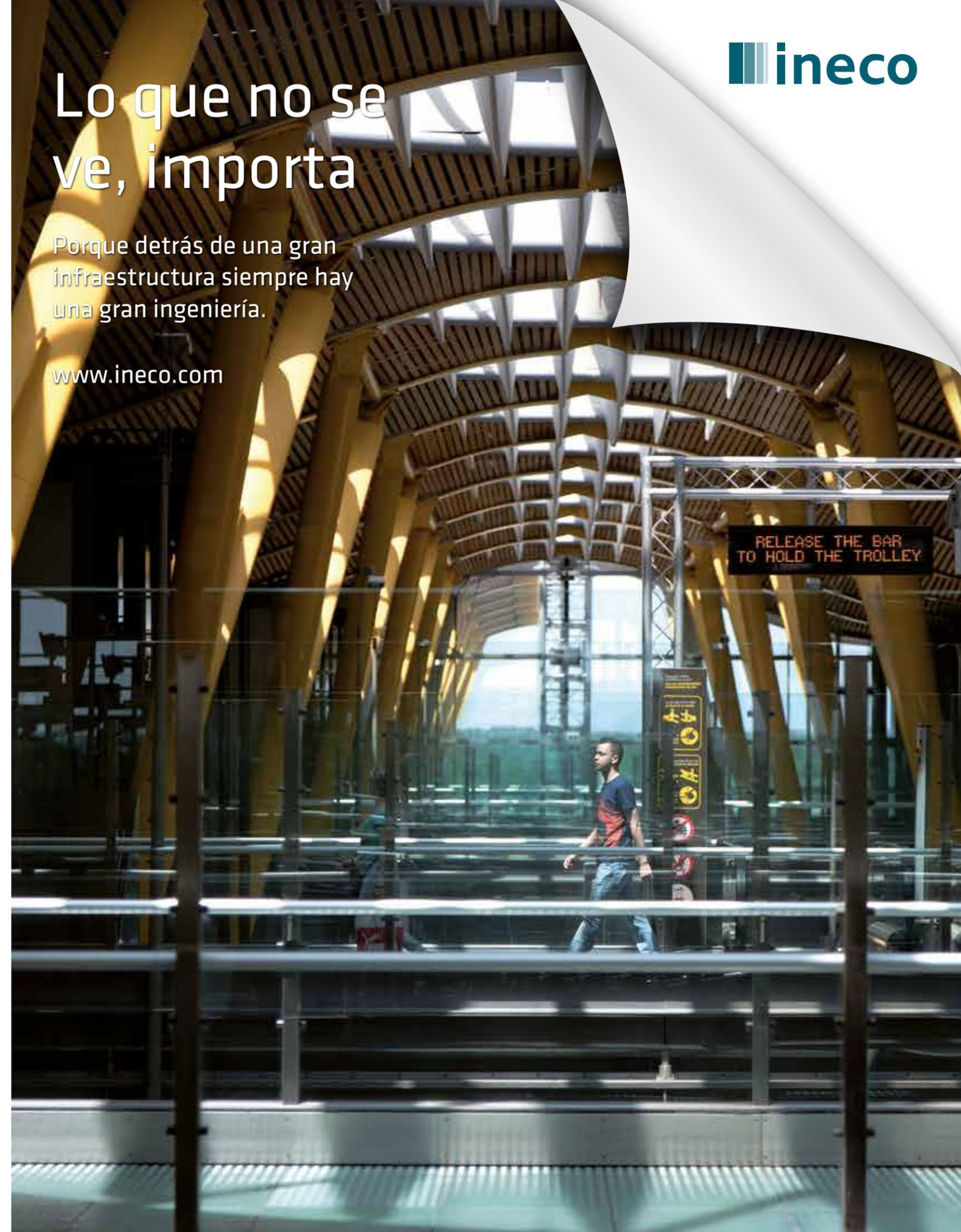
¿Queda mucho por innovar en sistemas de detección?

Por supuesto, sin duda. Siempre que exista un factor de riesgo, se podrá y deberá desarrollar un sistema auxiliar de detección que mitigue este riesgo. ■

Lo que no se ve, importa

Porque detrás de una gran infraestructura siempre hay una gran ingeniería.

www.ineco.com



Trayectoria ascendente

El aeropuerto de Cartagena de Indias ha crecido y se ha renovado para albergar más tráfico y de mayor alcance, que requiere aeronaves más grandes y pesadas. Por ello ha acometido un proceso de ampliación proyectado y coordinado por Ineco que incluye el refuerzo de la seguridad operacional.

Con la colaboración de **David Gutiérrez** y **Roberto Serrano**, ingenieros aeronáuticos; y **Martha Sofía González**, **María José Mercado** y **Rafael Calvo**, ingenieros civiles

Cuatro millones de pasajeros este año 2016: es la previsión de crecimiento del aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena de Indias, según la sociedad concesionaria, SACSA. Participada mayoritariamente por la española Aena Internacional, emprendió en 2011 un proceso de mejora y ampliación de las instalaciones tanto del lado tierra como del lado aire con el fin de adaptar la capacidad a la creciente demanda. Ineco actualizó recientemente el Plan Maestro del aeropuerto, que planifica su expansión hasta el año 2020 y ha proyectado y coordinado las obras (ver IT48). Los trabajos se iniciaron hace cinco años con la ampliación y remodelación del edificio terminal de pasajeros; y continuaron con el diseño y las supervisiones de las actuaciones en la pista, plataformas, vial perimetral y el nuevo terminal FBO para aviación general.

El aumento del tráfico en el aeropuerto está vinculado a la actividad industrial y turística de la ciudad, situada a orillas del mar Caribe, cuyo característico casco histórico amurallado está declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO desde 1984. Es un destacado destino vacacional interior y aunque han aumentado las llegadas internacionales, el grueso de su tráfico es principalmente doméstico,

con conexiones a la capital, Bogotá, y a las principales ciudades, como Medellín o Cali. En cuanto al exterior, su principal destino es el sur de Florida, en Estados Unidos, además de Chile, Venezuela o España.

Para potenciar el mercado turístico, el gestor aeroportuario, junto con entidades locales como Corporturismo y la alcaldía de Cartagena, apuesta por el desarrollo de más rutas de largo radio, tanto a América del Norte, su principal fuente de turismo emisor, como a Europa, especialmente a Alemania y España. Para ello las aerolíneas emplean aeronaves más grandes, que su vez exigen de los aeropuertos más capacidad y más requerimientos de seguridad, tanto operacional como física. Dado que todas las actuaciones deben llevarse a cabo sin interferir en la operación del aeropuerto, Ineco elaboró también un estudio de fases de las obras para reducir al mínimo la afección.

MÁS CAPACIDAD PARA PASAJEROS Y AERONAVES

Así, las obras que se han llevado a cabo en el Rafael Núñez obedecen a estas necesidades: el actual edificio terminal, que se amplió entre 2011 y 2013, ha pasado de 10.491 m² a 19.370 m², y actualmente

se está ampliando la sala internacional. La pista y plataformas principal y secundaria (o ECO) se repavimentaron entre 2013 y 2014 para rehabilitar las zonas deterioradas y aumentar su capacidad portante. Se modificó el eje de la zona de viraje, para facilitar los movimientos de aeronaves grandes, y se mejoró la señalización y el balizamiento.

Para la pista, Ineco diseñó y coordinó la instalación de una mezcla asfáltica pionera en Colombia, una mezcla bituminosa discontinua tipo BBTM-11 (con adición de fibras), en un recocado de 4 cm a lo largo de 1740 m de los 2.540 metros totales de la pista. No solamente mejora las condiciones de rozamiento en la capa de rodadura, sino que también facilita el drenaje y evita el hidropilano.

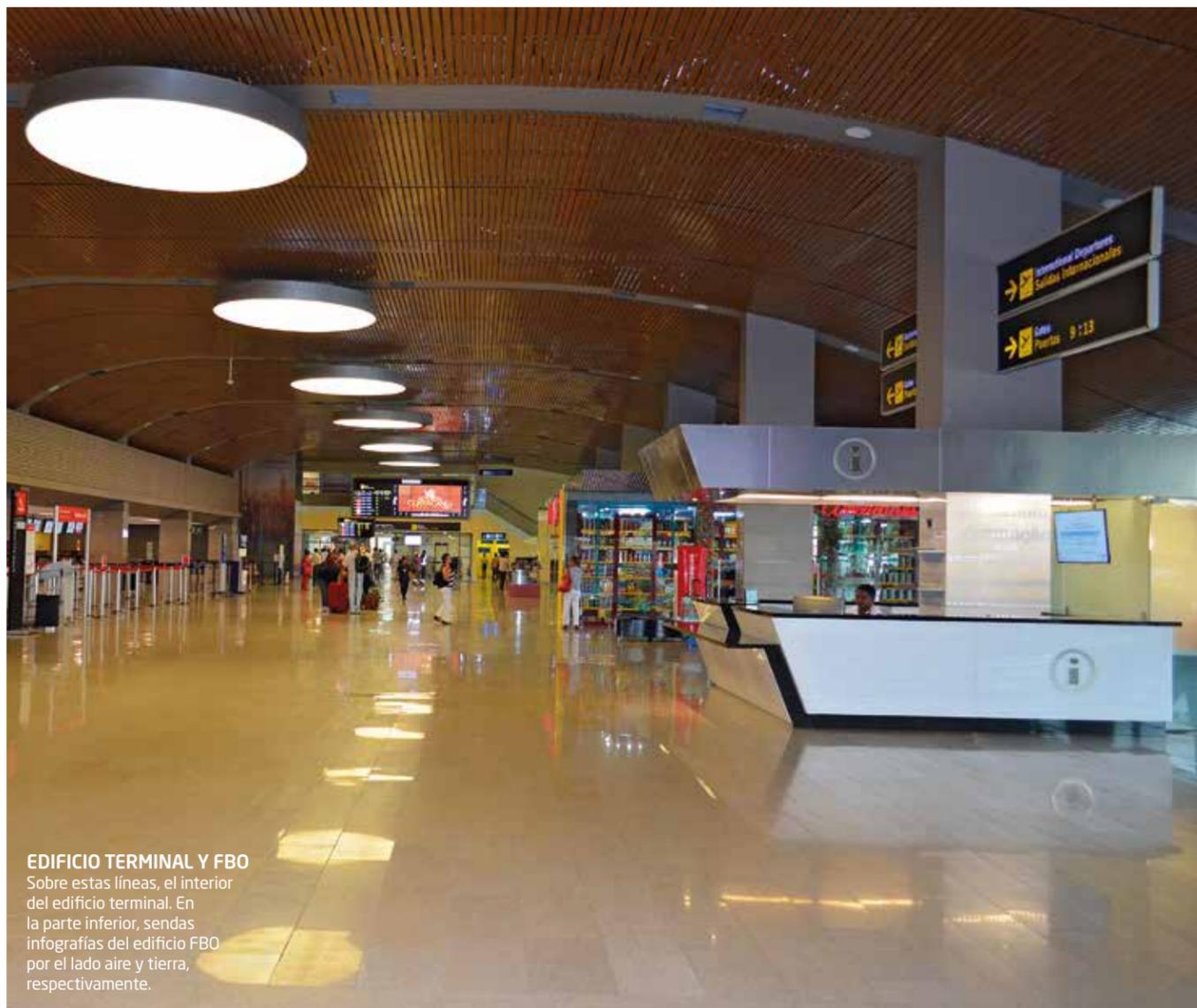
En ambas plataformas se empleó una mezcla bituminosa en caliente tipo P-401 de TMA ¾" con asfalto modificado tipo BMIII, en espesores variables de entre 5 y 12 centímetros, y se reforzó la zona de parada de los trenes de aterrizaje con losas de hormigón de 33 centímetros. En la zona del vial perimetral y la senda peatonal, al ser menos exigentes en cuanto a esfuerzos, se instaló una mezcla bituminosa en caliente tipo MDC-2 con asfalto B60/70.



TRABAJOS DE AMPLIACIÓN

Se iniciaron hace cinco años con la remodelación del edificio terminal, el diseño y las supervisiones de las actuaciones en la pista, plataformas, vial perimetral y el nuevo terminal FBO para aviación general. Aquí puede verse la plataforma ECO, y abajo, la principal y el edificio terminal.





EDIFICIO TERMINAL Y FBO
Sobre estas líneas, el interior del edificio terminal. En la parte inferior, sendas infografías del edificio FBO por el lado aire y tierra, respectivamente.

LA AVIACIÓN GENERAL, EN ALZA

Además de estas actuaciones, de vital importancia para la seguridad de las aeronaves, también se ha tenido en cuenta el aumento del tráfico de aviación general, del que más del 90% son vuelos privados y militares y el resto, ejecutivos, de escuelas, etc. Aunque en términos de pasajeros es inferior al 1% del total del aeropuerto, representa el 30% de las operaciones, y se prevé un crecimiento medio del 3,9% hasta 2020, con unos 26.000 pasajeros y 14.000 operaciones.

LA PREVISIÓN DE CRECIMIENTO DEL AEROPUERTO RAFAEL NÚÑEZ ES QUE EN 2016 CUENTE CON CUATRO MILLONES DE PASAJEROS

Por ello en 2014 se llevaron a cabo las obras de un nuevo terminal de aviación general FBO (*Fixed Base Operator*, u Operador de Base Fija, en este caso una empresa estadounidense) de acuerdo al anteproyecto redactado previamente por Ineco. El nuevo terminal, situado al este, dispone de tres áreas diferenciadas: de autoridades, para control de fronteras y entrada y salida de personas y equipajes; de revisión, que abarca los accesos desde y hacia los lados tierra y aire, y los controles de seguridad; y una zona de espera para los pasajeros.

El proyecto incluyó la construcción de una nueva edificación independiente, con una subestación eléctrica, un cuarto de bombas hidráulicas y un tanque de agua potable, además de una oficina para el *handling*. Compartido con la plataforma ECO, se construyó también un nuevo vial perimetral de acceso directo desde la Vía del Mar, la carretera que une Cartagena de Indias con Barranquilla.

TRABAJOS EN CURSO

Unos elementos cruciales a la hora de aumentar la capacidad aeroportuaria son los servicios de salvamento y extinción de incendios (SEI). La normativa aeronáutica establece que deben dimensionarse riguro-



En la parte superior, parte del equipo de Ineco y SACSA que ha realizado los distintos trabajos de ampliación del aeropuerto Rafael Núñez. Debajo, el nuevo terminal de aviación general FBO (*Fixed Base Operator*, u Operador de Base Fija, en este caso una empresa estadounidense) de acuerdo al anteproyecto redactado previamente por Ineco.



rosamente en función del tamaño (longitud total y anchura de fuselaje) de las aeronaves que normalmente operan en el aeropuerto. Para ello se clasifica a los aeropuertos en una escala de 0 a 10; en el caso del Rafael Núñez, le corresponde la categoría 7, para lo que necesitaría un mínimo de dos vehículos, un jefe de dotación y cuatro bomberos.

Sin embargo, las nuevas instalaciones que ha proyectado Ineco contemplan la posibilidad, también prevista en la normativa, de poder aumentar estos recursos si ocasionalmente, y previo aviso, tuviese que acoger aeronaves de categorías superiores. Por ello, sus cocheras tienen capacidad para cuatro vehículos: tres camiones de bomberos y un vehículo ligero de mando.

Puesto que el aeropuerto opera las 24 horas, el SEI necesita tres turnos de personal, por lo que el nuevo edificio cuenta con las instalaciones adecuadas para su

descanso, además de oficinas, almacenes, áreas técnicas y un aparcamiento. Frente al edificio habrá una zona libre pavimentada para permitir el paso de las aeronaves a la zona militar. Asimismo, contará con dos depósitos de agua de 30.000 litros cada uno para aprovisionar los camiones de bomberos, que dispondrán de una nueva vía de acceso para que puedan llegar a la pista en menos de tres minutos. Ineco está supervisando las obras, así como el cumplimiento del Plan de Seguridad Operacional.

Otra actuación en marcha, que también coordina y supervisa la compañía, es la ampliación de la franja de seguridad de la pista, que en algunos puntos no alcanza los 75 metros de distancia reglamentaria entre el eje de la pista y el cerramiento del aeropuerto. Para lograrlo, se está ganando terreno al manglar reforzando el terreno con micropilotes de 5 metros de longitud. ■

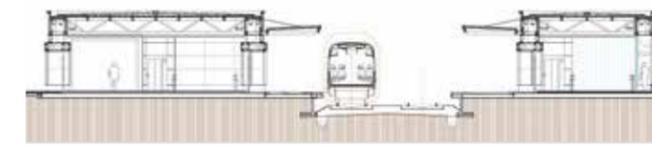
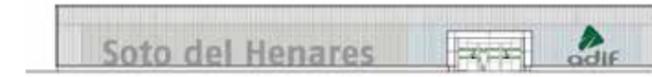
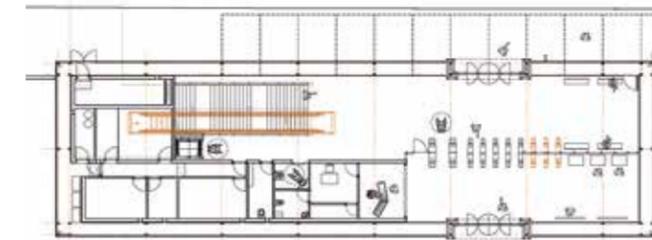
EL CUARTO AEROPUERTO DE COLOMBIA

El Rafael Núñez ha cuadruplicado su volumen de tráfico desde 2004, y actualmente es el cuarto más importante del país tras El Dorado, en Bogotá, el Alfonso Bonilla Aragón, en Cali -Ineco ha trabajado en ambos (ver 1746 y 48)- y el José María Córdova, de Rionegro. En 1996, se hizo cargo de su gestión la Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A. (SACSA), en la que Aena Internacional entró dos años después al adquirir el 37,89% del capital. Además es socio operador. Aena Internacional participa en la gestión de 15 aeropuertos de tres países: uno en Reino Unido (Luton), 12 en México (Grupo Aeroportuario del Pacífico) y dos en Colombia, los de Cali y Cartagena de Indias.





MÓDULOS FLEXIBLES
La estructura modular elimina la necesidad de pilares interiores (planta libre) y es fácilmente adaptable a cualquier tipología de estación.



1. Planta.
2. Sección.
3. Vista del apeadero de la estación de Soto del Henares.

Transparencia y sencillez

Una versátil estructura modular de pórticos con un efecto nocturno de 'caja de luz': así es el nuevo apeadero de Cercanías de Soto del Henares, en el municipio madrileño de Torrejón de Ardoz, diseñado por Ineco.

Con la colaboración de Félix Expósito, arquitecto y autor del diseño

Más de 20.000 vecinos de esta zona de nueva construcción pueden desde el pasado mes de agosto llegar al centro de Madrid en 25 minutos gracias al nuevo apeadero, sin tener que desplazarse al centro de Torrejón de Ardoz. Situado en este municipio madrileño de 127.000 habitantes del noreste de Madrid, la nueva estación pertenece a la línea de cercanías C7 y da servicio a los barrios de Soto del Henares, Mancha Amarilla y la Zarzuela, una

zona próxima al Hospital de Torrejón y al nuevo polígono industrial Casablanca. Ineco ha realizado para Adif el diseño

INECO HA REALIZADO PARA ADIF EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO, EL ESTRUCTURAL Y EL DE LAS INSTALACIONES; ASÍ COMO LA DIRECCIÓN DE OBRA

arquitectónico, el estructural y el de las instalaciones; así como la dirección de obra. Se trata de una estructura modular de pórticos que elimina la necesidad de pilares interiores (planta libre) y que es fácilmente adaptable a cualquier tipología de estación. El edificio principal, en sentido Alcalá de Henares, tiene planta rectangular, un vestíbulo con zonas de espera, máquinas de autoventa de billetes y seis canceladoras, con posibilidad de ampliarse hasta nueve. Dispone

también de espacio para oficinas, aseos y cuartos de instalaciones.

UN DISEÑO MODULAR Y AMPLIABLE

El apeadero cuenta con dos edificios, uno por sentido. En el interior, se distribuyen todos los usos mediante volúmenes edificables independientes ('edificio dentro del edificio'). La estación se ha diseñado con capacidad para atender a unos 6.000 viajeros al día, si bien la estructura modular facilita su futura ampliación.

PROPORCIÓN ÁUREA

La geometría de los edificios se basa en la sección áurea de un cuadrado de dos metros, que forma rectángulos de 2,8282 x 2m. Al duplicarse crean un módulo de 5,6564 x 2m, y de la división de este módulo surgen todas las distancias

entre pórticos y se crean los diferentes espacios.

UNA CAJA DE LUZ

El edificio principal se plantea como un prisma rectangular con dos fachadas, que permite disponer de una zona de mantenimiento entre estas. Mientras que la "piel" interna matiza la luz interior-exterior (efecto 'caja de luz'), la externa genera permeabilidad y permite variar el diseño.

ANDENES

Los bordes de andén se encuentran a 1,75 metros de los ejes de vía, con una anchura de 5 metros y una longitud de 210, con rampas de 6 metros en cada extremo. Gracias a los 80 metros de marquesinas que parten de los edificios, los viajeros pueden acceder a los andenes siempre a cubierto. ■

OTRAS ESTACIONES DISEÑADAS POR INECO

Ineco cuenta con una amplia experiencia en redacción de proyectos arquitectónicos, además de en dirección de obra y asistencia técnica y elaboración de estudios de viabilidad en distintos tipos de estaciones, tanto en superficie como soterradas.

► En Cercanías cabe destacar, entre otros, proyectos como de la estación de Miribilla en Bilbao, construida a 50 metros de profundidad; las dos en el acceso al aeropuerto de Málaga y otras tantas en la localidad valenciana de Alboraya, todas ellas también soterradas, o el moderno apeadero de Cercanías de la variante Manuel-Énova de la línea de alta velocidad a Levante.

► En cuanto a las estaciones de tipo modular, en 2009, se desarrolló un proyecto de innovación tomando como referencia un pequeño apeadero del norte de Madrid, Las Zorreras. También se proyectó una solución similar, antecedente de la de Soto del Henares, para la estación de Las Margaritas-Universidad, en Getafe, en la zona sur de Madrid. En el exterior, en 2011, se proyectaron ocho modernas estaciones también de tipo modular para el Corredor de Occidente de Bogotá, en Colombia.

► En cuanto a la rehabilitación de estaciones históricas, es destacable el proyecto y dirección de obra de la restauración de la fachada histórica de Atocha (2012), el de la rehabilitación integral de la estación de Aranjuez (2008) y actualmente en ejecución, o los trabajos de modernización en una veintena de estaciones catalanas (2009).

► Además de los proyectos de arquitectura, también se pueden destacar otros servicios como la asistencia técnica a la obra de la nueva estación de cercanías de La Sagrera-Meridiana en Barcelona (2010) o los estudios previos de viabilidad para el Metro Ligerero de Belgrado, en Serbia, con 25 estaciones, 10 de ellas subterráneas; o para la red de cercanías de São Paulo, en Brasil, que incluía la construcción de nueve estaciones y la reforma de otras 65.

► En cuanto a estaciones de alta velocidad, Ineco cuenta con una veintena larga de referencias, tanto de dirección de obra como en redacción de proyectos de arquitectura: es el caso de las estaciones de Puente Genil, Camp y Antequera-Santa Ana (2007), la de Vigo-Guixar o las actuaciones en otras nueve estaciones del Eje Atlántico gallego en 2010 (reportaje en página 14). Ineco ha trabajado también en la dirección de obras de adecuación a la alta velocidad en estaciones de toda la red: Santa Justa en Sevilla, Sants en Barcelona, Atocha en Madrid, Toledo, Zaragoza, A Coruña, Santiago y Ourense en Galicia, etc., así como en las de ampliación del complejo ferroviario de Atocha y su nueva terminal de AV, inaugurada en 2010.

76/EI058: seguridad con DNI

Para garantizar que un producto o servicio es seguro y cumple todas las normas, debe superar una evaluación independiente de especialistas aprobados por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC). En el caso de las líneas ferroviarias, Ineco cuenta con una acreditación, pionera en el sector, que acaba de renovar y ampliar.

Redacción **ITRANSPORTE**, con la colaboración de **Laura L. Brunner**, licenciada en Ciencias Físicas

Cómo se garantiza que un taxímetro es fiable o que una instalación nuclear es segura, que un chaleco antibalas es realmente antibalas o que la ITV que revisa un vehículo no actúa de manera arbitraria? En España, más de 1.600 entidades se aseguran de que múltiples productos, procedimientos y servicios disponibles en el mercado cumplan con la normativa de su respectivo sector. Un organismo del Gobierno español, la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC), es responsable de autorizar a quienes se convierten así en garantes de la seguridad de los consumidores y usuarios finales. Las entidades deben renovar su acreditación cada año, demostrando que cumplen con los estrictos requisitos de independencia, rigor y transparencia que se exigen para esta labor.

LÍNEAS FERROVIARIAS

El abanico de productos y servicios susceptibles de recibir una certificación avalada por una entidad ENAC abarca cualquier tipo de ámbito productivo y diferentes tipos de entidades, como laboratorios de ensayo o calibración, inspectores, o certificadores y verificadores medioambientales de prácticamente cualquier sector: industria, energía, medio ambiente, sanidad, agricultura y alimentación, investigación, desarrollo e innovación, telecomunicaciones, turismo, servicios, construcción, transportes, etc.

En este último, en concreto en el modo ferroviario, se inscribe la actividad inspec-

tora de Ineco, que obtuvo en 2009 su primera acreditación ENAC como 'evaluador independiente de seguridad' con el número 76/EI058 (ver **ITRANSPORTE** 40). En 2015, se ha renovado y ampliado a los ámbitos de material rodante, energía, infraestructuras, mantenimiento y explotación y gestión del tráfico. La compañía cuenta con un equipo multidisciplinar formado por profesionales acreditados por ENAC. La labor de las entidades certificadas por ENAC, además, no solo es válida en España, sino también en los más de 70 países con los que tiene convenios de reconocimiento mutuo, incluyendo la Unión Europea, EEUU, Canadá, China, Japón, Australia, Brasil, India, Emiratos Árabes y México, entre otros.

¿POR QUÉ UNA EVALUACIÓN INDEPENDIENTE DE SEGURIDAD?

Además del material rodante, desde los inicios del ferrocarril a finales del siglo XIX, los principales elementos ferroviarios relacionados con la seguridad han sido los sistemas de señalización, con el fin de evitar el mayor riesgo de todos: las colisiones entre trenes. De las señales manuales a los semáforos, hasta llegar a los sistemas digitales y por radio sin señales físicas en las vías –como en el caso del ERTMS nivel 2–, los diferentes sistemas de control, mando y señalización (ASFA, LZB, ERTMS, etc.) han evolucionado hacia una mayor complejidad y sofisticación, siempre con el objetivo de garantizar la circulación segura de los trenes.

Las líneas ferroviarias actuales –convencionales y de alta velocidad–, son infraestructuras muy complejas formadas por un gran número de elementos, y sometidas a una regulación legal y técnica muy extensa que requiere de un alto grado de especialización de los inspectores. Desde el momento en que se planifican hasta que se ponen en servicio, la regulación europea e internacional exige verificar que todos y cada uno de los elementos y subsistemas funcionan correctamente, desde los más sencillos, como puede ser la ventilación de un túnel, hasta los más complejos, como el software.

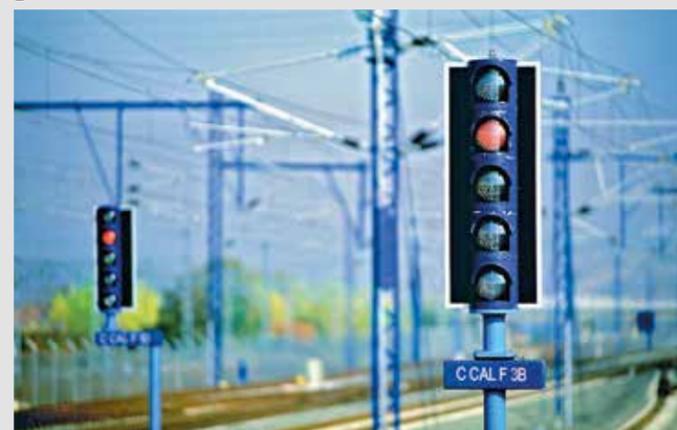
Para ello, se realizan dos tipos de estudios de seguridad. Por un lado, los análisis de riesgos, en los que se identifican aquellas amenazas que pueden llevar al sistema a una situación potencialmente peligrosa y se trabaja en las medidas de mitigación o barreras para evitarlo. Pueden realizarse en cualquier fase del proyecto y buscan detectar los puntos débiles del sistema. Por otro, y en un nivel superior, se sitúa el tipo de estudio que se conoce como ISA (*Independent Safety Assessment*, o evaluación independiente de seguridad). A diferencia de los análisis de riesgos, las ISA solo pueden ser realizadas por una entidad acreditada. Son imprescindibles para garantizar a un tercero –el operador o la autoridad ferroviaria– que una nueva línea o la modificación de una existente son seguras y pueden entrar o continuar en explotación. ■



1



2



3

1 Ineco obtuvo en 2009 su primera acreditación ENAC como 'evaluador independiente de seguridad' con el número 76/EI058.

2 Las líneas ferroviarias actuales son infraestructuras muy complejas. La regulación europea e internacional exige verificar que todos los elementos y subsistemas funcionan correctamente.

3 Además del material rodante, desde los inicios del ferrocarril a finales del siglo XIX, los principales elementos ferroviarios relacionados con la seguridad han sido los sistemas de señalización.

4 Hay dos tipos de estudios de seguridad: el análisis de riesgos y la ISA (evaluación independiente de seguridad), que solo puede realizar una entidad acreditada.



4

EXPERIENCIA

Ineco lleva más de una década realizando evaluaciones independientes de seguridad en la red ferroviaria española, tarea en la que fue pionera. Actualmente, está trabajando en Arabia Saudí para el proyecto Haramain, donde realiza la ISA para los sistemas embarcados de ERTMS que equiparán la línea Meca-Medina.



Con los brazos abiertos

España ha vuelto a batir un año más su récord turístico con 68 millones de visitantes en 2015, aumentando el tráfico y los ingresos de los aeropuertos españoles. La Oficina de Previsiones de Tráfico de Aena, en la que trabaja un equipo de Ineco, analiza la evolución de la demanda para que el operador español pueda anticiparse a la llegada de visitantes.

Redacción **ITRANSPORTE**, con la colaboración de Ana Pascual y Patricia Varela, ingenieras aeronáuticas

FOTO_NASA

España es el tercer destino turístico del mundo por volumen de ingresos y un año más ha vuelto a batir su propia marca, al superar en el año 2015 los 68 millones de visitantes, tres más que el año anterior. Un factor que según todos los análisis ha beneficiado al sector, es la situación

de inestabilidad política a partir de 2011 en destinos mediterráneos como Túnez, Egipto o Turquía. Todos compiten con España, que recibe sobre todo turistas europeos: siete de cada diez son británicos, franceses, alemanes o italianos, aunque en términos relativos destaca el aumento de llegadas desde

EEUU y países asiáticos. Según datos de Turespaña, casi el 80% del total llegaron por vía aérea (la mitad en una aerolínea de bajo coste), dato en el que es determinante la insularidad de algunos de los destinos más turísticos del mundo, como Baleares y Canarias. Así, el conjunto de los 46 aeropuertos

españoles registraron en 2015 más de 207 millones de pasajeros, un 5,9% más que el año anterior.

Además de los dos grandes aeropuertos españoles, Adolfo Suárez Madrid-Barajas y Barcelona-El Prat, que entre los dos sumaron el 41,7% con 86,5 millones, más de 101,7 millones de pasajeros –el 49,1% del total de la red– se contabilizaron en los 14 aeropuertos clasificados como “turísticos”, que coinciden con los destinos más visitados: Baleares, Palma de Mallorca, Ibiza

DURANTE 2015,
OCHO DE CADA DIEZ
VISITANTES LLEGARON
A ALGUNO DE LOS
46 AEROPUERTOS
ESPAÑOLES

y Menorca; la Comunidad Valenciana, con los aeropuertos de Valencia y Alicante; Andalucía, con Málaga y Sevilla; Canarias, con los aeropuertos de Gran Canaria, Tenerife Sur, Lanzarote, Fuerteventura y La Palma; y Cataluña, con los aeropuertos de Girona y Reus.

Todos ellos han experimentado procesos de mejora y ampliación para aumentar su capacidad a lo largo de la década de 2000, estrechamente ligados al crecimiento del turismo, conocidos como Plan Barajas, Plan Barcelona, Plan Levante, Plan Málaga, Plan Canarias, etc. Durante todo este tiempo, Ineco ha prestado sus servicios al Ministerio de Fomento y Aena en la planificación y ejecución de las actuaciones. Desde 2008, se encarga también de la Oficina de Previsiones de Tráfico, que desempeña un papel fundamental en la planificación aeroportuaria. Varias veces al año, un equipo de ingenieros y técnicos actualiza las previsiones que



FOTO_PABLO NEUSTADT

EL TURISMO CRECE
España ha vuelto a batir su propia marca, al superar en el año 2015 los 68 millones de visitantes, tres más que el año anterior. Según datos de Turespaña, casi el 80% del total llegaron por vía aérea, dato en el que es determinante la insularidad de algunos de los destinos más turísticos del mundo, como Baleares y Canarias.



FOTO_PABLO NEUSTADT



FOTO_PABLO NEUSTADT



FOTO_AYUNTAMIENTO DE MADRID



FOTO_HOTELSTURISMOYVIJES.COM

se elaboran con un modelo macro-económico llamado PISTA (Prognosis Integrada de Sistemas de Tráfico Aéreo), también desarrollado por Ineco, con una metodología específica basada en el concepto de 'red' y modelos independientes para los segmentos nacional e internacional, apoyados en variables económicas significativas. Además, en la elaboración de las previsiones particulares de cada aeropuerto y para el corto-medio plazo se tienen en cuenta otros factores como por ejemplo: la competencia con otros modos de transporte (principalmente el AVE), la existencia de otros aeropuertos en el área de influencia, cambios en la oferta de las compañías (nuevos destinos, más frecuencias, nuevos modelos de avión empleados, etc.), eventos puntuales (competiciones deportivas, cumbres, etc.) y otros.

DESDE 2008, INECO SE ENCARGA TAMBIÉN DE LA OFICINA DE PREVISIONES DE TRÁFICO, QUE DESEMPEÑA UN PAPEL FUNDAMENTAL EN LA PLANIFICACIÓN AEROPORTUARIA

No solamente se prevén volúmenes de pasajeros, operaciones y mercancías para cada uno de los aeropuertos de la red, sino que también se estiman los valores de diseño (PHD y AHD) que resultan imprescindibles de cara a una adecuada planificación de las infraestructuras, ya que permiten detectar qué necesidades tendrán los aeropuertos y además, cuándo habrá que llevar a cabo las actuaciones. Los resultados de las previsiones de tráfico se emplean en la elaboración de los planes de negocio e inversión de Aena, así como para diseñar estrategias comerciales en los aeropuertos, de ahí que revistan una gran relevancia. ■



FOTO: PABLO NEUSTADT



AEROPUERTOS ESPAÑOLES

El conjunto de los 46 aeropuertos españoles registró en 2015 más de 207 millones de pasajeros, un 5,9% más que el año anterior, hecho que ha supuesto que Aena lograra el segundo mejor año de su historia.

OTROS MODOS

Si bien el aéreo es con mucho el de mayor peso en el reparto modal (es el elegido por casi el 80%) entre los turistas internacionales, más del 18% recurren a la carretera y un 1,4% al modo marítimo. Los cruceros ganan protagonismo año tras año en todo el mundo y también en España, donde en 2015 los puertos españoles, con los de Barcelona, Baleares y Canarias a la cabeza, han recibido alrededor de 8 millones de visitantes, según datos del Ministerio de Fomento.

MÁS TURISTAS, MÁS INGRESOS AEROPORTUARIOS

La positiva evolución del mercado aéreo tiene un impacto notable en la economía nacional, puesto que según datos del Gobierno español, el transporte aéreo aporta el 7% del Producto Nacional Bruto, genera 140.000 empleos directos y 440.000 si se incluyen los indirectos. Por un lado, porque parte de los ingresos aeronáuticos proviene de las tasas que el operador (Aena, en el caso español) cobra a las aerolíneas por cada pasajero, y, por otro, a través de los ingresos comerciales: es decir, las tiendas, restaurantes, aparcamientos y otros espacios y servicios no aeronáuticos que se concesionan a terceros (ver IT54). Este capítulo representa ya más de una cuarta parte (el 25,7% en 2014) de los ingresos totales de Aena, que en 2014 ascendieron a 3.165 millones de euros, un 8% más que en el ejercicio anterior.

TALEB D. RIFAI

“El turismo español es fuerte gracias a la profesionalidad de personas e instituciones”

Taleb Rifai es desde enero de 2010 secretario general de la Organización Mundial del Turismo (OMT), con sede en Madrid desde hace cuatro décadas. Nacido en Jordania en 1949, es licenciado en arquitectura por la Universidad de El Cairo, y se doctoró en Diseño Urbanístico y Ordenación Regional en la Universidad de Pensilvania (EEUU) en 1983.



UN ARQUITECTO AL FRENTE DEL TURISMO MUNDIAL
De formación arquitecto especializado en diseño urbanístico, Taleb Rifai ha sido director general de una de las mayores empresas de su país y varias veces ministro de su Gobierno, en diferentes carteras: Turismo y Antigüedades, Información y Planificación, y Cooperación Internacional.

¿Hasta qué punto influye en la demanda turística la mejora de las infraestructuras de transporte?
Las infraestructuras no solo relacionadas con el transporte, sino también con la electricidad o el agua, entre otras, tienen una relación vital con la calidad del turismo de un país. El grado de las mismas está ligado al acceso al país y a los servicios que los turistas que lo visitan pueden disfrutar. Por ello, tanto la inversión en el desarrollo nuevas infraestructuras así como el mantenimiento de las ya existentes es un fuerte condicionante a la competitividad del sector turístico.

En el caso español, el 80% del turismo internacional llega por avión, ¿tiene el AVE alguna oportunidad de ganar protagonismo?

No solamente el AVE, sino la red ferroviaria española en su totalidad, que es de una gran calidad. Esto es particularmente evidente en lo referente a la diversificación de la demanda en todo el territorio y la promoción de segmentos como el turismo de deporte y nieve o el turismo cultural o gastronómico.

¿En qué es fuerte el turismo español?

Es difícil subrayar una sola fortaleza cuando hay tantas que merecen ser mencionadas. Creo que el primer punto es la capacitación y profesionalidad de las personas e instituciones que componen el mismo. En el caso español, son estas personas e instituciones las responsables de que un turista que visita España por primera vez vuelva una y otra vez en el futuro. Ese es un éxito que pocos países han conseguido. El trabajo que se ha hecho en los últimos años para diversificar el tradicional turismo de playa en otros segmentos como el turismo rural o cultural es también un hito que merece ser reconocido.

Y... ¿en qué cree que debemos invertir?

Siempre hay espacio para mejorar. En ese sentido, seguir trabajando en desarrollar segmentos como el turismo enogastronómico o en el mantenimiento e integración de las infraestructuras para hacer más cómoda la experiencia de los

turistas son áreas que merecen una atención continua.

¿Perderemos turismo cuando se recupere la estabilidad en el norte de África y Oriente Medio?

Es muy injusto creer que el desarrollo que ha experimentado el turismo en España tiene que ver con las posibles crisis que puedan experimentar otros destinos. España ha apostado por el turismo, ha hecho bien los deberes desde hace varias décadas, y por eso obtiene esos resultados tan notables que cada año mejoran. La recuperación de la zona es una buena noticia para todos y no va a perjudicar a nadie en ningún sentido. El lema del sector turístico es: “lo que es bueno para mi vecino, es bueno para mí”.

¿Ve a España como destino de alta gama e incluso de lujo?
Veo a España como un destino destacado en muchos segmentos que están consolidados, como el turismo de lujo, pero también en otros de más reciente aparición como el turismo de compras.

¿Cree que es viable poner límites al turismo masivo para evitar la degradación de los destinos?

No existe nada que podamos denominar como turismo masivo, solo la llegada de muchos turistas y la incapacidad de gestionarlo. La cuestión es desarrollar herramientas apropiadas, estrategias que ayuden a descongestionar según qué zonas y, por supuesto, medidas que garanticen la protección y sostenibilidad del patrimonio natural y cultural, así como que el sector sea beneficioso también para las poblaciones locales.

¿Qué nuevas zonas del mundo cree que se sumarán en el futuro tanto al turismo emisor como receptor?

Según nuestro Barómetro, Europa sigue siendo la región más visitada con un incremento del 5%. El continente asiático y los países del Pacífico, de Latinoamérica y de Oriente Medio están creciendo a un 4%. Esto refleja que los países emergentes presentan importantes expectativas a tener en cuenta para el futuro. De hecho, China ya es el primer país emisor de turistas. ■

A golpe de remache

Afectadas por la corrosión, las marquesinas de estructura roblonada de acero de la estación de Aranjuez, edificio histórico del siglo XIX, han recuperado todo su esplendor gracias a la antigua técnica del roblonado. Expertos de Ineco han llevado a cabo para Adif la dirección de las obras, encargadas a la UTE Restauración Estación de Aranjuez. El proyecto forma parte del 1% cultural de los Ministerios de Fomento y Cultura.

Por **Lucía Esteban**, arquitecta y directora de la obra

La obra es parte del proyecto de rehabilitación integral redactado por Ineco en 2008 y que buscaba subsanar las deficiencias mediante actuaciones respetuosas con el carácter histórico del conjunto arquitectónico. Es en el siglo XIX y gracias a la Revolución Industrial, cuando se construyeron las grandes estructuras de hierro roblonado que tienen en la torre Eiffel su ejemplo más característico. España llevó un cierto retraso en la utilización de la llamada arquitectura e ingeniería de hierro, de la que ciudades europeas como París, Londres, Ámsterdam, Bélgica o Alemania cuentan con infinidad de ejemplos, al igual que ciudades como Boston o Nueva York en Estados Unidos.

Con todo, las infraestructuras del transporte español del siglo XIX como las estaciones, puentes y viaductos, que requerían versatilidad, luminosidad, amplitud y bajo coste, se adaptaron fácilmente a la ingeniería de hierro, que además, fue mejor acogida por los ingenieros de la

época que por los arquitectos. Ejemplos de infraestructuras de hierro roblonado en España son las estaciones de Atocha, Delicias, el Museo del Ferrocarril de Cataluña, la estación de Valencia y la de Aranjuez, que protagoniza este artículo. Existen edificios muy representativos como el de Sabatini de la Real Fábrica de Armas de Toledo, el Instituto Geológico Minero de España y puentes y viaductos, entre los que destaca el puente de Triana.

LAS INFRAESTRUCTURAS DEL TRANSPORTE ESPAÑOL DEL SIGLO XIX COMO LAS ESTACIONES, PUENTES Y VIADUCTOS, QUE REQUERÍAN VERSATILIDAD, LUMINOSIDAD, AMPLITUD Y BAJO COSTE, SE ADAPTARON FÁCILMENTE A LA INGENIERÍA DE HIERRO

La estación de Aranjuez es uno de los vestigios más representativos de la era industrial del siglo XIX. Las primeras instalaciones ferroviarias pertenecientes a Aranjuez se construyeron en 1851 para la línea entre Madrid y Alicante, popularmente conocido entonces como 'Tren de la Fresa', denominación que hoy se ha recuperado para el servicio turístico. La estación pertenece también a la línea C3 de Cercanías Madrid-Aranjuez. Se trata de la segunda instalación ferroviaria más antigua de España (la primera fue

Barcelona-Mataró, de 1943) que forma parte del catálogo monumental del Real Sitio de Aranjuez, declarado Paisaje Patrimonio de la Humanidad por la Unesco en 2001, que originalmente llegaba hasta el propio palacio real. La estación primitiva se orientaba hacia el palacio por razones de prestigio de la compañía, que necesitaba el apoyo de la monarquía. Sin embargo, esta ubicación causó tantos problemas en la circulación de trenes que fue necesario construir una nueva estación con una disposición to-

EL ROBLONADO ES UN PROCEDIMIENTO DE UNIÓN DE VARIAS PIEZAS METÁLICAS POR MEDIO DE ROBLONES, UNOS ELEMENTOS SIMILARES A UN TORNILLO PERO SIN ROSCA, COMPUESTOS DE UN CUERPO CILÍNDRICO Y DE UNA CABEZA

talmente distinta. Las marquesinas de sus andenes son un vivo ejemplo de los esqueletos o vigas de hierro -símbolos del progreso de la época- con los que se construían edificios públicos como estaciones, mercados, fábricas, bibliotecas o puentes.

LA TÉCNICA DEL ROBLONADO
Las marquesinas de acero, techadas con uralita y vidrio estriado, fueron construidas hacia el 1851 para cubrir los tres andenes de la estación que fueron re-



LA RESTAURACIÓN
Para llevar a cabo la restauración ha sido necesario desmontar y trasladar a un taller la estructura de las marquesinas. Una vez restauradas, se han vuelto a colocar sobre una nueva cimentación para finalmente proceder a los revestimientos y colocación de canalones.



En el andén que da acceso a las vías 1 y 3, las marquesinas son del tipo llamado 'gaviota', cubren toda la anchura del andén (6,40 m) y se sitúan a lo largo de los 160 m centrales de ambos andenes, lo que supone una superficie cubierta en proyección horizontal de 977 m².

formados hacia 1980 para adaptarlos a los trenes y a la normativa del momento. Como se puede apreciar en las imágenes, sufrían problemas de corrosión afectando a sus perfiles estructurales, cimentación y ornamentación, debido a un deficiente sistema de evacuación de aguas de las cubiertas, que habían dañado el falso techo de madera y corroído el metal. Su rehabilitación y restauración ha supuesto un trabajo minucioso de un año, recuperando la antigua técnica de roblonado.

El roblonado es un procedimiento de unión de varias piezas metálicas (chapas y/o perfiles metálicos) por medio de roblones. Los roblones son elementos similares a un tornillo, pero sin rosca, compuestos por un cuerpo cilíndrico llamado caña, vástago o espiga, y de una cabeza, de forma generalmente de casquete esférico, como es el caso de los empleados en las marquesinas de la estación

de Aranjuez. Están fabricados de metales dúctiles, maleables y tenaces, como el cobre, el aluminio, algunas aleaciones y acero dulce, como es este caso.

Para unir piezas metálicas de acero, se emplean roblones, también de acero, cuya calidad y tipo varían. Se taladran de una sola vez los agujeros que atraviesan dos o más piezas, después de armadas, engrapándolas o atornillándolas fuertemente. Una vez taladradas, se separan para eliminar de su superficie la cascari-lla, escoria y las rebabas. Los diámetros de los agujeros, salvo excepciones justificadas, se ejecutan 1 milímetro mayor que el diámetro de la espiga del roblón. La elección de la longitud de la espiga es muy importante, pues cuando se ejecuta el roblonado, previo calentamiento uniforme del roblón en horno hasta una temperatura de entre 950 y 1.050 °C de manera que pueda permitir su moldeo, y se introduce en el agujero de las piezas a

unir, la espiga debe fundirse y moldearse para formar la cabeza de cierre del roblón. Esta pieza, debe rellenar completamente el hueco del agujero. Para formar la cabeza de cierre, se utiliza una máquina de roblonado de presión uniforme o bien un martillo neumático empleando buterola o sufridera siempre bien firme e inmovilizada, que sirve para formar la segunda cabeza del remache, no por golpeo directo del martillo. El horno y la máquina de roblonado deben encontrarse cerca de la zona a roblonar, para que no se produzca enfriamiento apreciable del roblón antes de su colocación. Las piezas de unión deben quedar perfectamente apretadas unas con otras, sin que se produzcan curvaturas o alabeos. Posteriormente, se introduce el roblón en las piezas a unir y se procede a moldear la caña del mismo. Este proceso se realiza mediante un martillo neumático y una sufridera en la cabeza esférica del roblón. ■

ANTES Y DESPUÉS



► La estructura de todas las marquesinas es metálica, formada por pilares y vigas longitudinales en celosía tipo Pratt, con secciones formadas por chapas y perfiles de acero laminado, cuyas uniones se resuelven mediante roblones.



► Antes de la rehabilitación del metal antiguo se realizan ensayos de tracción, resistencia y composición química.



► A continuación se realizan pruebas de soldadura y finalmente se procede al reforzamiento del metal y aumento de la resistencia a vibraciones.



Ventaja competitiva

La perspectiva mundial de construcción de líneas de alta velocidad en entornos áridos con climatologías extremas en Asia, Oriente Medio, Sudamérica, Australia e incluso algunas zonas de EE. UU., ha llevado a un grupo de empresas a formar un consorcio que centre sus investigaciones en aminorar el impacto producido por la arena, las altas temperaturas y los fuertes gradientes térmicos sobre las infraestructuras ferroviarias.

Por **David Oliver**, ingeniero de caminos

El proyecto Arid Lap ha sido financiado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) –entidad pública española– a través del Programa Feder-Innterconecta Andalucía 2013. Como su título da a entender, “Minimización de los efectos originados por climatologías extremas sobre las infraestructuras ferroviarias de altas prestaciones localizadas en zonas áridas”, su objetivo era desarrollar soluciones tecnológicas que permitan minimizar el impacto negativo de las condiciones meteorológicas propias de las zonas áridas sobre la operación de líneas ferroviarias de altas prestaciones. El proyecto se centra en el impacto de la arena (tanto eólica como en suspensión), y de los elevados gradientes térmicos y sus consecuencias sobre carril e hilo de contacto.

Durante los años 2013 y 2014, las universidades de Granada, Sevilla y Madrid, las tierras de Andalucía, en el sur de España, y el Centro de Tecnologías Ferroviarias de Málaga han servido de campo de pruebas para ensayos con drones, sensores térmicos, trampas de arena, estaciones meteorológicas, sistemas de medición, barreras de contención de arena y un largo etcétera de proyectos innovadores.

El análisis del impacto ambiental producido sobre las infraestructuras ferroviarias en países de climas áridos revela que el viento y la arena en suspensión, así como los amplios gradientes térmicos pueden poner en riesgo el correcto funcionamiento de la línea, ya sea por el efecto abrasivo, la erosión o la acumulación de arena sobre las vías, fatiga en

los materiales, etc. Con objeto de afrontar esta situación, el consorcio se ha centrado en el desarrollo de tecnologías que permitan prever y adelantarse a la incidencia de las condiciones meteorológicas sobre la infraestructura y el material rodante, de manera que se pueda contar con tiempo para tomar medidas.

Los resultados del proyecto se materializarán en forma de conocimientos científico-técnicos que permitirán poner en el mercado nuevas metodologías y servicios de ingeniería como la predicción de

INECO HA PARTICIPADO
EN ESTE PROYECTO EN
CONSORCIO CON LAS
EMPRESAS ADIF, ELECNOR
DEIMOS, ABENGOA,
NERVADOS, OHL Y WIN
INERTIA, TRABAJANDO DE
MANERA COLABORATIVA

fenómenos meteorológicos adversos y su cuantificación para la construcción de infraestructuras en entornos áridos. La adaptación de estos servicios al entorno árido permitirá disponer de nuevos sistemas y recomendaciones de diseño. En resumen, permitirán optimizar el diseño, la construcción y el mantenimiento de elementos como el carril, la plataforma ferroviaria, la catenaria, el balasto y los sistemas de telecomunicaciones y de seguridad.

TRABAJOS EN EQUIPO

Ineco ha participado en este proyecto en consorcio con las empresas Adif, Elecnor Deimos, Abengoa, Nervados, OHL y Win Inertia, trabajando de manera colaborativa a la vez que cada una ha centrado su investigación en un área específica. Además, han colaborado con el proyecto la Universidad de Granada, la Estación Experimental Zonas Áridas del CSIC, la Fundación de Investigación de la Universidad de Sevilla, la UCM, la Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía y la Fundación Andaluza para el Desarrollo Aeroespacial.

Ineco, Elecnor Deimos y Adif, con la colaboración de Fada-Catec, han realizado tres campañas de vuelo de drones para determinar su utilidad en la detección de arena, rocas y obstáculos en vía; anomalías en el equipo de compensación de tensión en catenaria; y fisuras, fluencias de agua y deslizamiento en taludes. Se ha estudiado también la compatibilidad de vuelos de UAV (*Unmanned aerial vehicle*, o dron) en entornos de alta velocidad; la inspección de viaductos de difícil acceso y la generación de ortomapas y modelos digitales del terreno de alta resolución.

En cuanto al impacto ambiental sobre la infraestructura, Ineco y OHL han llevado a cabo análisis de riesgos geomorfológicos y procesos ecológicos en zonas desérticas. Ineco y Adif han analizado las líneas en explotación, su problemática y las soluciones adoptadas. Ineco y Abengoa han realizado un estudio de requisitos y respuestas a tener en cuenta en los aparatos de vía frente a condiciones ambientales adversas en zonas desérticas.

TORMENTA DE ARENA

El análisis del impacto ambiental producido sobre las infraestructuras ferroviarias en países de climas áridos revela que el viento y la arena en suspensión, así como los amplios gradientes térmicos pueden poner en riesgo el correcto funcionamiento de la línea. En la imagen, tormenta de arena en Colorado, EE. UU.



FOTO: MICHAEL BRASHIER (FLICKR)

SIETE EMPRESAS, 14 PROYECTOS I+D+i



1. INECO: MODELOS PREDICTIVOS, DRONES Y PLATAFORMA WEB

Ineco, en colaboración con la universidad de Granada, ha desarrollado un modelo meso-meteorológico predictivo del viento y transporte de arena, esto es, una aplicación que informa con, al menos 48 horas de antelación, de la dirección e intensidad del viento en aquellos puntos concretos que interesen, así como de la tasa de arena transportada asociada a ese viento en dichos puntos. Para ello, la compañía instaló en el campo de dunas de la Reserva Biológica de Doñana (Huelva), una estación meteorológica y trampas de arena con las que calibrar el modelo.

Ineco también ha desarrollado la plataforma web MARTE, en la que se aglutina el resultado de las actividades de Arid Lap. Así, MARTE gestiona la información de monitorización, gestión de alarmas y predicciones. La herramienta gestiona y procesa los datos registrados por los sensores ubicados en la línea de alta velocidad Córdoba-Málaga, concretamente en la estación de Málaga (sensores de acumulación de arena, temperatura de carril, tensión de carril, temperatura de hilo de contacto y tensión de hilo de contacto), así como los ubicados en la estación meteorológica de Doñana. Además, envía alarmas cuando se superan los umbrales en los sensores. Cuenta con un módulo para la visualización espacial e integra las imágenes de satélite, drones y aerosoles (materia con partículas en suspensión) que han sido generadas durante el proyecto.



FOTO_INECO

3. WIN INERTIA: LA ELECTRÓNICA COMO SOLUCIÓN. SENSORES DE ARENA Y COMUNICACIONES

Esta empresa andaluza ha desarrollado un sensor de acumulación de arena, que mide tanto el peso como la altura de arena acumulada. En paralelo ha realizado el sistema concentrador, que recoge en campo la información de los sensores (tanto de Abengoa como de Win Inertia), y los envía a MARTE para su gestión.

2. ABENGOA: SISTEMAS DE SENSORES Y ALERTA. PROTECCIONES EN ELEMENTOS SENSIBLES DE LA INFRAESTRUCTURA

Abengoa, como líder del consorcio, ha tenido una participación muy activa en el proyecto, centrandose su trabajo en el estudio de distancias de aislamiento eléctrico en ambientes con alto contenido de arena/polvo en aire, y en el desarrollo de métodos de sensorización para monitorizar y supervisar en tiempo real el estado de los carriles y del hilo de contacto. Su objetivo es enviar alertas cuando se superen valores que comprometan la operativa o seguridad.

El área de desarrollo tecnológico del departamento de Ingeniería Ferroviaria, ubicado en el CTF de Málaga, ha investigado también en sistemas que eviten la acumulación de arena en los desvíos, como pueden ser estructuras elevadas de sustitución de balasto o estructuras de aceleración del viento; diseños de protección de partes articuladas y partes grasas de elementos que necesitan lubricación en la línea aérea de contacto frente a los efectos de la acumulación de la arena, cambios extremos de temperatura y condensación de agua, y por último, diseño de nuevos mecanismos de protección de elementos del sistema de compensación de poleas y contrapesos para ambientes áridos.



4. ELECNOR DEIMOS: TECNOLOGÍA AEROESPACIAL AL SERVICIO DEL FERROCARRIL

Su participación se ha centrado en la aplicación de novedosas tecnologías de tipo aeroespacial. Se han desarrollado principalmente tres líneas de trabajo. La primera, utilizando imágenes de satélite para identificar y cuantificar fenómenos adversos en zonas áridas y los cambios que pueden ocasionar, como imágenes de concentración de aerosoles. Estas han permitido valorar su uso en el estudio del riesgo de afectación del polvo en la infraestructura con antelación. Asimismo, se han empleado imágenes de muy alta resolución Deimos-2 con el fin de estimar la viabilidad técnica de la aplicación de algoritmos de detección de cambios para localizar invasiones de arena y polvo.

También se han utilizado imágenes de drones para conseguir resoluciones subcentrímetras que han posibilitado detectar por diferencia de altura de modo semi-automático la caída de rocas en vía. Por último, Elecnor Deimos ha desarrollado una infraestructura de procesamiento, almacenamiento, distribución y visualización de imágenes de satélite, UAV y productos derivados basada en tecnologías cloud o 'en la nube', integrada con la aplicación de control MARTE, desarrollada en el proyecto.



FOTO_VINCE42 (FLICKR)

Para prevenir y evitar la acumulación de arena en las vías se trabaja en varias líneas, como por ejemplo con distintos tipos de sensores, modelos matemáticos que predicen el transporte de arena, datos de estaciones meteorológicas e imágenes por satélite, herramientas de monitorización, sistemas de contención y nuevos materiales resistentes a la erosión. En la imagen, una vía ferroviaria en el desierto de Namibia.

5. OHL: SISTEMAS DE CONTENCIÓN Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

OHL y Nervados han desarrollado conjuntamente un sistema de contención que produce un efecto "trampolín", concentrando y proyectando el flujo de aire incidente con arena en suspensión por encima de la infraestructura ferroviaria. A través de simulaciones en 2D y ensayos en túnel de viento, se ha llegado a un diseño que impide el avance de la arena (velocidades de viento menores de 15 m/s), o bien la arroja lejos y por encima de la vía gracias a su diseño aerodinámico (velocidades mayores de 15 m/s). Paralelamente, OHL ha llevado a cabo un análisis crítico de la aplicación de la restauración ecológica en el ámbito ferroviario en medios áridos.



6. NERVADOS: EL KNOW HOW DEL HORMIGÓN. PREFABRICADOS PERSONALIZADOS

Nervados se ha encargado de optimizar la parte del diseño y modelación de la barrera prefabricada de hormigón que afecta a la durabilidad, así como a los procesos de fabricación, transporte y puesta en obra. Ha investigado la necesidad de hormigones resistentes a la erosión y a extremas condiciones climáticas tanto durante su fabricación como durante su vida útil. En sus instalaciones se ha realizado todo el proyecto de la pieza prefabricada de hormigón exceptuando la fabricación de los moldes.

7. ADIF: VALIDACIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS, AUSCULTACIÓN POR RADAR CON GPR Y DRONES PARA EL FERROCARRIL

Adif, por su parte, se ha encargado de la integración y validación en un entorno de alta velocidad de todos los sistemas desarrollados por el resto de los socios, estableciendo los requisitos de cada desarrollo. Ha instalado los sensores en la estación María Zambrano y la aplicación MARTE en el Centro de Tecnologías Ferroviarias, ambos en Málaga, y ha facilitado el uso de sus infraestructuras para las pruebas con drones para aplicaciones ferroviarias. Además, ha realizado pruebas de detección del grado de contaminación del balasto mediante *Ground Penetrating Radar* (GPR), en las que se ha demostrado que esta técnica de auscultación no destructiva es una buena solución. ■

Hoteles que inspiran

Ya sea en la mejor zona de la ciudad, a orillas del mar o en plena naturaleza, el sector hotelero español ofrece alojamientos que combinan singularidad y lujo.

Redacción ITRANSPORTE



FOTO: HOTEL CONSOLACIÓN



02

FOTO: HOTEL W BARCELONA



03

FOTO: LES COLLS PAVELLONS



04

FOTO: JUMEIRAH PORT SOLLER

EL LUJO DEL BIENESTAR

Aunque los tratamientos de belleza, salud y descanso son servicios tradicionalmente presentes en la oferta hotelera, la tendencia actual va más allá hasta convertirlos por sí mismos en protagonistas absolutos del establecimiento y de la experiencia del cliente. Es el caso del Sha Wellness, en la localidad alicantina de Altea, o el Jumeirah Port Soller (04) en Mallorca, propiedad del grupo que gestiona el célebre Burj Al Arab de Dubái, el hasta ahora único hotel de siete estrellas del mundo.



05

FOTO: WWW.CABANASENLOSARBOL.COM

GLAMPING

Incluso el sector del *camping* cuenta con una oferta fuera de lo convencional, desde establecimientos con servicios e instalaciones más propias de un *resort* de lujo como el Marjal Costa Blanca de Alicante -premiado como el mejor de España- a otros que se inscriben en la tendencia del *glamping*, término derivado de *camping* y *glamour*: disfrutar de la naturaleza sin renunciar a la comodidad. Las opciones son muchas: cabañas en los árboles -Las cabañas del País Vasco (05), en Zeanuri; Basoa suites, en Navarra- jaimas árabes o yurtas de Mongolia -Casa de Laila o Cloud House, en Málaga, Refugio Marnes, en Alicante o Lanzarote Retreats, en Canarias-, burbujas para observar las estrellas -Mil Estrellas, en Girona-, cabañas tipo safari, antiguos vagones de tren o carromatos cingáros -Casa del Mundo, en Alicante; Vagón Rural, en Murcia- y hasta cuevas o chozas, eso sí, con decoración y equipamiento contemporáneos: Braña La Code, en Asturias; o Casas Karen, en Cádiz.

El alojamiento es una parte vital de la experiencia de cualquier turista y a menudo llega a condicionar la elección del destino. España cuenta con 16.000 establecimientos hoteleros, 14.000 alojamientos de turismo rural, 150.000 apartamentos turísticos y más de un millar de *campings*, con propuestas que sobresalen por su exquisitez u originalidad. Según un reciente estudio del buscador Trivago, España, con 335 establecimientos, es el séptimo país del mundo con más hoteles de cinco estrellas, solamente superado por China, Turquía, México, Italia, India y Grecia. El lujo es un sector en auge en todo el mundo y los alojamientos de esta categoría han encontrado nuevos caminos para ofrecer lo mejor de lo mejor a sus clientes, incluyendo elementos como la arquitectura, el diseño de interiores, el paisaje o la cocina de autor.

ARQUITECTURA Y PAISAJE

Otro concepto de lujo es el del espacio y el entorno: algunos establecimientos optan por ofrecer al visitante su arquitectura singular como un elemento más del paisaje, sea natural o urbano. Es el caso del hotel Marqués de Riscal, diseñado por el arquitecto Frank Gehry (autor del Museo Guggenheim, de Bilbao), rodeado de viñedos, o el Hotel W (02), de Barcelona, un ultramoderno rascacielos en forma de vela. El Hotel Viura, en Villabuena de Álava, combina un edificio moderno con un entorno histórico. En otros casos, es el propio edificio el que tiene un valor monumental, como el Palacio de Villapanés, en Sevilla; la antigua fortaleza que acoge el Hotel Cap Rocat, en Mallorca; o los 96 Paradores Nacionales, 45 de los cuales se ubican en castillos, monasterios, palacios o recintos históricos.

“España cuenta con 16.000 establecimientos hoteleros, 14.000 alojamientos de turismo rural, 150.000 apartamentos turísticos y más de un millar de *campings*”

HOTELES CON ESTRELLAS... MICHELÍN

La alta gastronomía contemporánea es una de las grandes apuestas del sector hotelero español de cinco estrellas. De hecho, un buen número de restaurantes distinguidos con estrellas Michelin se encuentran situados en hoteles: en Madrid, Ramón Freixa, en el Hotel Único; DiverXo, de David Muñoz, en el Hotel NH Collection; Santceloni, de Óscar Velasco, en el Hesperia; o Kabuki, de Ricardo Sanz, en el Hotel Wellington. En Barcelona, el hotel-restaurante Abac, de Jordi Cruz; el restaurante creativo de Sergi Arola, en el Hotel Arts; o el dirigido por el equipo del chef Martín Berasategui (que acumula siete estrellas Michelin), en el nuevo y exclusivo Monument Hotel.

Esta exitosa simbiosis entre la cocina de autor y el sector hotelero se da también en el Hard Rock Hotel, de Ibiza: por unos 1.500 euros por persona un máximo de 12 comensales pueden disfrutar de ‘Sublimotion’, un espectáculo gastronómico interactivo y multisensorial diseñado por el chef Paco Roncero. En Sardón de Duero, en Castilla-León, se encuentra el Hotel-Gourmet Abadía-La Retuerta, bajo la batuta del chef Andoni Adúriz, con su triple oferta de restauración.

En el otro extremo, se encuentra la cadena española Room Mate, que apuesta por un diseño de interiores vanguardista, por las nuevas tecnologías -ofrece wifi gratuito y alquiler de ipads, entre otros servicios- y sobre todo, por ubicaciones céntricas en cada ciudad. Dirigida a un público joven y urbanita, está presente en Madrid, Barcelona, Oviedo, Granada, Málaga y Salamanca, además de en Miami, Nueva York, México D.F., Florencia, Ámsterdam y Estambul.

Ecología y lujo se compatibilizan en el Vivood Landscape Hotel (Alicante), un ‘hotel paisaje’ que aúna su arquitectura sostenible e integrada en el entorno, con servicios exclusivos y actividades en la naturaleza. En Les Colls Pavellons (03) (Girona), el huésped duerme en un cubículo de cristal desprovisto de muebles y en pleno bosque; pero quienes prefieran el paisaje desértico pueden optar por alojamientos igual de inusuales como el Aire de Bardenas (Navarra), o el Hotel Cueva, con sus habitaciones bajo tierra, en pleno desierto de Los Monegros (Aragón). Por último, el Hotel Consolación (01) (Teruel), ofrece sus vanguardistas ‘kubes’ situados junto a la ermita del siglo XIV que le da nombre, en un oasis boscoso de pinos, almendros y olivos. ■

Experiencia, competitividad y tecnología al servicio de la sociedad

Ineco cuenta con una larga experiencia en ingeniería del transporte: más de 45 años trabajando en la planificación, diseño, gestión, operación y mantenimiento de aeropuertos, líneas ferroviarias, carreteras, puertos y transporte urbano en el mundo.

Ineco es la ingeniería y consultoría global referente en transporte. Con su equipo experto, de cerca de 2.500 profesionales, contribuye, desde hace más de 45 años, al desarrollo de infraestructuras en los sectores aeronáutico, ferroviario, carreteras, transporte urbano y puertos en más de 50 países. Gracias a nuestro alto grado de especializa-

ción técnica, hemos diversificado nuestra actividad hacia nuevos mercados a la vez que hemos reforzado nuestra presencia en aquéllos donde ya estamos establecidos. Nuestra alta capacidad tecnológica aporta las soluciones más avanzadas y más rentables a los proyectos que desarrollamos tanto para el sector público como para el privado. ■

PROYECTOS

- ▶ Alta Velocidad La Meca-Medina. **Arabia Saudí**
- ▶ Puesta en operación de la nueva terminal del aeropuerto de Abu Dabi. **EAU**
- ▶ Plan Estratégico de Movilidad de **Ecuador**
- ▶ Red de Alta Velocidad Española. **España**
- ▶ Alta velocidad HS2. **Reino Unido**
- ▶ Modernización de la red aeroportuaria y el espacio aéreo. **España**
- ▶ Líneas CPTM São Paulo. **Brasil**
- ▶ Agente Administrador Supervisor autopista de Guadalajara-Colima. **México**
- ▶ Project Management de la ampliación del aeropuerto de Kuwait y actualización del Plan Director. **Kuwait**
- ▶ Alta velocidad Estambul-Ankara. **Turquía**
- ▶ Plan Invernal del aeropuerto de Heathrow. **Reino Unido**
- ▶ Fortalecimiento institucional de la Aviación Civil. **Nepal**
- ▶ Project Management del complejo industrial de Shadadiya. **Kuwait**
- ▶ Plan Nacional de Transportes de **Costa Rica**
- ▶ Ampliaciones y mejora de las estaciones ferroviarias españolas. **España**
- ▶ Plan Director de Transporte y Movilidad de Mascate. **Omán**
- ▶ Estudio de viabilidad de alta velocidad Haldia-Howrah. **India**
- ▶ Actuaciones en la red portuaria española. **España**
- ▶ Coordinación del tramo final del Rodoanel Mário Covas-Trecho Norte en São Paulo. **Brasil**
- ▶ Línea 4 del tranvía de Tallín. **Estonia**

MODOS



INECO EN EL MUNDO

ÁFRICA	AMÉRICA	ASIA	EUROPA	OCEANÍA	
Angola Argelia Cabo Verde Egipto Etiopía Kenia Malí Marruecos	Mauritania Namibia Uganda	Argentina Bolivia Brasil Chile Colombia Costa Rica Ecuador El Salvador	Jamaica México Nicaragua Panamá Perú Venezuela	Arabia Saudí Catar EAU Filipinas India Irak Jordania Kazajistán	Kuwait Nepal Omán Singapur
			Comisión Europea Croacia Dinamarca España Estonia Francia Italia	Lituania Noruega Polonia Portugal Reino Unido Serbia Turquía Ucrania	
				Nueva Zelanda	

MÁS DE 50 PAÍSES

ESPAÑA (SEDE SOCIAL)
Paseo de la Habana, 138
28036 Madrid
Tel.: +34 91 452 12 00
Fax: +34 91 452 13 00
info@ineco.com
www.ineco.com

ARABIA SAUDÍ / Yeda +34 91 788 05 80
BRASIL / São Paulo +55 11 3287 5195
EAU / Abu Dabi +971 2 495 70 00
ECUADOR / Quito +59 39 7942 1220
KUWAIT / Kuwait City +965 6699 2395
MÉXICO / México D.F. +52 55 5547 4110 / 1915 / 2084
PANAMÁ / Panamá +507 66848892
PERÚ / Lima +51(1) 7105227
REINO UNIDO / Londres +44 78 27 51 84 31
SINGAPUR +65 6808 6044



Descárgate la app de Aena

Consulta tu vuelo en tiempo real y disfruta de tu estancia en el aeropuerto.

Además consigue un 10% de descuento realizando tu reserva de parking a través de nuestra app.



Nº1 del mundo en gestión de aeropuertos por número de pasajeros*.



cada año
3,1
millones
de niños
mueren
por causas
relacionadas
con la
desnutrición
infantil



TÚ puedes ayudarnos a luchar
contra la desnutrición infantil

Acción contra el Hambre trabaja en más de 40 países para salvar sus vidas y ayudar a sus familias a conseguir un futuro mejor. Únete a la lucha contra el Hambre.



¡COLABORA AHORA!

Llámanos al **900 100 822**, entra en **www.accioncontraelhambre.org** o haz un ingreso en:
BANCO SANTANDER ES38 0049 1892 6421 1055 6192 / TRIODOS BANK ES36 1491 0001 2710 0883 6023

el hambre tiene solución