itransporte

Revista de ingeniería y consultoría del transporte

EDICIÓN en ESPAÑOL

ineco

www.ineco.com

54

JUN | SEP 2015

DISEÑO DE ESPACIOS COMERCIALES

El aeropuerto, primer escaparate de la ciudad

ENTREVISTA

J.M. Fernández Bosch

Director de Servicios Comerciales y Gestión Inmobiliaria de Aena

"La oferta comercial es clave en la experiencia del pasajero"

I+D+i (CEDEX)

Un millón de ejes en un laboratorio

CORREDOR FERROVIARIO BIOCEÁNICO (BOLIVIA)

Sensibilidad medioambiental

MARCA ESPAÑA

Playas: paraísos cercanos

TRANSPORT
THINKING

FERROVIARIO | AERONÁUTICO | CARRETERAS | TRANSPORTE URBANO | PUERTOS

Somos transporte. Somos ingeniería.

Nuestra esencia está compuesta de experiencia, calidad, tecnología, innovación, eficiencia y rentabilidad. Ésa es la propuesta de valor con la que nacimos hace más de 45 años y que hemos mantenido hasta convertirnos en una ingeniería y consultoría global líder en transporte con proyectos en más de 45 países. Trabajamos con clientes públicos y privados y ofrecemos un enfoque integral en todos los modos de transporte. El conocimiento de nuestros 2.500 profesionales nos permiten ser lo que somos: transporte al servicio de la sociedad.

Síguenos en Linkedin, Twitter, Facebook y Youtube

ineco
Bringing people & places together

PLAN ESTRATÉGICO DE MOVILIDAD, ECUADOR | PROJECT MANAGEMENT DE LA AMPLIACIÓN DEL AEROPUERTO DE KUWAIT | ALTA VELOCIDAD HS2, REINO UNIDO | ALTA VELOCIDAD LA MECA - MEDINA, ARABIA SAUDÍ | MODERNIZACIÓN DE LA RED AEROPORTUARIA Y EL ESPACIO AÉREO, ESPAÑA | LÍNEAS CPTM, BRASIL | RED DE ALTA VELOCIDAD: INFRAESTRUCTURAS, ESPAÑA | RED DE ALTA VELOCIDAD: SISTEMAS DE CONTROL DE TREN, ESPAÑA | AGENTE ADMINISTRADOR SUPERVISOR AUTOPISTA GUADALAJARA - COLIMA, MÉXICO | PUESTA EN OPERACIÓN DE LA NUEVA TERMINAL DEL AEROPUERTO DE ABU DABI, EMIRATOS ÁRABES UNIDOS

www.ineco.com

Editorial

os últimos contratos firmados tanto en el continente latinoamericano como en Europa, África y Asia, entre los que figuran muchos proyectos de ampliación, son un claro ejemplo del rumbo tomado por la empresa y la creciente consecución de logros en un periodo relativamente breve. Estos pasos conforman el eje de nuestro proyecto de expansión y son una muestra de la confianza y el reconocimiento fuera de nuestras fronteras de la competitividad y saber hacer de los profesionales de Ineco.

Desempeñar un papel más relevante en el mercado exterior se consigue también promoviendo acuerdos entre compañías y fomentando la colaboración entre empresas, instituciones y los propios Estados. El estrechamiento de las relaciones intergubernamentales y la participación en programas y proyectos de desarrollo son una parte inherente a la ingeniería, tan involucrada en atender a la movilidad de las poblaciones como en mejorar su calidad de vida, estén donde estén. Es el caso del reciente acuerdo con la Secretaría Nacional del Agua de Ecuador.

El respaldo de nuestros clientes, accionistas e instituciones en España hace posible desplegar esta actividad y enriquecerla día a día. Crecer junto a ellos se traduce en trabajos como el llevado a cabo para Aena sobre el diseño de los espacios comerciales en los aeropuertos, anunciado en la portada de esta revista, o los innovadores ensayos sobre los efectos de la arena en la vía realizados en el laboratorio ferroviario español Cedex, un centro líder en el mundo.

Junto a estos artículos el lector encontrará una descripción detallada de otros proyectos como los desarrollados para los Gobiernos de Brasil, Bolivia y Omán o la participación en el desarrollo de la alta velocidad española con la última intervención en el viaducto del Ulla.

Confío en que los lectores encuentren en estos reportajes una lectura estimulante, con la que esperamos acercar la ingeniería a la sociedad.

Jesús Silva Fernández
Presidente de Ineco

Cetren, especialista en el sector ferroviario

trabaja fomentando y certificando la calidad de este sector desde hace más de 30 años.

Nuestra experiencia y dedicación exclusiva al ferrocarril nos permite aportar soluciones integrales a la certificación.

Cetren es además, el primer centro privado especializado en la formación del personal ferroviario, homologado por el Ministerio de Fomento desde el año 2007.

Certificación

Cetren es un organismo de certificación por tercera parte, independiente, imparcial y técnicamente competente en todos los ámbitos del sector ferroviario.
Certificamos, evaluamos, verificamos y validamos el ferrocarril.

ORGANISMO NOTIFICADO Y DESIGNADO por el Estado Español para la certificación de la interoperabilidad de acuerdo con las directivas europeas.

ORGANISMO DE CERTIFICACIÓN para la validación del cumplimiento de las especificaciones técnicas de homologación (ETHs).

ENTIDAD DE CERTIFICACIÓN de productos, procesos y servicios ferroviarios (EN 45011 / EN 17065).

Entidad reconocida por el Ministerio de Fomento como:

- ★ **Evaluador Independiente de Seguridad (ISA)** en el ámbito del Reglamento (CE) 352/2009 y de la Resolución Circular 1/2011 de la Orden FOM 233/2006.
- ★ **Certificador en el marco de las normas EN 15085**: Soldeo de vehículos y componentes ferroviarios.

ENAC CERTIFICACIÓN Nº 9/C-PR010.1
Productos del Sector Ferroviario

Formación

Contamos con un equipo docente de profesionales con una amplia experiencia en el sector ferroviario, y apostamos decididamente por la calidad y el rigor en la formación, así como en los servicios que ofrecemos:

FORMACIÓN FERROVIARIA

- Licencias y Certificados de Conducción
- Habilitaciones Ferroviarias (Circulación, Infraestructura, Operaciones del tren y Mantenimiento).
- Formación on-line (Explotación y Seguridad, Infraestructura y Vía, Instalaciones y Material Rodante).

OTRAS FORMACIONES

También impartimos diversos cursos de carácter general.

ISO 9001

Cetren

Certificación: Tel.: (+34) 91 127 97 27 • Fax: (+34) 91 630 71 69 • cetren@cetren.es
Formación: Tel.: (+34) 91 127 92 27 • Fax: (+34) 91 630 71 68 • formacion@cetren.es
Sierra de Cazorla, 1 - Las Matas • 28290 Las Rozas (MADRID)
Lima (PERÚ) Tel.: (+51) 370 92 12 • www.cetren.es

Sumario

42 PRUEBAS DE CARGA DEL VIADUCTO DEL RÍO ULLA
Comportamiento ejemplar
Un equipo de Ineco ha llevado a cabo para Adif las pruebas de carga del viaducto ferroviario del río Ulla, entre A Coruña y Pontevedra. Las pruebas garantizan que la estructura es segura y está lista para entrar en servicio cuando esté concluido el Eje Atlántico gallego.

06 | NOTICIAS
Miryam Sánchez, nueva directora técnica de Residuos de Ineco
Acuerdo de colaboración entre Ineco y la consultora británica Capita
Jornada BIM: infraestructuras inteligentes

10 | DISEÑOS DE ESPACIOS COMERCIALES
El aeropuerto, primer escaparate de la ciudad

16 | ENTREVISTA
José Manuel Fernández Bosch
Director de Servicios Comerciales y Gestión Inmobiliaria de Aena
"La oferta comercial es un elemento clave en la experiencia del pasajero"

18 | I+D+i CEDEX
Un millón de ejes en un laboratorio

24 | SISTEMAS DE PROPULSIÓN ALTERNATIVOS
***Ônibus* más verdes para São Paulo**

30 | PLAN DIRECTOR EN OMÁN
El renacimiento del transporte en Mascate

32 | GESTIÓN INTEGRAL DE PROYECTOS
"Se requiere experiencia en *Primavera*"

36 | CORREDOR FERROVIARIO BIOCEÁNICO CENTRAL (CFBC)
Sensibilidad medioambiental

40 | PROYECTO EUROPEO OPTA-IN
Más aterrizajes, menos contaminación

46 | GAFAS INTELIGENTES PARA LA SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS
Realidad a la vista

48 | MARCA ESPAÑA
Playas: paraísos cercanos

FOTO DE PORTADA: WORLD DUTY FREE GROUP

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, RAFAEL MOLINA, JARA VALBUENA
Diseño: ESPACIO28004 / Mariano Serrano, Juanjo Jiménez
Imprime: GRÁFICAS 82
Depósito Legal: M-26791-2007

©Ineco. Todos los derechos reservados 2015. Para la reproducción de artículos, por favor, contacten con la directora.

Síguenos:

Noticias

Perú

Modernización del aeropuerto de Chiclayo

Ineco ha ganado dos nuevos contratos en Perú, en ambos casos en consorcio con Cesel. En Lima, donde ya trabaja supervisando las obras de ampliación del principal aeropuerto del país, el Jorge Chávez (ver *it53),* va a prestar también servicios de consultoría para la medición de los niveles de servicio. Asimismo, ha comenzado a elaborar diversos estudios previos para la modernización del aeropuerto internacional de Chiclayo José Quiñones Gonzales, al noroeste del país. Los trabajos abarcan tanto para las instalaciones del lado aire –ampliación de las pistas, señalización, etc.– como en el lado tierra –terminal de pasajeros, aparcamiento, accesos,

talleres de mantenimiento, terminal de carga, etc.– y los accesos viales. Se incluyen además las instalaciones aeronáuticas, como el campo de antenas y la torre de control, los sistemas de navegación aérea y otros muchos elementos y sistemas: subestaciones eléctricas, sistemas de tratamiento de equipajes, pasarelas de embarque, cobros de aparcamiento, etc.

AERO-PUERTOS

Singapur
Un nuevo sistema de gestión para Changi

Ineco ha ganado el concurso internacional para aplicar los estándares de servicio de la OACI en el aeropuerto de Changi, en Singapur, que se encuentra en pleno proceso de expansión, con un cuarto terminal que estará listo en 2017 y que aumentará un 25% su capacidad. Se trata del tercer trabajo de la compañía en el aeropuerto asiático, que con 52 millones de pasajeros al año está considerado como uno de los mejores del mundo (ver *it52).* El objetivo es dotar a la autoridad de aviación civil de Singapur, CAAS, de los más modernos sistemas de medición de indicadores clave.«

Angola
Más *safety* para el aeropuerto de Luanda

Aena Internacional e Ineco continúan realizando estudios para mejorar la operativa del aeropuerto angoleño Quatro de Fevereiro de Luanda, capital del país, donde comenzaron a trabajar en 2013 (ver *it48).* La finalidad de esta fase de estos trabajos, que concluirá a finales de 2015, es diagnosticar y analizar todos los aspectos del funcionamiento del aeropuerto, desde las instalaciones hasta el personal y los procedimientos, y proponer las actuaciones correctoras, especialmente en materia de seguridad operacional *(safety).*«

España

Los máximos representantes de la OACI visitan Ineco

El presidente de la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), Olumuyiwa Benard Aliu, visitó la sede de Ineco el pasado 10 de abril, durante un viaje institucional en el que, entre otras citas, también se reunió con la ministra de Fomento, Ana Pastor. Aliu, nigeriano, fue elegido en 2013, en sustitución del mexicano Roberto Kobeh (ver entrevista en *it43).*

En la imagen, de izqda. a dcha.: el director general Corporativo, Ignacio Fernández-Cuenca, Aliu con el presidente de Ineco, Jesús Silva; Víctor Aguado, representante de España en la OACI, y el subdirector de Marketing Estratégico y Comunicación, Rafael Molina.

Cabo Verde
Impulso al turismo con las ampliaciones aeroportuarias

El gestor aeronáutico de Cabo Verde, ASA (Aeroportos e Segurança Aérea) ha encargado a Ineco la supervisión de las obras de ampliación de los terminales de pasajeros en las islas de Boavista y Sal. También diseñará los procedimientos de navegación aérea basados en satélite (GNSS) para los aeropuertos internacionales de Boavista y São Vicente, y elaborará los planes directores de los aeródromos locales. El desarrollo aeroportuario es vital para la economía de Cabo Verde, donde el turismo aporta ya cerca de un 25% del PIB.«

Mozambique
Mejora de la navegación aérea

Ineco está colaborando con la multinacional española DF Núcleo en la actualización del sistema ATM para el organismo estatal Aeropuertos de Mozambique (ADM). En concreto, está prestando sus servicios en el soporte al diseño de los sistemas ATM con ADSC-CPDLC integrado y ADS-B, en la especificación de los equipos y sistemas y en el apoyo a su posterior despliegue. Asimismo, se incluye un análisis de espacio aéreo y TMAs, un análisis de multilateración y un estudio de cobertura VHF. Con este proyecto, Aeropuertos de Mozambique pretende actualizar sus equipos CNS y optimizar la gestión de su espacio aéreo y la seguridad de las operaciones en el país.«

Aeropuerto de Beira, Mozambique.

Reino Unido

PROYECTOS FERROVIARIOS

Acuerdo entre Ineco y la consultora británica Capita

Ineco y la consultora del Reino Unido Capita Property and Infraestructure firmaron el pasado mes de febrero en Londres un convenio de colaboración por cinco años. El acuerdo constituye una alianza estratégica de cara a la participación conjunta en todos los proyectos ferroviarios en el Reino Unido. Ambas empresas colaboran, desde 2012, en el diseño preliminar de plataforma del tramo Norte de la línea de alta velocidad de Reino Unido HS2, que unirá las ciudades de Londres y Birmingham.

FOTO: En el centro de la imagen, Richard Marchant, CEO de Capita, con Jesús Silva, presidente de Ineco. Detrás, José Manuel Tejera, director de Infraestructuras y Transportes y Pablo Ramos, *country manager* y director de Cuenta Europa-Noroeste, por parte de Ineco, y Tim Healy, *relationship manager*, y Phil Downes, HS2 Key account manager, por parte de la consultora británica.

Ecuador
Colaboración con la Secretaría Nacional del Agua

Ineco, como empresa de ingeniería del Grupo Fomento, colaborará con la Secretaría Nacional del Agua de Ecuador (Senagua), en la revisión y la regularización de las concesiones de derecho de uso y aprovechamiento del agua; el inventario de las juntas administradoras de agua potable, alcantarillado y juntas de riego; además del desarrollo y programación del Plan Nacional de Riego y Drenaje.
La compañía colabora con Senagua desde 2013, con la supervisión técnica de los estudios para el Plan Nacional de Gestión Integrada e Integral de los Recursos Hídricos de Ecuador.«

NOMBRAMIENTO

Miryam Sánchez, nueva directora técnica de Residuos de Ineco

Licenciada en Ciencias Biológicas y Máster en Contaminación Ambiental, Miryam Sánchez es experta en gestión de residuos . Con más de 23 años de experiencia, ha dirigido más de 30 proyectos de instalaciones de residuos en empresas y administraciones públicas, como el Ayuntamiento o el Gobierno regional de Madrid.«

Noticias

Primer contrato en Oceanía

Ineco, junto con su socio australiano SMEC, se encargará del diseño, la licitación y la supervisión de la repavimentación de la pista del aeropuerto internacional de Faleolo, en el archipiélago de Samoa, situado en pleno océano Pacífico. El aeropuerto, ubicado cerca de Apia, la capital del país, cuenta con una única pista de unos 3.000 metros de longitud. Las actuaciones forman parte del proyecto *Samoa Aviation Investment Project* (SAIP), una iniciativa del Banco Mundial incluida en el programa *Pacific Aviation Investment Program* (PAIP), para las islas del Pacífico.

Portugal

Plan estratégico en los puertos de Sines y el Algarve

La administración portuaria de Sines y del Algarve ha adjudicado a la compañía de ingeniería portuguesa TIS y a la española Ineco la elaboración de un plan estratégico para mejorar los servicios y gestión de sus instalaciones. Entre los objetivos del estudio se incluye la consultoría para la elaboración del plan de inversiones y el nuevo modelo de la administración portuaria. Ineco ha realizado recientemente trabajos similares en los puertos de Ecuador dentro del plan estratégico de movilidad del país.

FERIAS / JORNADAS

París

Passenger Terminal, XXI edición

Coincidiendo en fechas con World ATM, tuvo lugar Passenger Terminal, en París. Reunió a más de 160 empresas expositoras de 85 países y más de 3.500 profesionales. Carlos Amigo, *project manager* de la ampliación del aeropuerto internacional de Kuwait, presentó una ponencia sobre el proyecto, mientras que Matthew Cornwall, gerente de Proyectos de Tránsito Aéreo, expuso la experiencia de la compañía en el Servicio de Dirección de Plataforma (SDP).«

Mascate / Dubái

Conferencia sobre ORAT

Carlos Amigo (derecha), junto con Santiago Gómez de Olea, delegado de Ineco en Oriente Medio y Golfo, (izquierda) también asistió a la primera conferencia sobre ORAT (puesta en servicio y transición operativa), que acogió la capital de Omán, Mascate, el 25 y 26 de marzo. En esta ocasión, Rafael Molina, subdirector de Marketing Estratégico y Comunicación de Ineco (centro), presentó una ponencia sobre la experiencia de la compañía en ORAT. Actualmente, Ineco, junto con Aena, está a cargo de la puesta en servicio del futuro nuevo terminal que se está construyendo en Abu Dabi. (ver *it51).*«

RELACIONES INSTITUCIONALES

Abu Dhabi Airports visita Ineco y los aeropuertos de Madrid y Barcelona

Una delegación de Abu Dhabi Airports (ADAC), encabezada por su jefe de operaciones, Ahmad Al Haddabi, acudió a la sede de Ineco en marzo pasado como parte de una visita institucional para conocer el funcionamiento de los principales aeropuertos españoles, Barcelona-El Prat y Adolfo Suárez Madrid-Barajas. En este último, los visitantes se interesaron por el Servicio de Dirección de Plataforma (SDP), operado por la compañía.
En las oficinas de Ineco, que junto con Aena está llevando a cabo la transición y puesta en explotación (ORAT) del nuevo terminal Midfield Terminal Complex (MTC) del aeropuerto de Abu Dabi, la delegación se reunió con el presidente Jesús Silva y directivos de la compañía, así como de Aena.«

Durante los primeros meses del año, el presidente de Ineco, Jesús Silva, ha visitado varios países de Centroamérica para mantener encuentros con autoridades, instituciones y empresas. En abril visitó Costa Rica y en marzo, Ecuador y Guatemala, donde asistió al encuentro empresarial entre los países del SICA (Sistema de la Integración Centroamericana) y España. Por otro lado, se ha reunido en Madrid con representantes oficiales de varios países, como el nuevo embajador de Albania, y el ministro de Políticas Públicas y la embajadora de Nicaragua, entre otros.«

Jornada BIM: infraestructuras inteligentes

Ineco, en colaboración con la Fundación Ramón Areces, organizó el pasado 28 de abril en Madrid un encuentro de divulgación sobre la metodología BIM *(Building Information Modeling,* ver *it52),* en la que han participado como ponentes expertos de Ineco y diversos representantes del sector nacional de infraestructuras. Mario Garcés, subsecretario de Fomento, que clausuró la jornada, anunció la creación de un grupo de trabajo público-privado para la implantación de BIM en España.

Taiwan

Estudio de seguridad aérea para el puerto de Kaohsiung

Ineco junto con la empresa local MITAC han comenzado a realizar en marzo un estudio para el puerto comercial más importante de Taiwan, Kaohsiung. El objetivo es determinar las posibles afecciones a la seguridad aérea de las grúas de hasta 140 metros de altura que se están instalando en la nueva terminal de contenedores, ya que el aeropuerto se encuentra muy próximo. Kaohsiung, con 2,7 millones de habitantes, es la segunda ciudad de la isla tras la capital, Taipei. Su puerto maneja anualmente un volumen de carga de 10 millones de TEU, y se encuentra en pleno proceso de ampliación.«

FERIAS / JORNADAS

Madrid

World ATM

Un año más, Ineco ha acudido a las principales ferias del sector aeronáutico y aeroportuario, como World ATM, organizada en Madrid del 10 al 12 de marzo por la asociación mundial de proveedores de servicios de navegación aérea, CANSO, junto con ATCA. La ministra de Fomento, Ana Pastor, inauguró el encuentro, en el que la compañía, que estuvo presente en un *stand* conjunto del grupo Fomento, presentó dos conferencias técnicas a cargo de Víctor Gordo y Carlos Barbas, sobre otras tantas herramientas de navegación aérea desarrolladas por Ineco: Cover GNSS y proESTOP.«

FOTO: En el centro de la imagen, la ministra acompañada de la secretaria general de Transportes Carmen Librero, Julio Gómez-Pomar, secretario de Estado y presidente de Enaire, con Ignacio Fernández-Cuenca, director general Corporativo, José Ángel Higueras, director de Negocio Aeronáutico, y Francisco Olmedo, director de Cuenta Enaire.

El aeropuerto, primer escaparate de la ciudad

Los aeropuertos ven en sus espacios comerciales una línea estratégica de negocio

Por **Alberto Calderón**, experto en desarrollos comerciales

No sólo importan los ingresos, que pueden llegar a representar el 50% de la cifra de negocio, sino que también está en juego la identidad de una ciudad, o la de un país; los aeropuertos necesitan saber gestionar espacios para el ocio, donde el pasajero disfrute de la experiencia de viajar y pueda satisfacer sus necesidades de consumo.

Si bien se ha considerado tradicionalmente a los aeropuertos como lugares de paso, a nadie se le escapa que en la actualidad son percibidos también como grandes centros comerciales donde el viajero y sus acompañantes pueden encontrar respuesta a sus necesidades de ocio y consumo. Los aeropuertos del siglo XXI se enriquecen con nuevos espacios regidos por códigos complejos, no siempre detectables a simple vista. Está en juego su personalidad, la de la ciudad o incluso el país en el que están ubicados y la de su *modus operandi*: rutas y destinos, tipo de pasajeros y/o mercancías, instalaciones... En definitiva, un espacio con unos usuarios, tecnologías y marcos regulatorios que condicionan la oferta comercial de sus instalaciones.

Aena, gestora experimentada

Con 47 aeropuertos en toda España, Aena es una de las gestoras más experimentadas del mundo en esta actividad: sus expertos planifican, diseñan y gestionan las áreas comerciales en los edificios terminales y comercializan una adecuada explotación de los terrenos que componen el denominado "sistema general aeroportuario". Adicionalmente, son responsables de llevar a cabo, a través de concursos públicos, las contrataciones de los espacios comerciales a terceras empresas que desarrollan su actividad en ellos: los denominados concesionarios o arrendatarios. En 2014, pasaron por el conjunto de sus aeropuertos 196 millones de personas, encabezando la lista, aeropuertos que son referentes a nivel mundial con un gran volumen de pasajeros como el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, con 41,8 millones seguido del aeropuerto de Barcelona-El Prat con 37,5 millones.

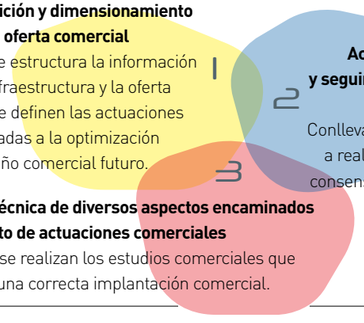
Ineco lleva más de 12 años colaborando con Aena en la planificación y diseño de los espacios comerciales, tanto en trabajos orientados a su puesta en explotación en nuevas infraestructuras como en el rediseño comercial de aeropuertos en funcionamiento. Esta labor requiere la interrelación de técnicos con conocimientos multidisciplinares, con un alto grado de especialización, que son capaces de desarrollar una planificación comercial integral. Gracias a esta experiencia, los equipos de trabajo de Ineco abarcan todo el proceso de un desarrollo comercial, desde la fase inicial –diseño conceptual y elaboración del proyecto constructivo– hasta la fase final, dando soporte a las obras de los operadores privados y las pruebas de explotación requeridas para el óptimo funcionamiento.

Los aeropuertos del siglo XXI se enriquecen con nuevos espacios regidos por códigos complejos, no siempre detectables a simple vista

Complejo de negocios

¿Y cuál es esa oferta comercial y de ocio? Además de las conocidas tiendas de *Duty-free*, los restaurantes o las salas VIP, la oferta comercial de los aeropuertos es, hoy en día, un puzle mucho más complejo de múltiples actividades, entre las que encontramos los centros de negocio, tiendas especializadas o de lujo, restaurantes temáticos, últimas tendencias en publicidad o múltiples servicios al vehículo.«

Trabajos de Ineco en los desarrollos comerciales



1. Diseño, definición y dimensionamiento de la oferta comercial
En esta fase se estructura la información sobre la infraestructura y la oferta existente y se definen las actuaciones encaminadas a la optimización del diseño comercial futuro.

2. Actuaciones de planificación y seguimiento de trabajos comerciales de carácter general
Conlleva identificar todas las actividades a realizar y sus plazos de ejecución, consensuados con las diferentes partes implicadas.

3. Documentación técnica de diversos aspectos encaminados al éxito de actuaciones comerciales
Fase en la que se realizan los estudios comerciales que garanticen una correcta implantación comercial.

Tiendas pasantes de WDFG para AENA.

FOTO: WORLD DUTY FREE GROUP

La oferta comercial de los aeropuertos es, hoy en día, un puzle complejo de múltiples actividades, entre las que encontramos centros de negocio, tiendas especializadas o de lujo, restaurantes temáticos, últimas tendencias en publicidad...

FOTO: AENA

Área de descanso en el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

FOTO: CLIVE DARRA

Espacios comerciales en el aeropuerto de Heathrow.

FOTO: TESCO

Almacén virtual de Tesco en el aeropuerto de Gatwick.

Últimas tendencias: de los *walkthrough* al *grab and go*

La integración de sistemas tecnológicos de información como medio de apoyo a la comercialización –pantallas y otros elementos del llamado 'Marketing Espectacular', publicidad dinámica, soportes interactivos– forman parte del día a día de los aeropuertos y abren un campo de posibilidades enorme, como el uso de los *smartphones* y *tablets* como medio para recibir información del aeropuerto de toda índole (salida de vuelos, ofertas especiales comerciales o localización de determinados servicios demandados).

Pero, además, los aeropuertos de nueva concepción aumentan y simplifican sus filtros de seguridad y reorientan los flujos de tráfico. Con cada reforma, las terminales aeroportuarias multiplican su tamaño anterior con vistas a satisfacer una demanda de tráfico aéreo que crece exponencialmente. En este contexto, los espacios comerciales se conciben como zonas abiertas *(open spaces)* donde las tiendas cuentan con grandes frentes de fachada que invitan al pasajero a acceder de forma natural, minimizando las barreras físicas. Como máximo exponente de este concepto, se encuentran las tiendas *walkthrough* o tiendas pasantes, presentes hoy en los principales aeropuertos del mundo y operadas por las grandes empresas de *Duty-free*. El concepto *walkthrough* consiste en encaminar al total del flujo de pasajeros hacia las zonas de embarque de forma natural entre una gran exposición de firmas de prestigio en un entorno atractivo.

El diseño comercial no puede dar la espalda al auge de la compra virtual: la necesidad de embarcar los artículos comprados en zona de embarque condicionaba las líneas de productos que se podían comercializar. Hoy, aeropuertos como los de Delhi o Fráncfort ofrecen ya 'muros de compra' donde el cliente selecciona todo tipo de productos virtuales mediante un código QR, que se le entregan pocos minutos después; en Londres-Gatwick se puede, por ejemplo, hacer la compra en un supermercado virtual mediante una aplicación de móvil, y programar el envío a domicilio al regreso del viaje.

Las tendencias en el diseño comercial intervienen de forma activa a la hora de definir los *layout* comerciales; los locales de restauración se disponen de forma conjunta creando grandes *food court*, que en ocasiones comparten grandes zonas de espera ofertando diferentes tipos de cocina a los viajeros. Para atender a las demandas actuales surgen nuevos productos y conceptos como por ejemplo la implantación del *grab and go* o comida para llevar, en alza debido a la proliferación de las compañías de bajo coste. En definitiva, son entornos muy vivos y dinámicos donde se trata de dar servicio a las demandas que se vayan generando en función del tipo de pasajero. Es por esto que en muchos desarrollos comerciales se incluyen conceptos como centros de belleza y descanso o *spa*, zonas recreativas, hoteles que ofertan habitaciones por horas, etc.«

Infografía de la plaza central de la tienda *walkthrough* de World Duty Free Group en la T4 madrileña. Los suelos de vidrio originales se sustituyeron por material porcelánico y se añadieron falsos techos que también aportan personalidad.

PILARES BÁSICOS DEL DISEÑO COMERCIAL EN UN AEROPUERTO

A diferencia de otros centros, los aeropuertos son espacios complejos en los que intervienen diferentes agentes que condicionan el diseño. Es imprescindible identificar y valorar estos condicionantes.

Mejorar la experiencia del pasajero: no se puede disociar la mejora en los procesos aeroportuarios del éxito de un nuevo diseño de la oferta comercial: una mala experiencia durante la facturación o un recorrido excesivamente largo afectará a los resultados.

Definición de *layout* y correcto dimensionamiento comercial: a la hora de diseñar el *layout* (distribución del espacio) se deben identificar las barreras arquitectónicas y la morfología del edificio terminal como condicionantes a tener en cuenta. Es necesario dimensionar la superficie en función a unos ratios razonables de m² /Mpax (millones de pasajeros) teniendo como referencia aeropuertos del mismo tamaño y tipología. Un sobredimensionamiento de la superficie no conlleva mayores ingresos comerciales.

El flujo de pasajeros: conocer por dónde transitan los pasajeros y su procedencia es determinante a la hora de diseñar. El objetivo es que incluso si los pasajeros no recorren todo el espacio, deberían ser capaces de ver la oferta íntegra, aunque lo idóneo sea dirigirles a todos hacia ella.

Estudios de mercado: el aeropuerto es un crisol de culturas y un espacio internacional. El *benchmarking* y las encuestas sobre hábitos de consumo permiten estar al tanto de las últimas tendencias, gustos y marcas de actualidad con reconocido prestigio internacional.

Equilibrio, flexibilidad y diversidad: un aeropuerto reclama un equilibrio específico entre tiendas especializadas, restauración y *Duty-free*. Se trata de que el pasajero cuente con una oferta comercial completa. Esto requiere diseños flexibles y adaptables, y un exigente abanico de servicios (banca, farmacia, aparcamiento, cama, telefonía, regalos, belleza, etc.).

Un entorno agradable, pero dinámico: el tiempo es oro. Inmersos en la atmósfera de agitación propia de la actividad del tráfico aéreo, los espacios comerciales en los aeropuertos se conciben, cada vez más, a modo de islas, agradables y atractivas, donde se crea un clima acogedor, pero conscientes de que el tiempo es limitado.

Metodología en desarrollos comerciales

1 Situación actual por línea de negocio
2 Propuesta preliminar de cambios en el proyecto constructivo
3 Análisis del *mix* comercial
4 Definición de la oferta comercial
5 Apoyo a la licitación comercial

La experiencia adquirida por Aena e Ineco ha permitido exportar sus conocimientos en desarrollos y diseños comerciales a proyectos internacionales, como los llevados a cabo en los aeropuertos de Casablanca, El Salvador o Kuwait

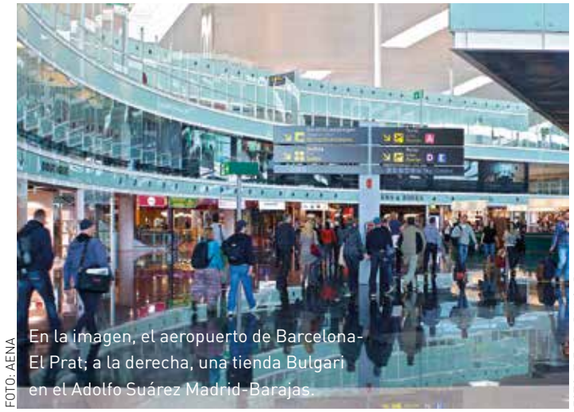


FOTO: AENA

En la imagen, el aeropuerto de Barcelona-El Prat; a la derecha, una tienda Bulgari en el Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

FOTO: TIENDA BULGARI

Antes y después: la espectacular transformación de los espacios comerciales de Aena

El mayor gestor aeroportuario del mundo ha apostado por una ambiciosa reformulación y potenciación de los espacios comerciales de los principales aeropuertos de su red. Desde hace varios años, la dirección comercial de la compañía ha dado prioridad a la mejora de la accesibilidad y visibilidad de los negocios ubicados en los aeropuertos, facilitando un entorno arquitectónico atractivo para el viajero y una distribución de la oferta moderna y variada. Para captar el extraordinario esfuerzo de la empresa pública española, que tuvo una exitosa salida a bolsa a principios de este año, basta con adentrarse en las cifras de m^2 y negocio generadas en los espacios comerciales de las grandes terminales de los aeropuertos internacionales de Madrid, Barcelona, Gran Canaria, Tenerife-Sur, Palma de Mallorca, Málaga y Alicante, que juntos suman más de 154.000 m^2 de espacios destinados a comercios. En 2014, la facturación total por actividades en comercios de Aena se incrementó un 8,5% con respecto al año anterior.

La combinación de nuevas propuestas de diseño en las tiendas ha generado en los últimos años nuevos conceptos de diseño, como su incorporación a la ruta del viajero en las tiendas pasantes o *walkthrough*, ya mencionadas en este artículo. La mayor de estas características en España, Mallorca Duty Free, tiene una superficie de 2.659 m^2 y por ella pasan alrededor de 12 millones de viajeros al año.

Hoy en día, Aena está en la vanguardia de la oferta comercial de los aeropuertos mundiales

Podemos decir que, hoy en día, Aena está en la vanguardia de la oferta comercial de los aeropuertos mundiales. Ineco ha sido su socio en esta difícil andadura que tan buenos resultados ofrece a día de hoy.«

FOTO: AENA

En la imagen, un detalle de la T4 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

A LA BÚSQUEDA DE LA EXCELENCIA

Desde la moda casual a las grandes firmas de lujo:

Grandes firmas

El volumen de tráfico en un aeropuerto internacional atrae cada vez más a las grandes firmas de la moda, lujo y restauración que, a su vez, al convertirse en uno de los principales reclamos para el viajero, realimentan la pujanza de la actividad comercial. La integración de esta oferta en el entorno aeroportuario ha generado nuevos espacios con plazas y calles dentro del aeropuerto, donde el viajero literalmente pasea entre tiendas de marcas, desde la moda casual a grandes firmas de lujo; servicios de hostelería que van del *fast food* o el *self service* al mantel de hilo; centros de *wellness*, duchas, peluquería y belleza; salas VIP, farmacias, centros financieros, etc. Y todo ello, obviamente con aparcamientos y accesos que facilitan la estancia.

Gama del lujo

En línea con esta tendencia, Aena lanzó en 2013 una nueva línea de negocio concentrada en la gama del lujo en 26 locales en los aeropuertos Adolfo Suárez Madrid-Barajas, Barcelona-El Prat y Málaga-Costa del Sol, una superficie de más de 4.600 m^2, que en el caso de Madrid, incluye un *wellness center*.

MAD Fashion Hub

Dentro de este mismo concepto de lujo y alta gama, Aena ha acuñado en el aeropuerto madrileño el concepto denominado MAD Fashion Hub, que en 900 m^2, incorpora marcas *high-street*, presentes en las calles más comerciales de las grandes capitales.

FOTO: PABLO NEUSTADT

Aeropuerto de Alicante.

Algo más que aparcamientos

Acercarse al aeropuerto con el coche, empieza a ser una opción más atractiva gracias a las nuevas ofertas comerciales: aparcamientos exprés, de larga estancia, general o *low cost* son alternativas con servicios que van desde la recogida y entrega a pie de terminal, reserva anticipada por teléfono, correo electrónico o web, la revisión del aceite, lavado exterior e interior, revisión ITV, etc.

FOTO: DANI GARCÍA

DeliBar, de Dani García, en el aeropuerto de Málaga.

De tapas en establecimientos con estrellas Michelín

Un ejemplo de adaptación a la demanda ha sido la integración de la gastronomía española en sus aeropuertos, una seña de identidad de la marca España que Aena ha puesto en valor con una oferta difícil de superar. No sólo ha incorporado el concepto gastro bar –restaurantes donde se combina una oferta de alta cocina con precios asequibles– sino que sus grandes aeropuertos de Madrid, Barcelona, Málaga y Alicante cuentan con restaurantes dirigidos por chefs de prestigio, reconocidos con estrellas Michelín: Kirei by Kabuki, en la T4 de Madrid-Barajas, fue el primer restaurante de comida japonesa en un aeropuerto de España; Porta Gaig, en la T2 de Barcelona-El Prat, combina lujo y grandes vistas; DeliBar, en el aeropuerto de Málaga, donde se ofrece alta cocina en forma de hamburguesa o perrito caliente; Sabor a Mar, en el aeropuerto de Alicante, ofrece tres tipos de menús adaptados a las necesidades del viajero. Y todos ellos dan la opción al pasajero de degustar la comida en el avión.

FOTO: AENA

La Maison Paul del aeropuerto de Barajas.

Entrevista | JOSÉ MANUEL FERNÁNDEZ BOSCH

Director de Servicios Comerciales y Gestión Inmobiliaria de Aena

“La oferta comercial es un elemento clave en la experiencia del pasajero”

Fernández Bosch es ingeniero superior de telecomunicaciones por la Universidad Politécnica de Madrid, y MBA por el IESE. Fue socio de The Boston Consulting Group en Madrid y anteriormente trabajó en Vodafone España y Accenture. Como director de Servicios Comerciales y Gestión Inmobiliaria de Aena, es el responsable de la gestión de las tiendas, restaurantes, aparcamientos y alquiler de vehículos, y desarrollo inmobiliario de una de las mayores redes aeroportuarias del mundo, con 47 aeropuertos. Es responsable también del área de *marketing* aeroportuario, que se enfoca en el desarrollo de rutas y tráfico en la red de Aena.

En los últimos años, Aena ha realizado un importante esfuerzo inversor, ¿qué actuación resaltaría?

Sin duda, el proyecto más importante en cuanto a transformación e inversión ha sido el llevado a cabo en las áreas comerciales de la Terminal 4 y su satélite. Esta transformación, aprovechando el final de contrato de la gran mayoría de los arrendamientos comerciales en estas áreas, no sólo ha supuesto una distribución de espacios comerciales totalmente nueva en cuanto a tiendas y restauración, sino también la creación del concepto de ‘plazas comerciales’, que permiten a los pasajeros descansar y esperar el anuncio de su puerta de embarque en un entorno más cómodo y cercano.

También cabe destacar las transformaciones comerciales realizadas en otros aeropuertos, muchas veces sin una actuación inversora tan importante por parte de Aena, pero sí con un impulso notable en cuanto a la redistribución y generación de nuevos espacios. Por ejemplo, en la Terminal 2 de Barcelona o las actuaciones comerciales en los aeropuertos de Palma de Mallorca, Málaga y Lanzarote.

¿Qué porcentaje suponen los ingresos comerciales en el conjunto de Aena y cuál ha sido su evolución?

Los ingresos comerciales suponen un 26% de los ingresos totales de Aena. Su evolución ha sido muy positiva en los últimos años, especialmente en 2014, en que se incrementaron un 15% respecto a 2013. Es un claro reflejo del programa de transformación comercial iniciado en 2012, que ha incluido la reforma de espacios como la descrita anteriormente en diversos aeropuertos de la red de Aena, la renegociación de los contratos o la implantación de nuevos modelos de negocio en aparcamientos o salas VIP.

“Sin duda, el proyecto más importante en cuanto a transformación e inversión ha sido el llevado a cabo en las áreas comerciales de la Terminal 4 y su satélite”

¿Cuáles son las principales líneas de explotación comercial?

La línea de negocio de tiendas libres de impuestos es, sin duda, la más importante, por su posición central en los aeropuertos y por su contribución a los ingresos comerciales, casi un 25%. La restauración y las tiendas también son muy relevantes, al igual que el arrendamiento de espacios para alquiler de vehículos. Por otro lado, tiene una gran importancia tanto en términos de negocio como operativos, el negocio inmobiliario, que incluye el alquiler de oficinas, hangares, naves de carga, terrenos y otras instalaciones. Por último, también es muy destacable el volumen de negocio de aparcamientos, servicio para el que Aena ofrece diversos productos en función de la cercanía al terminal, el tiempo de estancia u otras características adicionales de la oferta.

¿Cómo valora la utilización de soportes como *smartphones* y *tablets* como medio de apoyo a la comercialización en los aeropuertos?

En Aena contamos con una aplicación para *smartphones* que permite a los pasajeros consultar el estado de su vuelo, la ubicación de los servicios comerciales (tiendas, restaurantes, servicios) en el aeropuerto por el que vayan a transitar, así como reservar una estancia de aparcamiento o comprar un acceso a una sala VIP. Estamos trabajando para que muy pronto también puedan pagarse el aparcamiento o el acceso a las salas VIP desde el móvil. Sin duda, este es un campo en el que queremos acelerar nuestro desarrollo.

¿Qué otras actuaciones han desarrollado para mejorar la experiencia de los pasajeros?

Aena está trabajando en muchas iniciativas; por ejemplo, la mejora de la señalética tanto comercial como operacional, un paso por el control de seguridad más cómodo y ágil o la mejora de servicios básicos como los aseos, etc. Desde el punto de vista puramente comercial, hemos trabajado en la optimización de los espacios para que la estancia y la circulación de pasajeros sean más cómodas y atractivas.

FOTO: AENA

¿En qué medida cree que estas remodelaciones han influido para que los usuarios elijan a los aeropuertos de Madrid y Barcelona primer y segundo mejores aeropuertos del sur de Europa en los World Airport Awards?

“Ineco posee una elevadísima experiencia en el desarrollo del negocio aeroportuario, incluido el segmento comercial”

La oferta comercial de los aeropuertos es un elemento clave para una gran mayoría de pasajeros en su experiencia de viaje. Por tanto, estoy seguro de que, a la hora de evaluar un aeropuerto, los usuarios la tienen muy en cuenta. Por otra parte, Aena ha realizado en los últimos años un gran esfuerzo en las distintas áreas, lo que hace que Madrid y Barcelona se sitúen entre los mejores aeropuertos del mundo.

La entrada de capital privado en la gestión aeroportuaria española, ¿cambiará de algún modo la estrategia?

A la vista de los resultados de 2014, recientemente presentados, la estrategia desarrollada ha sido un éxito. Aena ha logrado una importante mejora de la eficiencia que junto con el incremento de los ingresos, entre ellos los comerciales, ha llevado a la compañía a ofrecer una mejora muy significativa del EBITDA en el periodo 2012-2014. En este sentido los elementos básicos de la estrategia están en marcha. A partir de ahora, será necesario realizar ajustes en esta estrategia y poner más énfasis en algunos aspectos del negocio a los que se han dedicado menos tiempo en el proceso que se ha culminado recientemente como, por ejemplo, el desarrollo del negocio inmobiliario.

“Los ingresos comerciales suponen un 26% de los ingresos totales de Aena. Su evolución ha sido muy positiva en los últimos años, especialmente en 2014”

¿Qué papel cree que puede desempeñar Ineco en este proceso?

Ineco posee una elevadísima experiencia en el desarrollo del negocio aeroportuario, incluido el segmento comercial. Por otra parte, conoce muy bien a Aena, sus infraestructuras, sus determinantes del negocio y su organización. Estoy seguro de que una combinación inteligente de estas dos fortalezas posiciona a Ineco como un socio potencial clave para desarrollar muchos de los retos a los que se enfrentará Aena en el futuro.«

Un millón de ejes en un laboratorio

Un centro español simula el tráfico de los trenes del Haramain

Por **José Peña**, ingeniero industrial, e **Irene García**, ingeniera de montes

Mariano Navas, director del Cedex, (izqda.) y, Vicente Cuéllar, director del laboratorio de Geotecnia, con Jesús Silva, presidente de Ineco, durante la visita a las instalaciones.

Expertos de Ineco y el Cedex obtienen las primeras conclusiones sobre los efectos de la arena sobre la vía para el proyecto de alta velocidad La Meca-Medina, en Arabia Saudí.

Una vez puesto a punto el dispositivo de ensayo y en tan sólo una semana de trabajo en el laboratorio se puede determinar el efecto que tiene el tráfico anual de trenes en una sección de vía real, en condiciones normales de circulación. Así de contundentes son los resultados que se pueden obtener de los ensayos que se realizan en las instalaciones del laboratorio ferroviario español Cedex.

Este centro singular cuenta con los equipos necesarios para simular circulaciones ferroviarias superiores en 2 o 3 veces las que habitualmente se realizan en cualquier línea de España. Por tanto, su principal ventaja reside en el hecho de poder simular el comportamiento de la infraestructura bajo diferentes escenarios en condiciones controladas de laboratorio y, además, hacerlo de manera acelerada respecto al número de circulaciones de trenes habituales en las líneas reales en servicio.

Estudios sobre las capas de asiento de la vía

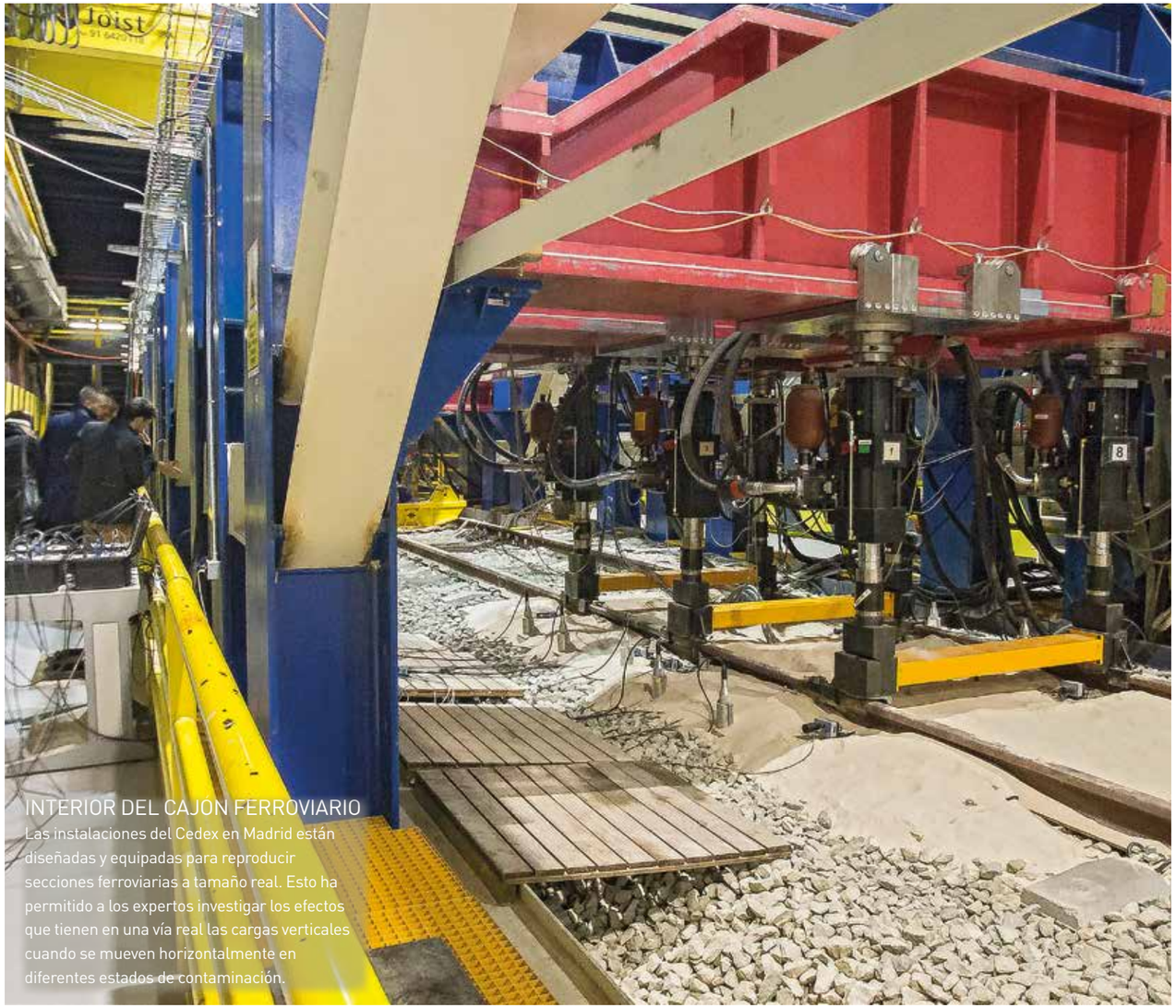
Es por ello que el consorcio español Al Shoula, consciente de los retos de la construcción de una línea de alta velocidad con gran densidad de tráfico y que transcurre por zonas sometidas a tormentas de arena en las que se puede producir contaminación de la capa de balasto, ha encargado a expertos ferroviarios del Cedex la ejecución de determinados estudios sobre el comportamiento de las capas de asiento de la vía, y los materiales que la constituyen, en condiciones climáticas extremas; en particular, en lo referente a la afección de la arena del desierto sobre la vía, y los efectos que esta contaminación pueda producir en el normal funcionamiento del servicio de la línea.

Los ensayos se dividen en varias etapas

Los ensayos se han centrado en determinar, mediante la adición de arena, la relación entre los diferentes grados de contaminación del balasto y el comportamiento mecánico de la infraestructura. Así, se ha dividido el ensayo en varias etapas considerando el volumen de balasto bajo el plano inferior de la traviesa y la arena que es capaz de introducirse hasta llegar al punto de simular los efectos de una tormenta (colmatación completa).

Los ensayos revelan que los depósitos de arena sólo tienen una ligera afección sobre las propiedades mecánicas globales de la vía

En cada etapa, y después del paso de una cantidad determinada de circulaciones, los parámetros de interés de la vía son evaluados en términos estáticos y cuasiestáticos, mediante un gran número de sensores distribuidos en toda la sección ensayada, a través de las aceleraciones, velocidades y desplazamientos medidos en sus componentes, y las interfaces entre ellos.



INTERIOR DEL CAJON FERROVIARIO

Las instalaciones del Cedex en Madrid están diseñadas y equipadas para reproducir secciones ferroviarias a tamaño real. Esto ha permitido a los expertos investigar los efectos que tienen en una vía real las cargas verticales cuando se mueven horizontalmente en diferentes estados de contaminación.

Conclusiones reveladoras

Las primeras conclusiones de los ensayos llevados a cabo desde junio de 2014 permiten adelantar que, tras simular el paso de un millón de ejes (cerca de 45.500 trenes), las propiedades mecánicas de la misma se ven afectadas, pero no en gran medida, por los depósitos de arena. Si bien a nivel local el balasto experimenta una rigidización al finalizar la batería completa de ensayos, este comportamiento no se acusa de la misma forma sobre la rigidez global del conjunto, desde el punto de vista cuasiestático, fruto del aporte que el balasto tiene sobre las propiedades elásticas globales de la vía (20-30 %).

Un dato recibido como una excelente noticia de partida, si bien para los investigadores de este proyecto queda por saber hasta qué límite máximo de circulaciones aguantará la vía los efectos erosivos o acumulativos de la arena sin perder sus propiedades. Para ello habría que tener en cuenta el deterioro causado por la abrasión, tanto de los perfiles de las ruedas del material rodante, como de la superficie de rodadura del carril; así como el intenso tráfico previsto, que será de dos a tres veces superior al de las líneas de alta velocidad españolas.«

El laboratorio español del Cedex dispone de instalaciones singulares que simulan a escala 1:1 las operaciones de un tren de alta velocidad circulando por la vía

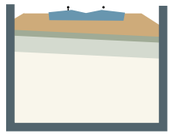
Michael Ashiabor e Irene García en primer plano. A la derecha: José Peña, César Leal y Almudena Díez.

Descripción y desarrollo de los ensayos

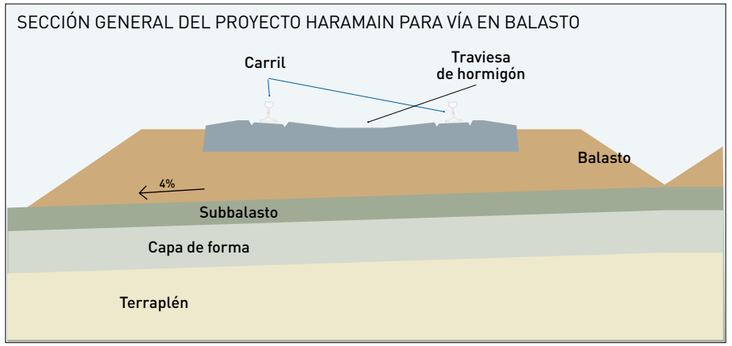
INSTALACIONES A ESCALA REAL

El Cajón Ferroviario es una instalación de 21 m de longitud que permite ensayar a escala real secciones ferroviarias completas. Se ha reproducido la 'sección tipo' proyectada para Haramain en una sección de 7 m de largo y 5 m de ancho dentro del cajón ferroviario. Además de probar el comportamiento mecánico de la infraestructura y los materiales que la constituyen, en presencia de diferentes grados de contaminación de la arena, también se han realizado estudios sobre el balasto en condiciones de saturación de agua, a través de ensayos triaxiales de gran tamaño.

SECCIÓN EN EL CAJÓN FERROVIARIO



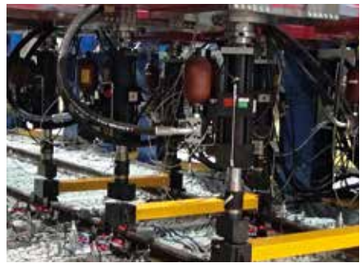
SECCIÓN GENERAL DEL PROYECTO HARAMAIN PARA VÍA EN BALASTO



La sección estructural está constituida por un terraplén formado por una grava arcillosa con 1,37 m de espesor en su parte inferior y una capa arcillosa de 1,25 m de espesor en su parte superior. Sobre esta última se dispone la capa de forma, con un espesor medio de 0,54 m, que sirve de base a la capa de subbalasto granular de 20 cm de espesor y 4% de pendiente. El balasto bajo traviesa cuenta con un espesor de 35 cm en el hilo interior y de 41 cm en el hilo exterior.

UNA REPRODUCCIÓN MINUCIOSA

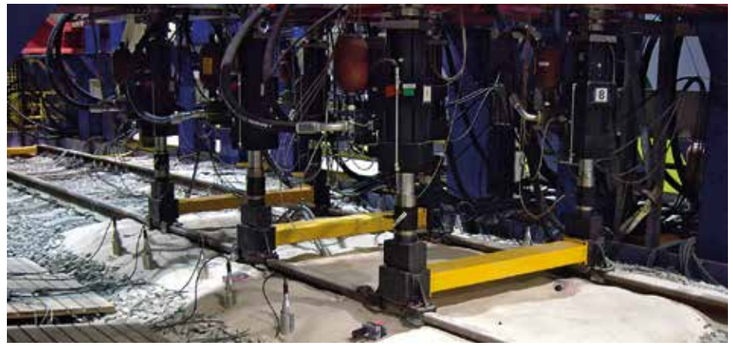
Los ensayos en el Cajón Ferroviario han requerido la utilización de materiales similares al proyecto Haramain, así como de la arena del desierto, con el objeto de simular las características de la vía real. En particular se ha tenido un especial cuidado con la selección del balasto y la arena, procedentes de canteras españolas. Para el balasto se ha seleccionado una andesita, siendo el mismo tipo de roca volcánica utilizada en Arabia, con propiedades geométricas, físicas y químicas acordes con las especificaciones requeridas en el



proyecto y de uso común para este tipo de infraestructuras.
La arena, el agente contaminante, recogida de dunas continentales cuaternarias, se ha seleccionado de tal forma que tanto su curva granulométrica como sus valores estadísticos, representen con suficiente precisión las arenas del desierto Saudí. Por último, y para construir el armamento de vía en las mismas condiciones que las proyectadas, se ha utilizado carril 60E1, sujeción elástica W14, de Vossloh (60 kN/mm) y traviesa de hormigón monobloque pretensada AI-04 EA. Con ello queda configurada una parrilla de vía de 1.435 mm de ancho nominal, de 7 m de longitud y con 13 traviesas espaciadas 60 cm. Todo ello para tratar de reproducir con la mayor fidelidad posible la la superestructura prevista para Haramain.

INSTRUMENTACIÓN DE LAS SECCIONES

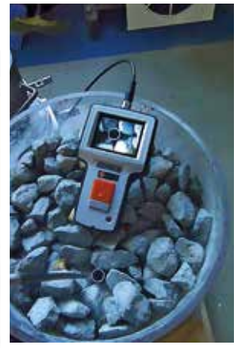
La aplicación de las cargas se ha realizado mediante seis actuadores dinámicos, situados uno a uno sobre cada carril y separados 1,5 m; los cuales, debidamente desfasados reproducen el efecto del acercamiento, paso y alejamiento de cualquier tipo de tren, tal y como se produce en una vía real en explotación. En este caso se trata de un Talgo S112 de 207,13 m de longitud constituido por 2 locomotoras con 4 *bogies* y 13 vagones que suman 14 ejes más. Por otro lado, el hecho de que el sistema de actuadores permita simular el movimiento horizontal de los ejes *(bogies)* a velocidades comprendidas entre 100 y 400 km/h; el efecto de cargas por eje de hasta 50 t; su gran precisión (0,01 mm) y el elevado número de sensores con los que se mide, en los distintos componentes de la vía, permiten simular un amplio número de escenarios, además de poder calibrar de forma muy fiable modelos numéricos en 3D.



Los equipos de instrumentación para el desarrollo y puesta en marcha del Cajón Ferroviario determinan un gran número de parámetros dentro de los cuales podemos encontrar: valores de desplazamientos relativos y absolutos; y medidas de velocidades y aceleraciones del movimiento en carril, traviesas, balasto, subbalasto, capa de forma y terraplén.

CONTAMINACIÓN DE LA VÍA Y SU MEDICIÓN

Para analizar la respuesta mecánica del balasto contaminado se ha utilizado un sistema dosificador diseñado por técnicos del Cedex, que permite verter la arena sobre la vía de manera uniforme y controlada.
Con este dispositivo se han realizado los ensayos partiendo de la vía sin contaminar, hasta llegar a un 100% de contaminación y posterior saturación completa (simulando así una tormenta) a través de cinco estadios intermedios de contaminación. El uso de un endoscopio ha permitido conocer la evolución de la contaminación de la banqueta de balasto en cada uno de los estadios del ensayo.



Dosificador vertiendo arena (izqda.) y endoscopio para medir la contaminación del balasto.

Delegaciones internacionales de expertos en alta velocidad de Arabia Saudí, el Reino Unido, y Alemania, se han desplazado a España para conocer los trabajos de Ineco y el Cedex

Útil para la medición de la resistencia lateral de la traviesa.

Otros ensayos de interés

Para determinar la resistencia lateral del sistema hombro-traviesa frente a cargas horizontales se ha diseñado un ensayo de arrastre sobre una traviesa, aplicando un esfuerzo de tracción y midiendo la respuesta. Este ensayo se ejecutó en un tramo de vía del Cajón en dos condiciones diferentes: con la vía sin contaminar con arena y una vez que la vía se ha contaminado completamente. Para ello se fabricó un útil diseñado por el Cedex. La instrumentación colocada consta de una célula de carga, dos sensores láser para medir el desplazamiento horizontal de la traviesa y dos potenciómetros para medir el desplazamiento relativo entre la traviesa y el carril.

El resultado del ensayo pone de manifiesto un aumento de la resistencia al desplazamiento lateral de la traviesa en el balasto contaminado, resultados en consonancia con la modelización numérica realizada y con valores recogidos en la literatura técnica, lo que valida el método de ensayo seguido.

Por último y además de los ensayos triaxiales de gran tamaño realizados en los estadios iniciales de la batería de ensayo para establecer una relación preliminar entre la contaminación del balasto y la deformabilidad del mismo (a través del Módulo de Young), los mismos ensayos han sido realizados en condiciones de saturación de agua con objeto de ver su influencia sobre dicha capacidad portante.«

Anatomía de un Cajón Ferroviario

- **Nave de ensayos de 49,70 m de longitud, 10,70 m de anchura a la cota -7,85 m bajo rasante, con puente grúa de 32 t y cubierta desmontable para la introducción de piezas de gran tamaño y de los materiales que conforman la infraestructura de la vía. Está provista de sensores de temperatura y humedad.**
- **Foso a la cota -11,85 m y planta rectangular de 23,70 m por 6,70 m donde se ubica el Cajón y el convertidor analógico-digital de arquitectura modular MGCplus para 128 sensores.**
- **Estructura metálica autoportante con 9 marcos fijos de reacción para la aplicación de las cargas en cada una de las tres zonas, de 7 m de longitud y 12 traviesas, que constituyen el Cajón.**
- **Sistema de aplicación de cargas portátil, constituido por 3 vigas metálicas de grandes dimensiones que con la ayuda de un motor eléctrico puede trasladarse a lo largo de la estructura metálica para su fijación.**
- **Sala de control, donde se diseñan los trenes de carga, se comandan los actuadores y se reciben las señales de los sensores.**
- **8 actuadores servo-hidráulicos de 250 kN de carga y 150 mm de carrera, con respuesta dinámica de hasta 50 Hz a plena capacidad y hasta 100 Hz a menor carga. Gobernados por servoválvulas de tres etapas, de 680 litros/minuto.**
- **1 actuador servo-hidráulico de 10 kN de capacidad y respuesta dinámica de hasta 200 Hz a plena carga.**
- **2 actuadores piezoeléctricos de 20 kN de capacidad y respuesta dinámica de hasta 300 Hz a plena carga.**
- **Nivel de alta precisión con micrómetro y mira de invar para corroborar las medidas de los sensores del balasto durante las operaciones de bateo y levantamiento de la vía.**
- **Regla analógica para la medición del ancho y peralte de la vía.**
- **Equipo para la comprobación del par de apriete y correcta colocación de los tirafondos en las traviesas.**
- **Bateadora autónoma de balasto con control remoto.**

Vista general del Cajón, de casi 50 metros de longitud por 10,7 de anchura. Al fondo, arriba, la sala de control.

Interior de la sala de control.

INGENIEROS DE INECO

Los ingenieros y especialistas de Ineco que han trabajado en el proyecto para analizar la contaminación del balasto con la arena en la LAV La Meca-Medina, de izquierda a derecha: Irene García, Juan Viñas, Juan Hungría, José Peña, Elena González, Michael Ashiabor, César Leal, Manuel Lombardero y Almudena Díez.

RESPONSABLES DEL PROYECTO

Los máximos responsables del proyecto se reunieron el pasado mes de marzo en las instalaciones del Cedex en Madrid. En la imagen, directivos e investigadores de Ineco y el Cedex encabezados por Jesús Silva, presidente de Ineco y Mariano Navas, director del Cedex. Junto a ellos, el equipo de Proyectos Especiales de Ineco –María Sánchez-Palomo, Miguel Ferrández y Michael Ashiabor– y personal del Cedex: Miguel Ángel Andreu, José Estaire, Miguel González, Fernando Pardo, Jaime Tamarit, Vicente Cuéllar, Jorge Iglesias y José Manuel Gállido.

Ônibus más verdes para São Paulo

Estudio de tecnologías sostenibles para autobuses

Redacción ***itransporte***, con la colaboración de **Emilio Miralles**, **Patricia Rey** y **Aldara Tadeo**, ingenieros de caminos

FOTO: ANDRÉ LEMES

Tráfico intenso en la *Marginal Tietê*.

Reducir la contaminación producida por más de 70.000 autobuses y mejorar la calidad de vida de 24 millones de personas es el objetivo del estudio que ha realizado Ineco, en consorcio con Sistran, para la Asociación Nacional de Transportes Públicos de Brasil y la Empresa de Transportes de São Paulo.

São Paulo y los 173 municipios de las tres regiones metropolitanas de su entorno forman una de las mayores áreas urbanas del planeta, donde el autobús –*ônibus* en portugués– es el medio de transporte colectivo más utilizado. A pesar de que Brasil tiene una de las industrias de automoción más potentes del mundo y es pionero en el desarrollo de algunas tecnologías de transporte sostenible –como los llamados biocombustibles– el 98,5% de la flota de 70.400 autobuses que suman las tres regiones metropolitanas paulistas (São Paulo, Campinas y Baixada Santista) utiliza motores diésel y, por tanto, combustible fósil.

Tecnologías de propulsión alternativas

La compañía responsable de este modo de transporte es la Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo (EMTU-SP), creada en 1977. Según los datos de la ANTP (Asociación Nacional de Transportes Públicos de Brasil) sus 800 líneas transportan cada día entre 2 y 2,5 millones de pasajeros, lo que supone alrededor de un 23% del total de viajeros metropolitanos. Comparado con los modos ferroviarios (ferrocarril y metro) el autobús es el que produce mayor impacto medioambiental, en términos de polución atmosférica y acústica. Por ello, la ANTP y la EMTU encargaron a un consorcio formado por Sistran Ingeniería, Ineco e Ineco do Brasil la realización de un estudio comparativo de las tecnologías de propulsión alternativas, de manera que se pudieran analizar y seleccionar las más idóneas para implantarlas en la flota paulista y reducir así sus repercusiones ambientales. El *Estudo Comparativo de Tecnologias Veiculares de Tração Aplicáveis a Ônibus Urbanos*, publicado en noviembre de 2014 como parte de la colección de cuadernos técnicos de la ANTP, forma parte del programa STAQ *(Sustainable Transport and Air Quality)* patrocinado por el Banco Mundial.«

La ANTP y la EMTU han encargado a Sistran e Ineco la realización de un estudio comparativo de tecnologías de propulsión alternativas

FOTO: EMTU/SP

São Paulo, un gigante urbano

La macrometrópolis de São Paulo reúne 24 millones de habitantes en tres regiones metropolitanas, todas atendidas por la EMTU-SP que, desde 2014, también da servicio a las de Valle del Paraíba, Litoral Norte y Sorocaba. Por lo reciente de su incorporación no se incluyeron en el estudio.

Ciudad de São Paulo_11 millones de habitantes; con el área metropolitana (39 municipios en total) 19,6 millones. Cuenta con 9,1 millones de vehículos, de los que más de 58.500 son autobuses. Esto supone el 13 % del total de la flota del país y el 46% del Estado de São Paulo.

Campinas_20 municipios, 2,8 millones de habitantes y 1,4 millones de vehículos, de los que más de 9.100 son autobuses.

Baixada Santista_9 municipios, 1,6 millones de habitantes, casi 600.000 vehículos y cerca de 2.800 autobuses.«

Transporte y salud pública

- **Entre los perjuicios para la salud causados por la contaminación urbana figuran el agravamiento de problemas respiratorios, alérgicos y cardíacos, además de los efectos cancerígenos de algunas sustancias como el metano o los aldehídos.**
- **Algunos datos resultan reveladores: un estudio médico realizado en São Paulo en 2001 constató que los días con elevada contaminación, los ingresos hospitalarios por dolencias respiratorias aumentaban un 30%, y la mortalidad en personas mayores, un 12%.**

Los beneficios del cambio tecnológico no se limitan a reducir las emisiones contaminantes; también redundarán en el aumento de la calidad de vida y el bienestar de los ciudadanos

TECNOLOGÍAS A EXAMEN

DIÉSEL

Es la más utilizada en todo del mundo. Entre sus desventajas, el ruido y las emisiones contaminantes, si bien las nuevas tecnologías –como el uso de catalizadores o los sistemas de control de entrada de aire para reducir el consumo– han producido vehículos más limpios y menos ruidosos.

BIODIÉSEL

Se trata de un producto sintetizado químicamente, que puede emplearse puro (B100) o mezclado con el diésel convencional en diferentes proporciones, habitualmente entre el 5% (B5) y el 20% (B20), con la ventaja de que no hace falta hacer modificaciones en la mayoría de los motores. Por encima de esta proporción, la capacidad disolvente del biodiésel aumenta, lo que daña algunas partes del motor, en particular las de goma, e incrementa el coste de mantenimiento, así como el consumo. La legislación brasileña obliga a emplear una mezcla del 7%, si bien la flota de la EMTU ya cuenta con 34 autobuses 100% biodiésel en la ciudad de Curitiba, entre otras.

ETANOL

El etanol es un alcohol obtenido de los azúcares de cereales (maíz, cebada, trigo o soja) o vegetales como la caña de azúcar, la remolacha, etc; no contiene azufre y requiere pocas adaptaciones en los motores. En vehículos ligeros se puede utilizar directamente como combustible, pero para los pesados, como los autobuses, se requiere mezclarlo con un 5% de aditivo, que presenta el inconveniente de su elevado precio. Además, dado que es menos energético que el combustible diésel normal, los vehículos necesitan depósitos más grandes. A pesar de que Brasil es el primer productor del mundo de etanol, junto con EEUU, y del bajo nivel de emisiones contaminantes que produce, su uso no está muy extendido en su transporte público, debido sobre todo al coste operacional de la tecnología. Con todo, a partir de mediados de los 90 se han realizado varias pruebas en las ciudades de Curitiba y São Paulo, donde actualmente circulan 60 autobuses movidos con etanol.

DIÉSEL DE CAÑA DE AZÚCAR

Brasil es uno de los pocos países que desarrolla esta tecnología. São Paulo y Río emplean diésel de caña en parte de sus flotas de autobuses (200 vehículos en total), mezclado con biodiésel y diésel convencional. Sin embargo, los costes de operación siguen siendo elevados debido a la escala de la producción.

GAS NATURAL

Presenta el inconveniente de que por su gran volumen, el gas debe ser comprimido o licuado y los depósitos de combustible de los vehículos deben ser mayores y más pesados que los convencionales. Por otro lado, como combustible es muy energético y produce un bajo nivel de emisiones contaminantes.

TROLEBÚS

Es un bus de tracción exclusivamente eléctrica alimentado por catenaria. Opera en varias ciudades brasileñas desde 1949. Para funcionar correctamente requiere contacto permanente con la red aérea, que en sí misma ya implica costes añadidos de instalación y mantenimiento, además de un impacto visual negativo, a lo que se suman los precios de la electricidad. En el lado positivo, no emite contaminantes, no consume cuando está parado y puede recuperar energía. La EMTU ya dispone de una flota de 80 trolebuses operando en el corredor ABD de la ciudad de São Paulo, y se está ampliando el sistema.

BUS ELÉCTRICO

Funciona con un motor eléctrico movido con baterías recargables. La ventaja sobre el trolebús es que no requiere de ninguna infraestructura externa; sólo puntos de recarga, y también registra emisiones cero. Entre las desventajas, la poca autonomía de los vehículos y unos costes muy vinculados al precio de la electricidad.

HÍBRIDOS

Cualquier vehículo que cuente con una doble fuente de energía. El más difundido es el híbrido diésel-eléctrico que combina un motor eléctrico y uno de combustión interna convencional. Cuando el combustible diésel de este último se sustituye por biodiésel o etanol se habla de "híbrido-eléctricos". El operador SPTrans dispone ya de 100 de estos vehículos, y la EMTU los introdujo en 2003; hoy cuenta con 14, operados por la empresa Metra. »

HIDRÓGENO

Existen dos tipos de tecnología, ambas basadas en la mezcla de hidrógeno con oxígeno: células de combustible –aún poco desarrollada a escala mundial, aunque considerada la más prometedora– y motores de combustión interna. Ofrecen una alta eficiencia energética en relación al diésel y la única emisión que generan es vapor de agua. En contrapartida, es la tecnología más cara y el almacenamiento del hidrógeno es complejo. Entre 2010 y 2011, se desarrolló un proyecto impulsado por el Gobierno para que un consorcio de empresas brasileñas fabricara un autobús híbrido (célula de combustible más baterías recargables) con un motor movido a hidrógeno, que se probó durante 23 días con buenos resultados técnicos y medioambientales «

FOTO: EMTU/SP

Ônibus movido por hidrógeno.

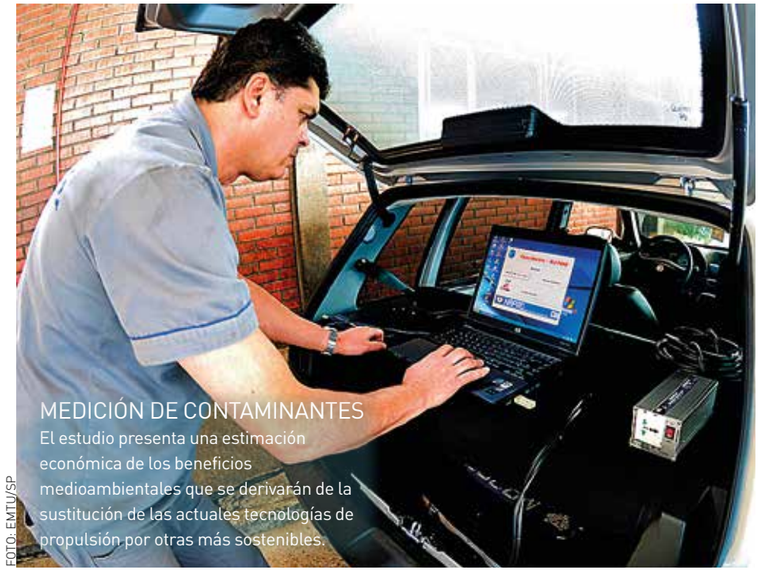
MOVIDOS POR HIDRÓGENO
Ofrece una alta eficiencia energética y la única emisión que genera es vapor de agua. En contrapartida, es la tecnología más cara y el almacenamiento del hidrógeno es complejo.

Trolebús.

Microbús.

Bus híbrido.

Las tecnologías se evaluaron con dos enfoques: el económico-financiero y el multicriterio, que combina una variedad de factores que incluyen los aspectos ambientales, energéticos, urbanísticos, sociales, técnicos y operacionales



MEDICIÓN DE CONTAMINANTES
El estudio presenta una estimación económica de los beneficios medioambientales que se derivarán de la sustitución de las actuales tecnologías de propulsión por otras más sostenibles.

FOTO: EMTU/SP

Corredor ABD São Paulo.

Expresso Tiradentes.

EVALUACIÓN Y CONCLUSIONES

Una vez caracterizadas las tecnologías disponibles en el mercado, el siguiente paso era seleccionar las más adecuadas y eficientes para el caso concreto de la región de São Paulo. Para ello se partió de un escenario operacional tipo, que reflejase en lo posible la situación real.

Las tecnologías se evaluaron con dos enfoques: el económico-financiero y el multicriterio, más amplio, que combina –aplicando una rigurosa metodología– una variedad de factores que incluyen no sólo los aspectos estrictamente económicos y las posibles fuentes de financiación, sino también los ambientales, energéticos, urbanísticos, sociales e institucionales y los técnicos y operacionales, con un total de 26 indicadores.

Como resultado de esta evaluación multicriterio, se han clasificado las tecnologías por grupos, según su puntuación total, y se proponen tres plazos para el plan de sustitución, a partir de 2016: primero el biodiésel B20 (a 6 años), seguido del etanol, los híbridos y el trolebús (a 15 años), y finalmente, a largo plazo, los eléctricos a batería y los de hidrógeno. También se propone identificar a todos los actores implicados en el proceso: administraciones federal y estatal, bancos de desarrollo, empresas y asociaciones de transporte, suministradores, investigadores, etc.

El estudio presenta también una estimación económica de los beneficios medioambientales que se derivarán de la sustitución de las actuales tecnologías de propulsión por otras más sostenibles. Para ello, se ha atribuido un coste a cada tipo de contaminante (monóxido de carbono, partículas inhalables, azufre, etc.). Así, se concluye que se ahorrarían 2,3 millones de reales anuales a corto plazo, 7,5 a medio plazo y hasta 31,3 en el horizonte temporal más lejano. Se señala, asimismo, que los beneficios del cambio tecnológico no se limitan a reducir las emisiones contaminantes; también redundarán en el aumento de la calidad de vida y el bienestar de los ciudadanos, además de contribuir a la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles, en línea con la legislación brasileña e internacional.«

El renacimiento del transporte en Mascate

La capital de Omán apuesta por el transporte colectivo

Redacción *itransporte*, con la colaboración de **Eva Hitado**, **Emilio Miralles** y **Juan Francisco González**, ingenieros de caminos

Crear un servicio de autobuses urbanos, regular y unificar el sector del taxi y coordinarlo todo bajo una autoridad única de transporte, son algunas de las principales propuestas del Plan Director de Transporte Público que Ineco ha concluido para la capital del sultanato.

Omán es el tercer país del mundo donde más crece el turismo, según las previsiones del último informe del Consejo Mundial de Viajes y Turismo. Su capital, Mascate, con algo más de un millón de habitantes, es una ciudad costera apacible y hospitalaria, donde reside más de una cuarta parte de la población del país, cuatro millones de habitantes. Conjuga una historia milenaria con una moderna oferta comercial, hotelera y gastronómica de alta gama, así como museos y centros culturales entre los que destaca el Royal Opera House, un moderno teatro de ópera inaugurado en 2011 que presenta artistas y producciones de primer nivel; o la espectacular Gran Mezquita, ejemplo de arte religioso moderno.

El "Renacimiento" omaní

El conjunto del país ha experimentado un despegue económico y social desde 1970 conocido como "Renacimiento", que ha supuesto la apertura al exterior y la construcción de todo tipo de equipamientos e infraestructuras, incluidas las de transporte, que juegan un importante papel para el turismo, pieza clave de la actual estrategia de diversificación de la economía que está desarrollando el sultanato. En este marco, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones omaní encomendó a Ineco, en enero de 2014, la elaboración de un Plan Director que permitiera planificar tanto las infraestructuras como la gestión de un nuevo sistema de transporte urbano moderno y eficiente para Mascate (ver *itransporte 50)*. El objetivo: alcanzar un reparto modal del 25% para el transporte público en torno al año 2040.

El Plan Director abarca todos los modos de transporte colectivo urbano de pasajeros, tanto terrestres como marítimos

El Plan, ya concluido, parte de un diagnóstico preciso de la situación, elaborado tras la recopilación y análisis de datos de múltiples fuentes tanto institucionales como privadas. Abarca todos los modos de transporte colectivo urbano de pasajeros, tanto terrestres (autobús, microbuses y taxis, futuros sistemas ferroviarios) como marítimos *(ferry)*.

A partir de este análisis, el Plan define una serie de programas de actuación dirigidos a mejorar la movilidad de la ciudad, mejorar la seguridad del tráfico y de los viajeros, así como la calidad y fiabilidad de los servicios. También pretende implicar al sector privado en el transporte público –hasta ahora de gestión estatal– y reducir la dependencia de los combustibles fósiles promoviendo modos más respetuosos con el medio ambiente.«

PLAN DIRECTOR PARA MASCATE

Parte de un diagnóstico preciso de la situación, elaborado tras la recopilación y análisis de datos de múltiples fuentes tanto institucionales como privadas y abarca todos los modos de transporte: autobuses, microbuses, taxis, sistemas ferroviarios y *ferries*.

CLAVES DEL PLAN

→**El diagnóstico revela que el primer paso sería unificar y organizar** la regulación y la gestión de todo lo relacionado con el transporte público, para lo que propone la creación de una autoridad única (ATP), liderada por el Ministerio de Transportes y con una importante participación del Ayuntamiento de Mascate. Así se conseguiría eliminar duplicidades y solapamientos de funciones que se dan actualmente entre las diferentes instituciones y organismos con competencias en transporte, y se lograría coordinar la planificación a medio y largo plazo, con una visión estratégica que hasta ahora no es posible.

→**Creación de una red de autobuses urbanos**. Las dos líneas existentes sólo cubren una pequeña área –Wadi Adei, Wadi Kabir y Ruwi–, con tiempos de viaje penalizados por la congestión vial. El Plan propone la implantación, en varias fases, de una red de autobuses urbanos integrada por unas líneas principales ("troncales") y una serie de líneas secundarias ("alimentadoras") para facilitar el acceso a la red desde distintos barrios. Y en sucesivas fases, el sistema se completaría con la construcción de aparcamientos disuasorios, estaciones de autobuses y el desarrollo, si el aumento de demanda lo justificase, de un BRT *(Bus Rapid Transit)* con calzadas específicas para la circulación de autobuses.

→**Regulación y modernización del sector del taxi.** Según datos de la Policía Real de Omán, por la ciudad circulan 13.400 taxis y microbuses de diferentes servicios: aeropuerto, hoteles, etc., y actualmente constituyen la principal alternativa a los 317.000 coches que colapsan las calles de Mascate. Durante el estudio se determinó que la calidad y fiabilidad del servicio eran susceptibles de importantes mejoras. Por ello, el Plan propone la reorganización del sector con una nueva regulación en la que se definan los distintos tipos de taxis, y una mejora de la calidad de los servicios con la incorporación de nuevas tecnologías.

→**El Plan propone iniciar el proceso de preparación** para el desarrollo de algún tipo de sistema ferroviario ligero –metro ligero, tranvía, etc.–, que, por su naturaleza, requiere de un amplio periodo de tiempo para su planificación y ejecución.

→ **Además, el Plan recoge un gran número de propuestas** orientadas a favorecer el uso del transporte colectivo y desincentivar el uso del vehículo privado, integrándolo en la planificación urbanística, así como promover modos no motorizados como caminar o el uso de la bicicleta.

→**La implantación del futuro sistema de transporte público** se ha dividido en tres fases: en la primera (de dos a tres años), además de la autoridad única, se prevé la implantación de las principales líneas de la red de autobuses y la reestructuración del sector del taxi. En la siguiente (de tres a siete años), se añadirían nuevas líneas secundarias, los aparcamientos disuasorios y nuevas estaciones de autobús. A siete años vista, se plantearía la posible evolución de la red troncal de autobuses hacia los ya citados sistemas BRT o metro ligero (en función de la demanda); se implantarían nuevos servicios marítimos *(sea-taxis)*, etc.«

“Se requiere experiencia en *Primavera*”

La figura de los *managers* de sistemas en la gestión de grandes proyectos

Con la colaboración de los **equipos de gestión y planificación** de los proyectos de **alta velocidad La Meca-Medina** (Arabia Saudí), **High Speed Two** (Reino Unido) y del *project management* del **aeropuerto internacional de Kuwait** (KIA)
Fotos: **Elvira Vila**

Las herramientas de gestión de infraestructuras han visto un desarrollo sin precedentes en las últimas décadas, ligado principalmente al impulso de grandes proyectos, al avance de las bases de datos y las posibilidades que la Red ofrece para compartir datos desde localizaciones remotas.

Los proyectos, generalmente, son esfuerzos complejos, cuando no retos y desafíos que, como en el caso de los grandes trabajos de infraestructuras, implican la utilización de formidables cantidades de recursos, rigurosos requerimientos de calidad y estrictos plazos de entrega, que deben mantenerse dentro de un marco presupuestario previamente fijado por el cliente.

Dentro de la gestión del proyecto *(project management),* las herramientas de planificación son elementos clave para la supervisión y control integral de los proyectos en todas sus fases, sirviendo de base para gran parte de los procesos de gestión. En este contexto, la planificación y programación busca crear un modelo que permita predecir qué actividades y recursos son críticos para la finalización en tiempo del proyecto. Así, sirve de herramienta tanto para el gestor *(project manager),* como para el cliente, facilitando la toma de decisiones en la implementación de estrategias que aseguren que las actividades y los recursos asociados del proyecto son gestionados apropiadamente, permitiendo que este se complete en tiempo y dentro del presupuesto previsto.

A principio de los años 80 coincidiendo con la generalización del ordenador personal, se extiende una serie de aplicaciones software de planificación que facilitan al gestor de proyecto la tarea de crear un plan con recursos asignados a las tareas, el seguimiento de su progreso y la gestión del presupuesto asociado. Con el cambio de siglo, la tendencia es integrar las herramientas de planificación con otros paquetes de gestión *(Document, Contract, Financial, Risk and Issue Management,* etc.) que se engloban en plataformas de datos de acceso web o en la nube. Este modelo se beneficia en ocasiones de la incorporación de datos procedentes del BIM *(Building Information Modeling),* lo que convierte a estas plataformas en herramientas valiosas para la gestión y toma de decisiones en grandes proyectos de infraestructuras, especialmente en países en los que el empleo de modelos de gestión tiene raíces anglosajonas.

Ineco emplea paquetes de gestión y plataformas de información en proyectos de grandes infraestructuras desarrollados en países como los Emiratos Árabes, Arabia Saudí, Kuwait y del Reino Unido

En el mercado existen soluciones integradas de paquetes de gestión y plataformas de información, dirigidos a la gestión de grandes proyectos de infraestructuras. Aconex y Primavera, de Oracle, entre otros, son ejemplos de opciones disponibles y con gran penetración en el mercado, que coexisten con soluciones creadas *ad hoc.*«

ILUSTRACIÓN: MERCÈ LÓPEZ

3 GRANDES PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS

Haramain

KIA

HS2

PROYECTO

Haramain. Arabia Saudí

En la imagen, los planificadores de Ineco en el proyecto Haramain: de izquierda a derecha, Francisco Maestre, Fernando Romero, Francisco Gómez y Tomás Blanco, jefe de Planificación. El equipo domina el módulo Primavera P6 Project Management y controla los procesos técnicos que abarcan el diseño, suministro, instalación, prueba y puesta en servicio, de la vía y sistemas de la línea en 450 kilómetros y cinco estaciones.

Gestionando 14 empresas en el Haramain

En el caso del proyecto de la línea de alta velocidad La Meca-Medina, el equipo de planificación de Ineco colabora en el consorcio formado por doce empresas españolas y dos saudíes, llevando a cabo la elaboración del plan inicial *(baseline)* y la actualización periódica del programa que engloba las fases de diseño, suministro, instalación, prueba y puesta en marcha, a través de la herramienta de gestión definida en el contrato, Primavera P6 Project Management.

El plan para su creación se alimenta de elementos definidos por otros procesos de gestión *(project management processes),* entre otros, de la definición de los alcances *(scopes)* y de la estructura de desglose del trabajo *(work breakdown structure)* establecida. Se crea así un modelo de hitos y actividades relacionadas lógicamente, con duraciones y recursos estimados, fruto de la información recibida por los miembros del consorcio. El modelo recoge el comienzo y final de cada actividad e hito y permite la obtención de la fecha de finalización del proyecto mediante la aplicación de Método del Camino Crítico *(Critical Path Method).* Este plan o programa inicial se incluye en el plan de gestión del proyecto *(project management plan),* sirviendo de base para otras áreas de gestión, como pueden ser, entre otras, la gestión documental, la elaboración de un plan de *cash flow,* la gestión de riesgos *(risk management)* o la gestión de incidencias *(issue management).*

El programa permite al contratista demostrar la factibilidad de cumplir la fecha final del proyecto, mientras que la aprobación por parte del cliente de este programa fija una base contractual para verificar posibles reclamaciones debido a retrasos de cualquiera de las partes en la fase de ejecución del proyecto. Una vez el proyecto ha entrado en la fase de ejecución, el programa sirve como una herramienta de supervisión y control del progreso de los trabajos, y es actualizado por el equipo de planificación conforme a los datos aportado por los equipos de producción.«

PROYECTO

KIA. Kuwait

El equipo de gestión y planificación de Ineco en el aeropuerto de Kuwait ha desarrollado un sistema propio, que junto a las aplicaciones comerciales Aconex, Primavera y Presto, se ajusta a los requerimientos y envergadura del proyecto. En la imagen, de izquierda a derecha, Sara Cañamero, John Mathew, Salvador Gómez, Rajan Sellathurai, Rafael Lara y Aina Ferrer.

Un sistema de gestión polifacético

La Dirección General de Aviación Civil de Kuwait adjudicó en 2011 a Ineco, en colaboración con su socio local KUD, el contrato de *Project Management Services* para el desarrollo del aeropuerto internacional de Kuwait (KIA). Como *project manager,* Ineco es responsable de la integración, la coordinación y el seguimiento y control de los más de 76 proyectos de construcción y asistencia técnica a ejecutar a lo largo de 10 años, y valorados en más de 9.000 millones de dólares.

La complejidad del Plan viene derivada no solo del volumen de la ampliación, sino sobre todo de las interfaces físicas impuestas por la operación del propio aeropuerto, además del gran número de interlocutores a coordinar. Otros factores añadidos son la diversidad de contratos manejados –que incluyen desde proyectos tipo Design & Build en EPC hasta Design & Supervision o BOTs–, la gestión simultánea de proyectos en distintas fases de sus ciclos de vida, y el marco regulatorio y legal. Por todo ello, se definió un modelo de sistema de gestión con varios niveles superpuestos: el primer nivel lo conforma la 'plataforma de colaboración', que gestiona la documentación y las comunicaciones del proyecto. El segundo nivel está formado por aplicaciones para la gestión de los datos relacionados con el alcance, el tiempo y el coste de los proyectos. El tercer nivel incluye aplicaciones de análisis y control: elaboración de indicadores de progreso, control de flujos, predicciones de *cash-flow,* etc. Un último cuarto nivel incluye aplicaciones ejecutivas del tipo cuadro de mando, interfaces gráficos tipo GIS o informes especiales. Estas aplicaciones integran a su vez los datos suministrados por el resto de niveles del sistema. A este sistema de información se le denominó KITAB *(KIA IntegraTed Airport scoreBoard)* por referencia a la palabra árabe *Kitab* (Libro). KITAB es una web construida *ad hoc* para este proyecto a semejanza de las desarrolladas por Ineco para el Plan Barajas y el Plan Málaga.

Dado que no existe ningún software en el mercado que cubra todas estas funcionalidades, se han adoptado aplicaciones comerciales como Aconex, Primavera, Presto, SQL Server, MS Access, MS Excel, etc. y de desarrollo propio que funcionan de forma interrelacionada.«

PROYECTO

HS2. Reino Unido

El equipo de Ineco que participa en la planificación del proyecto de un tramo de la segunda línea de alta velocidad del Reino Unido, debe realizar el día a día de su trabajo de forma totalmente integrada manejando diversos sistemas de información. En la imagen, de izquierda a derecha, el experto en Rail Track y BIM, Iker Garteizgogeaskoa, la jefa de Control de Documentación del consorcio Capita-Ineco, Dolores Pérez Castañera y la experta en ProjectWise y GIS, Cristina Calvo.

Participación en la línea de alta velocidad HS2

High Speed Two (HS2) Limited es la compañía responsable del desarrollo y promoción de la nueva red ferroviaria de alta velocidad, financiada con fondos del Gobierno inglés y dependiente de su Departamento de Transportes. La misión de este proyecto es asegurar que la segunda red de alta velocidad del Reino Unido, se diseñe, construya y opere con los más altos estándares de calidad y seguridad, y que, además, se realice de forma sostenible, responsable y respetuosa con las comunidades y con el medio ambiente de los lugares afectados, integrándose perfectamente con los sistemas de transportes existentes.

Ineco, junto con la empresa inglesa Capita, en consorcio desde abril de 2012, participa en este proyecto realizando el diseño de uno de los tramos de la red como empresa contratista de HS2. Desde el inicio de la gestión, Ineco asumió el control documental dentro del consorcio.

HS2 trabaja con todos sus proveedores en 58 contratos diferentes de una manera conjunta y alineada. Este tipo de proyectos se basa en el control exhaustivo de toda la información que va desde los activos físicos, a los procesos, contratos, personas, documentos, planos y evidencias. Y para asegurar que la información sea relevante y precisa, el sistema de gestión de la información debe de ser capaz de configurarse para que coincida con sus procesos de negocio y sus necesidades contractuales.

Para ello, HS2 ha desarrollado de la mano de Bentley un sistema electrónico de producción y gestión de la documentación integral (EDMS) que abarca la plataforma MicroStation para el diseño de la infraestructura y el modelado, la plataforma Power Rail Track V8i, para el diseño del trazado de la vía en 3D (con el que Ineco ganó en 2013 el premio Bentley), la plataforma ProjectWise, para el proyecto de infraestructura, y la plataforma Enterprise Bridge Information Manager, que controla los cambios a lo largo del ciclo de vida del proyecto.«

Sensibilidad medioambiental

La integración social y el respeto a la biodiversidad, ejes del estudio

Por **Virginia Fuentes,** ingeniera de montes

FOTO: BAUXETIO (FLICKR)
El altiplano boliviano.

FOTO: SAM BEEBE (FLICKR)
La selva amazónica.

El consorcio Ineco-Cobodes ha elaborado un estudio de evaluación ambiental estratégica para el Corredor Ferroviario Bioceánico Central, un proyecto emprendido por el Gobierno de Bolivia con financiación del Banco Iberoamericano de Desarrollo (BID) que conectará el océano Pacífico con el Atlántico.

Con esta infraestructura el Gobierno del país confía en sentar las bases para generar un gran cambio en la historia de Bolivia, ya que la conexión entre los puertos de ambos océanos a través de Perú, Bolivia y Brasil –uniendo las grandes ciudades, la selva y la altiplanicie en la parte central de Sudamérica– supondrá una alternativa logística y de transporte a los grandes corredores marítimos de América Latina. Su puesta en marcha favorecerá el crecimiento económico, mejorará la capacidad de relación comercial en la región y permitirá la explotación e industrialización de sus recursos naturales. En definitiva, una importante activación del comercio local, ofreciendo a la población la posibilidad de trasladarse con tarifas más económicas y que sus productos lleguen a los destinos de exportación. En un país con poco más de ocho millones de habitantes –de los que un alto porcentaje lo constituye la población indígena– la recuperación y construcción del corredor ferroviario es clave para el desarrollo económico y la erradicación de la pobreza, la desigualdad y la exclusión social.

Se calcula que en la próxima década el nivel de demanda de mercancías por ferrocarril será del orden de 40 millones de toneladas, fundamentalmente de productos agrícolas y minerales que tendrán salida tanto hacia los puertos del Pacífico como hacia el oceáno Atlántico a través de la hidrovía Paraná-Paraguay.

Dentro de esta ambiciosa actuación, el Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda de Bolivia, a través del Viceministerio de Transportes, ha encargado al consorcio formado por la ingeniería pública española Ineco y la consultora boliviana Cobodes, la identificación y evaluación de los impactos ambientales y sociales de carácter estratégico a lo largo de todo el recorrido del CFBC en Bolivia.«

A través de todo el país

El Corredor discurrirá de oeste a este por todo el país atravesando regiones con características ambientales y sociales diversas: el tramo más occidental, entre la frontera peruana y Oruro, discurre por el altiplano en donde el clima continental es extremo y la economía está basada en el cultivo de la papa, la quinua y los camélidos. El tramo central atraviesa los Andes y los valles preandinos y se caracteriza por una gran inestabilidad geológica. Además, cuenta con numerosos espacios naturales protegidos y las poblaciones presentan un índice de desarrollo muy bajo. El tramo oriental, –entre Santa Cruz de la Sierra, la ciudad más grande y poblada, y Puerto Quijarro, a orillas del río Paraguay junto a Brasil– es una zona tropical, perteneciente a la cuenca del Amazonas, con la mayor tasa de crecimiento de Bolivia.«

FOTO: JASPER NANCE (FLICKR)
Vista parcial de Villa Tunari, en la región central de Bolivia.

FOTO: LON&QUETA (FLICKR)
Zapatero en Comarapa.

UN AMPLIO PLAN DE ACCIÓN

El plan de acción definido por el consorcio incluye desde la protección de los ecosistemas, los recursos hídricos o el patrimonio, hasta el fortalecimiento del marco legal, la educación ambiental o el fomento del ecoturismo.

El estudio persigue la salvaguarda del enorme patrimonio natural de la zona, integrado por una multitud de áreas naturales con gran biodiversidad y mejorar la calidad de vida de la sociedad boliviana

FOTO: MARTHA DE JONG-LANTINK

Basílica de Santa Cruz.

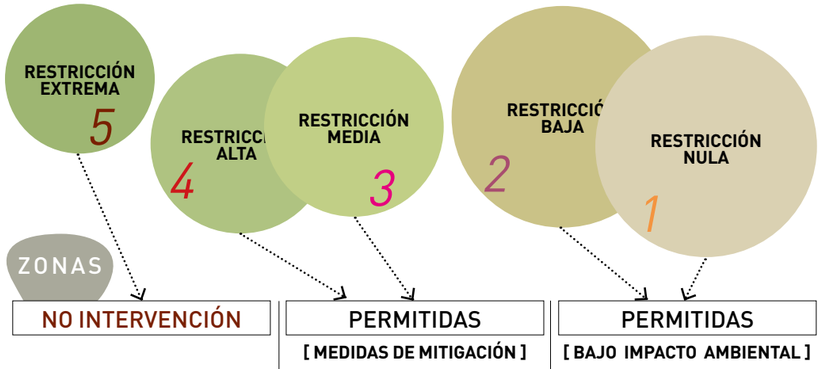
FOTO: CESAR CATALÁN [FLICKR]

Municipio boliviano de Laja.

Diagnóstico territorial

La evaluación ambiental estratégica desarrollada por Ineco-Cobodes ha permitido interiorizar los aspectos ambientales y sociales más sensibles en el proceso de planificación de todo el corredor. El primer paso del análisis consistió en un diagnóstico territorial que permitiera elaborar un mapa de todo el territorio y su capacidad de acogida a la infraestructura ferroviaria.

Para la obtención de un mapa global de restricciones se establecieron distintos criterios en función de las características territoriales del ámbito de estudio. Por ejemplo, en la zona tropical el riesgo de inundación era mucho mayor que en los Andes por lo que su restricción también era mayor; en el altiplano el riesgo de pobreza o la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria es mucho más significativo que en las zonas bajas más próximas a la frontera brasileña y, por tanto, también condicionan más significativamente el desarrollo del ferrocarril.



A la búsqueda del menor impacto ambiental

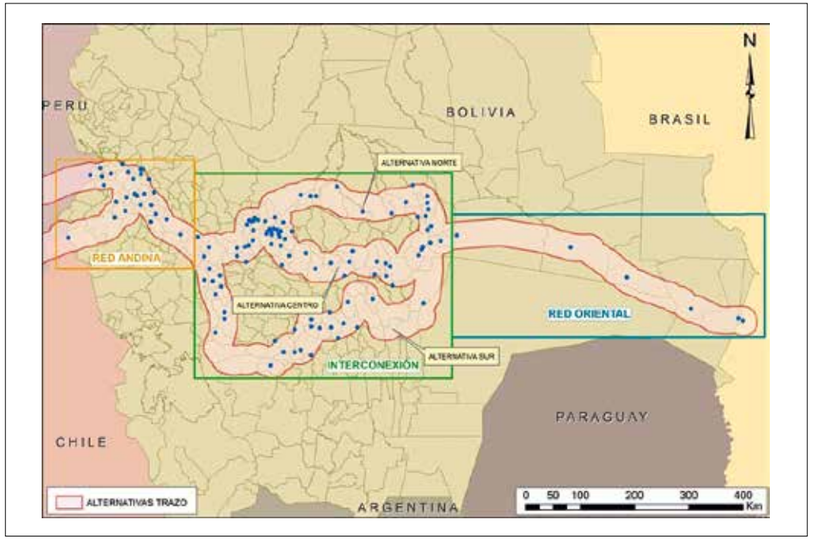
A partir de este mapa de restricciones, se seleccionó el corredor de 100 kilómetros de ancho más apropiado para el nuevo trazado y dentro de este se escogió la alternativa que menos impactos generaba, teniendo en cuenta tanto los aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales como el trazado de mínimo impacto ambiental desarrollado por Ineco.

Una vez seleccionada la alternativa más adecuada, se identificaron los impactos y efectos de carácter estratégico. *A priori,* la existencia del corredor ferroviario supone un incremento del crecimiento económico lo que tiene consecuencias directas sobre la población, tanto positivas (aumento de ingresos, disminución de la tasa de pobreza, etc.) como negativas (expropiaciones derivadas del derecho de vía, conflictividades o cambios en las actividades tradicionales).

Más concretamente, en la zona tropical, los efectos más destacados del tren se derivarán de la ampliación de la frontera agrícola debido a la reducción del coste y de los tiempos del transporte. Este incremento de la superficie de producción agropecuaria supondrá una reducción de la vegetación arbolada con el consiguiente aumento de los efectos negativos que puedan provocar las abundantes lluvias y las inundaciones. En esta zona, además, se tiene ya constancia de los efectos del cambio climático, hecho que puede verse agravado si no se fomenta el aumento de productividad de la tierra en vez de incrementar el cambio de uso de suelo.

Impacto en los territorios andinos

En el territorio andino, los impactos más destacados surgirán de las elevadas pendientes y la inestabilidad geomorfológica; además, en esta zona, será necesario impulsar medidas que mejoren la calidad de vida y disminuyan la tasa de pobreza de la población. En el altiplano, el corredor ferroviario puede modificar las dinámicas económicas, alterando el uso de suelo tradicional; esto conllevará un aumento muy significativo de la competencia por el uso del agua tanto para consumo humano como para irrigación.«



PROPUESTA DE CORREDORES PARA EL CFBC

El sistema ferroviario boliviano está compuesto de dos redes sin conexión: la red andina, conectada con Chile y Argentina; y la red oriental, conectada con Brasil y Argentina. El CFBC permitirá completar el corredor y cerrar la conexión mediante la construcción de una nueva infraestructura y la rehabilitación de la ya existente.

FOTO: LUIS FERNANDO TERCEROS

Puente Pailas.

FOTO: LUIS FERNANDO TERCEROS

Red ferroviaria andina.

FOTO: PATRICIA CABALEIRO

Taller informativo.

Talleres informativos y difusión pública

Dada la importancia y los efectos del corredor en la población boliviana, la participación social y la difusión pública de los resultados han sido aspectos de gran importancia. Por ello se llevaron a cabo varios talleres informativos en distintos puntos del ámbito de estudio con representantes de organizaciones sociales, indígenas y de sectores productivos para recabar su opinión sobre esta infraestructura. Una vez terminado el estudio, se realizaron dos talleres con expertos reconocidos en el país y cuatro audiencias públicas para la población en general. Por último, para lograr una mayor difusión del proyecto se editó una publicación con una tirada de 2.400 ejemplares con un resumen de lo más destacado, se repartieron más de 3.000 trípticos con información clave del proyecto y se imprimieron 240 guías sobre cómo realizar una Evaluación Ambiental Estratégica, que han sido distribuidas en escuelas técnicas.«

Más aterrizajes, menos contaminación

Finaliza OPTA-IN, el proyecto europeo de 'aterrizajes verdes'

Redacción ***itransporte***

Tras dos años de pruebas, el consorcio que lidera Ineco junto a AirEuropa, Crida, Enaire e Indra, con la colaboración de Air Berlin, da por finalizado OPTA-IN*: los denominados 'aterrizajes verdes' servirán para reducir el impacto ambiental y los costes de las operaciones.

Los vuelos de prueba se han llevado a cabo en el espacio aéreo del área terminal de Palma de Mallorca, donde se han realizado aproximaciones de descenso continuo (CDO) o 'aterrizajes verdes', con el fin de minimizar las emisiones y el consumo de combustible.

Ineco lidera este proyecto que comenzó en 2013 dentro del consorcio formado por AirEuropa, Crida, Enaire e Indra. La compañía es, además, responsable del plan de comunicación y concienciación, corresponsable de la evaluación medioambiental y ha contribuido en el desarrollo y evaluación operacional.

PRUEBAS DE OPTA-IN
En el aeropuerto de Palma de Mallorca se han realizado las pruebas de OPTA-IN en 101 vuelos. En la imagen, un avión de Air Berlin.

Iniciativa de la SESAR Joint Undertaking (SJU)

OPTA–IN forma parte del programa de la SJU *SESAR Integrated Flight Trials and Demonstration Activities* y bajo el marco AIRE. El proyecto continua el legado del proyecto OPTA con la finalidad de reducir el impacto medioambiental de la aviación. El procedimiento reside en que las aeronaves realizan CDOs para una trayectoria predefinida e inamovible cuya única técnica de separación para el controlador ATC es el ajuste de velocidades.

OPTA-IN ha proporcionado la posibilidad de aplicar CDOs sin nuevos equipamientos ATM/ CNS en un aeropuerto con un volumen de tráfico considerable

El éxito de OPTA-IN ha recaído principalmente en unificar y dirigir, en un corto periodo de tiempo, los esfuerzos de la industria para desarrollar un prototipo acorde a los requisitos operacionales. Cabe destacar la labor de las compañías aéreas, que han permitido e instruido a sus tripulaciones en la aplicación del procedimiento; el proveedor de servicios de navegación aérea, que ha proporcionado el control de tráfico aéreo adecuado sin repercutir en la operación del resto de usuarios; y de las empresas de ingeniería, que han dado el soporte necesario en las diferentes áreas.

En los dos años que ha durado el proyecto OPTA-IN, se han realizado 101 vuelos de prueba en el aeropuerto de Palma de Mallorca con aviones Embraer 190, Airbus A320/1 y Boeing 737/8s. Los ensayos han contado con una valoración muy positiva tanto de los operadores de tráfico aéreo como de los pilotos.«

FERNANDO FERRÁNDEZ
Jefe de la División de Convergencia Europea de Enaire
"Este tipo de iniciativas permiten comprobar en un entorno real los beneficios medioambientales que se habían demostrado en entorno de simulación, y permite plantearse su posible implantación en aeropuertos que por las características de sus aproximaciones lo permitan".

* *Optimised Profile descenT Approaches Implementing wiNdows*

PETER LUBRANI
Ingeniero aeronáutico y *Project manager* de OPTA-IN
"OPTA-IN ha demostrado que permite incrementar el uso de descensos continuos en aeropuertos con densidad media de tráfico, sin la necesidad de una modernización de los sistemas ATM y dando el suporte necesario a los ATCs".

MIGUEL ÁNGEL PÉREZ LORENZO
Ingeniero de software y sistemas de Indra
"En Indra hemos desarrollado una herramienta que le permite saber al ATCO de forma rápida y sencilla, gracias a su HMI, en qué momento y ajuste de velocidad debe dar a un vuelo para realizar un procedimiento OPTA-IN".

ALEXANDER DORTA
Ingeniero técnico, Experto ATM de Ineco
"Las principales aportaciones han sido tanto el acercamiento de posturas y/o necesidades entre los pilotos y controladores como el desarrollo de un nuevo procedimiento basado en una simple técnica de ajuste de velocidad".

ANDREA VILLA-GARCÍA
Ingeniero ATM I+D de Crida
"La evaluación ambiental de la operativa ha cuantificado y demostrado reducciones en gasto de combustible y emisiones (CO_2) entre el 7 y el 12%, (en el caso del NO_x, de un 50%), dependiendo del tipo de avión volado".

JOAN ROSSELLÓ
Adjunto al director de Operaciones de AirEuropa
"Desde el punto de vista de los pilotos, este tipo de operaciones son muy fáciles de realizar sin que se incremente su carga de trabajo. Y, claramente, contribuyen a la mejora de la eficiencia durante una fase sensible del vuelo".

SASCHA FISCHER
Gerente sénior de Operaciones ATM de Air Berlin
"Las pruebas han sido un éxito en cuanto a cuantificar el ahorro de combustible: aunque el beneficio de un solo vuelo pueda ser poco (20 kg), el ahorro anual podría ser de hasta 360 toneladas de combustible".

Comportamiento ejemplar

Este viaducto de 1,6 kilómetros es un tramo clave del Eje Atlántico gallego

Con la colaboración de **Justo Carretero** y **Pablo Sánchez Gareta**, ingenieros de caminos

Un equipo de Ineco ha llevado a cabo para Adif las pruebas de carga del viaducto ferroviario del río Ulla, entre A Coruña y Pontevedra. Las pruebas garantizan que la estructura es segura y está lista para entrar en servicio cuando esté concluido el Eje Atlántico gallego.

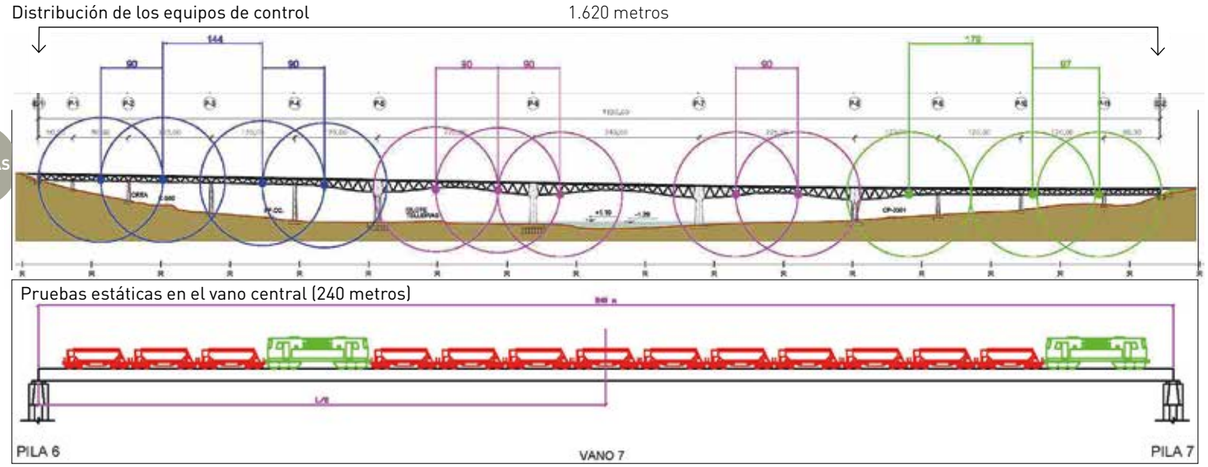
Es un tramo fundamental en el Eje Atlántico, el corredor ferroviario de 241 kilómetros que recorre toda la costa atlántica gallega, y del que desde 2011 ya está en servicio el tramo entre A Coruña y Santiago de Compostela, desde donde enlazará con la futura línea de alta velocidad hasta Madrid. Su objetivo final es comunicar entre sí cinco de las siete mayores ciudades gallegas: Ferrol, A Coruña, Santiago, Pontevedra y Vigo. Entre los tramos en avanzado estado de ejecución destaca el que coincide con el viaducto del río Ulla, en el límite provincial entre A Coruña y Pontevedra.«

FOTO: INECO

Eje Atlántico gallego | Viaducto del río Ulla

Los ensayos se repartieron en tres días consecutivos, lo que supone un récord de eficiencia para un puente tan largo y con 177 puntos de medida, controlados en tiempo real

ESQUEMAS



Pablo Sánchez, jefe de proyecto, y Jorge Benito, en uno de los puntos de registro y control por ordenador.

EQUIPOS

Nuevo sistema de medida de flechas.

Detalle de los equipos distribuidos.

PRUEBAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS

Se hicieron hasta 18 pruebas estáticas, con trenes parados (dos por cada vía), y un peso total de 3.680 toneladas. Se complementaron con sendas pruebas dinámicas, con los trenes circulando por una sola vía, a las velocidades de 10, 40 y máxima de 80 km/h, con y sin frenado.

Con una longitud total de 1.620 metros, se empezó a construir en 2009 y se diseñó para causar la mínima afección al río y a su entorno. Por ello se optó por sostenerlo con once pilas en forma de copa, con vanos de anchura variable que en la sección central alcanzan una separación máxima (denominada luz) de 240 metros, un récord mundial en puentes de este tipo. La solución constructiva para esta estructura singular se completa con una celosía de acero de alta calidad tipo *Warren* de canto variable, distribuida en módulos de 15 metros de longitud (en casi toda la extensión del viaducto) para reducir al mínimo las uniones a realizar en obra, y un tablero con losa de hormigón *in situ*, con un grosor que oscila entre los 25 y los 46 cm. La plataforma tiene 14 metros de ancho y cuenta con doble vía.

A mediados de febrero de 2015, un equipo de Ineco llevó cabo para Adif-Alta velocidad, con José Ramón Valcayo como director de contrato, las pruebas de carga de la estructura para comprobar que su comportamiento es correcto y que no hay defectos ocultos que puedan poner en riesgo su seguridad. Los ensayos se repartieron en tres días consecutivos, lo que supone todo un récord de eficiencia en este tipo de pruebas para un puente de esta longitud y con tantos puntos de medida, 177 en total, formando una red de 13 puestos de control perfectamente sincronizados. Los instrumentos registraban y transmitían 5.000 lecturas por segundo a siete puntos de registro y control por ordenador, donde se podían visualizar los resultados en tiempo real, al mismo tiempo que se grababan para su almacenamiento y posterior análisis.

Se emplearon cuatro locomotoras de 120 toneladas y 40 tolvas de 80 toneladas, en dos tipos de pruebas: estáticas, 18 en total, con los trenes parados –con 3.680 toneladas en total–, y sendas pruebas dinámicas, con los trenes circulando por una sola vía, a las velocidades de 10, 40 y una máxima de 80 km/h, con y sin frenado. También se hicieron circular dos trenes en paralelo a velocidad mínima, para obtener la envolvente de esfuerzos.

En el caso del viaducto del río Ulla, los resultados obtenidos confirman el comportamiento correcto de la estructura para la puesta en servicio

Un equipo de Ineco de doce personas llevó a cabo las pruebas, supervisado por el experto en Instrumentación, Monitorización y Ensayos Justo Carretero (en la imagen),en coordinación con el jefe de proyecto.

Las magnitudes medidas durante una prueba de carga son, entre otras, la inclinación, el desplazamiento, la vibración y la temperatura de todas las partes de la estructura y de los puntos de contacto entre ellas: los estribos (apoyos de ambos extremos del puente), el tablero, las pilas, etc. En el caso del viaducto del Ulla, los resultados obtenidos confirman el comportamiento correcto de la estructura para la puesta en servicio.«

Realidad a la vista

Ineco investiga la supervisión de estructuras con Google Glass

Por **Iván Hernández**, ingeniero de sistemas de información

Las obras de Trecho Norte de la circunvalación de São Paulo, en Brasil, han sido escenario de las primeras pruebas de campo con las gafas inteligentes Google Glass, con las que Ineco está probando novedosas aplicaciones para ingeniería civil.

Estar a pie de obra y visualizar *in situ* y en 3D cómo quedará la estructura una vez terminada, consultar su estado actual, agilizar los partes diarios de obra o examinar uno a uno los elementos que la forman es ya una posibilidad real gracias a la realidad aumentada que ofrecen las gafas inteligentes Google Glass. Ligeras, cómodas y de sencillo manejo, su potencial de uso en el ámbito de la ingeniería es muy amplio. Aunque el dispositivo en sí aún se encuentra en fase experimental (las siguientes versiones se esperan para 2015), Ineco ya ha comenzado a explorar sus posibles usos empleando los prototipos disponibles, y ha desarrollado y probado una aplicación específica para obras lineales y edificaciones.

El estudio forma parte de un proyecto de innovación de Ineco que se inició a mediados de 2014. Entre las nuevas utilidades investigadas figuran, por ejemplo, el cálculo automático del kilometraje (PK) de una traza, la carga automática de fotografías o la exploración en realidad aumentada de modelos virtuales BIM *(Build Information Modelling,* ver *itransporte 52)*. A estas funcionalidades específicas hay que añadir otras más generales como la toma de fotos y vídeos, la georreferenciación de los datos, etc.«

Las gafas inteligentes Google Glass son ligeras, cómodas y de manejo sencillo. Arriba, el ingeniero de Ineco Isidro Díaz frente a un viaducto del Rodoanel Mário Covas en São Paulo.

PRUEBAS DE CAMPO

Las primeras pruebas de campo se han llevado a cabo a principios de 2015 en Brasil, donde Ineco participa en la construcción del tramo final de 44 kilómetros –o *Trecho Norte*– de la circunvalación viaria de la ciudad de São Paulo, el Rodoanel Mário Covas, de 177 kilómetros en total. Las obras, que comenzaron en 2013 y se prevé finalizar en 2016, revisten una gran complejidad, ya que el tramo dispondrá de tres o cuatro carriles por sentido, siete túneles dobles y 111 puentes y viaductos.

Ineco, en consorcio con la ingeniería brasileña EBEI, está prestando apoyo a la empresa mixta DERSA (Desenvolvimento Rodoviário S.A., participada por el Estado de São Paulo), en el seguimiento de los trabajos. Para ello, junto con las herramientas propias de DERSA, está utilizando un desarrollo propio, SIOS Obras Singulares, que centraliza y gestiona multitud de datos de obra. Durante los ensayos se ha probado con éxito la visualización con las gafas inteligentes de la información almacenada en SIOS. Así, gracias a la interfaz de realidad aumentada, el usuario puede acceder a la información en tiempo real, superpuesta a la imagen que está siendo visualizada.«

Usos de Google Glass en la ingeniería civil

Las pruebas realizadas por Ineco han permitido constatar ya las ventajas de su uso para el seguimiento de las obras y la supervisión de estructuras:

→ Realidad aumentada en obra: identificación de elementos y su información asociada mediante una interfaz.

→ Carga y toma de fotografías y vídeos de campo *in situ*, con posibilidad de añadir más como atributos o localización geoespacial.

→ Visualización en la obra de los modelos virtuales desarrollados en BIM.

→ Cálculo automático en obras lineales del PK (kilometraje), junto a registros de fecha, altitud, etc.

→ Puesta al día más ágil de los avances de la obra, permitiendo la alteración de un elemento de forma dinámica.

→ Comunicación y recepción de mensajes en tiempo real sin necesidad de desplazamiento, permitiendo incluso, mediante videoconferencia, mostrar la situación actual a distancia e inclusive *streaming* de vídeo.

→ Generación de informes en tiempo real.

→ Posibilidad de incorporar en los informes material audiovisual útil para corrección de malas prácticas, falta de experiencia, etc.

→ Volcado de datos históricos que permiten una corrección en programaciones y previsiones futuras, así como el seguimiento de los objetivos marcados.

→ Información contextual y de apoyo de obra en todo momento (planos, proyecto, incidencias etc.).«

Paraísos cercanos

España cuenta con una de las costas más extensas del mundo y más de 3.000 playas de todo tipo, algunas auténticos monumentos naturales.

Redacción ***itransporte***

Playa de los Genoveses, Almería.

FOTO: FLICKR / CASTANJAS

Sólo la temperatura del agua revela la realidad: que una de las playas mejor valoradas del mundo no está en el Caribe o en Hawái sino en plena costa atlántica europea: el arenal de Rodas, en las islas Cíes, un pequeño archipiélago situado en las costas gallegas, que forma parte de un parque natural, con el acceso de visitantes restringido para proteger su espectacular entorno. En 2007, el diario británico *The Guardian* publicó en su sección de viajes una lista de *"las diez mejores playas del mundo"* en la que la de Rodas figuraba en el primer lugar.

No es la única playa española que ha recibido reconocimiento internacional por parte de los viajeros: en 2014, los usuarios de la conocida web de viajes Tripadvisor eligieron la playa balear de Ses Illetes, en la isla de Formentera, como la sexta mejor del mundo; y situaron a la de Las Catedrales, en la localidad lucense de Ribadeo (Lugo), en el puesto número 16, de una lista de 25 encabezada por Brasil y que incluía otros destinos turísticos de proyección mundial como el Caribe mexicano, Grecia o Hawái.

ARENALES EXTENSOS_Por su condición peninsular, España cuenta con el litoral más largo de Europa y uno de los 15 más extensos del mundo: 22 provincias se reparten 7.880 kilómetros de costa, de los que aproximadamente unos 2.000 son de playa, distribuidos en unos 3.000 arenales que abarcan todas las variedades posibles de entorno natural y nivel de ocupación: desde las kilométricas y solitarias playas de arena fina, aguas frías y fuerte oleaje de la costa gallega, asturiana, cantábrica o vasca, a las cálidas calas de unos pocos cientos de metros rodeadas de vegetación en las costas Brava o Dorada catalanas; pasando por las bien equipadas pero muy concurridas playas mediterráneas de Valencia, Alicante, Murcia, Ibiza o Mallorca; los paraísos surfistas de Cádiz o Almería o la gran variedad que ofrece el archipiélago canario con su clima semitropical y su geología volcánica.

Con bandera azul

Incluso las playas más frecuentadas alcanzan niveles de calidad muy elevados, como demuestran las 573 "banderas azules" con las que cuenta España y que la sitúan a la cabeza de Europa. Esta distinción anual de la organización sin ánimo de lucro Fundación Europea de Educación Ambiental, se otorga a más de 4.000 playas y puertos deportivos de 49 países, en función del cumplimiento de unos determinados estándares: calidad del agua, equipamientos y servicios y grado de información medioambiental, entre otros. En 2014, la región española con más distinciones fue Galicia con 142.

Playa de Bolonia, Cádiz.

FOTO: FLICKR / ARWED.STUERZE

Kitesurf en Fuerteventura.

FOTO: FLICKR / EL TURISTA ACCIDENTAL

Playa de Las Catedrales, Lugo.

FOTO: FLICKR / JL CERNADAS

España cuenta con el litoral más largo de Europa y uno de los 15 más extensos del mundo

Desde el despegue de la industria turística española, en los años 60 del pasado siglo, la oferta de "sol y playa" ha constituido la espina dorsal del sector más importante de la economía nacional. El superdesarrollo urbanístico que siguió a la llegada de los primeros turistas, transformó gran parte de la costa, especialmente el Levante y las islas Baleares y Canarias, zonas que, por su clima y situación geográfica, reunían las condiciones ideales para el desarrollo de infraestructuras hoteleras y de ocio. Sin embargo, la costa española sigue albergando joyas escondidas y zonas que bien por su clima, bien por ubicarse en áreas naturales protegidas o por otras razones, se han librado del impacto urbanístico y del turismo masivo.«

REFERENCIAS

→En Aguas Santas, Ribadeo (Lugo), conocida popularmente como "Las Catedrales", la erosión ha esculpido arcos de piedra de hasta 30 metros de altura.

→El viento y el mar también han horadado las cavernas de la playa de las Cuevas del Mar, a 16 kilómetros de Llanes, en Asturias, una región que ofrece otra rareza única: Gulpiyuri, un pequeña playa interior rodeada de acantilados, aunque no tan altos como los de la playa del Silencio, cerca de Cudillero.

→En el País Vasco, cabe destacar arenales aislados como La Barrika, en Vizcaya.

→La costa catalana, donde se sitúan centros turísticos como Salou o Lloret del Mar, conserva numerosas calas rodeadas de rocas y vegetación mediterránea, como las del litoral de Girona, auténticas piscinas naturales. Entre ellas, Sa Futadera o Cala Pola, cerca de Tossa del Mar. Las largas y tranquilas playas de Guardamar del Segura (12 kilómetros), en Alicante, poco tienen que ver con las de localidades de turismo masivo como Santa Pola o Torrevieja que, sin embargo, están muy próximas.

→Baleares y Canarias, destinos turísticos de primer orden, ofrecen playas como Ses Illetes, en Formentera, Sotavento, en Fuerteventura, o calas como Macarella y Turqueta, en Menorca. En Canarias, la isla del Hierro esconde el Charco Azul, una piscina natural entre rocas volcánicas, que ofrece una alternativa a Maspalomas, en Tenerife o Las Canteras, en Las Palmas.

→El desierto y el mar se unen en Almería, creando paisajes de aspecto lunar sólo desmentidos por la presencia del mar, como en las playas de Los Muertos o Los Genoveses, en el Parque Natural del Cabo de Gata.

→El litoral gaditano ofrece sorpresas como las ruinas romanas de la antigua ciudad de Baelo Claudia, junto a la playa de Bolonia, en Tarifa, paraíso de los surfistas, que frecuentan también otras como Punta Paloma. La de Los Alemanes, en Zahara de los Atunes, ofrece 1,5 kilómetros de tranquilidad y aguas cristalinas.

→Entre las numerosas playas de Huelva, destacan por su singularidad las de Nueva Umbría y el Caño de la Culata, ubicadas en una lengua de arena de 12 kilómetros de longitud denominada "Flecha del Rompido", que presenta la particularidad de crecer cada año alrededor de 30 metros.

Playa de Sotavento, Fuerteventura.

FOTO: FLICKR / XAVIPAT

Flecha del Rompido, Huelva.

FOTO: FLICKR / KDPERICO

Soluciones ineco

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 45 países.

Gracias a nuestro alto grado de especialización 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.«

MODOS

Aeronáutico · Ferroviario · Carreteras · Transporte Urbano · Puertos

- 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 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**

INECO EN EL MUNDO

América
México, Colombia, Venezuela, Brasil, Argentina, Panamá, Costa Rica, Jamaica, Perú, Chile, Ecuador, Bolivia

Europa
Reino Unido, Turquía, Italia, Portugal, Serbia, Polonia, Noruega, Grecia, Lituania, Bulgaria, Estonia, Dinamarca, Bélgica, España, Comisión Europea

África
Cabo Verde, Argelia, Marruecos, Mauritania, Namibia, Etiopía, Malí, Egipto, Angola

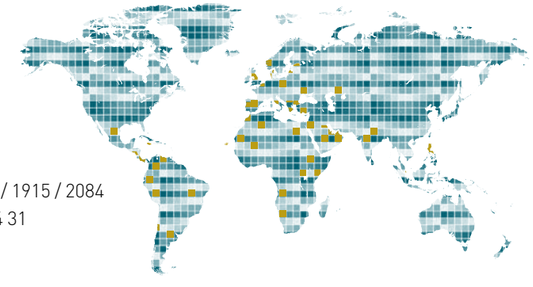
Oriente Medio
Arabia Saudí, Kuwait, Catar, Omán, EAU, Jordania

Asia
India, Filipinas, Nepal, Singapur, Kazajistán

MÁS DE 45 PAÍSES

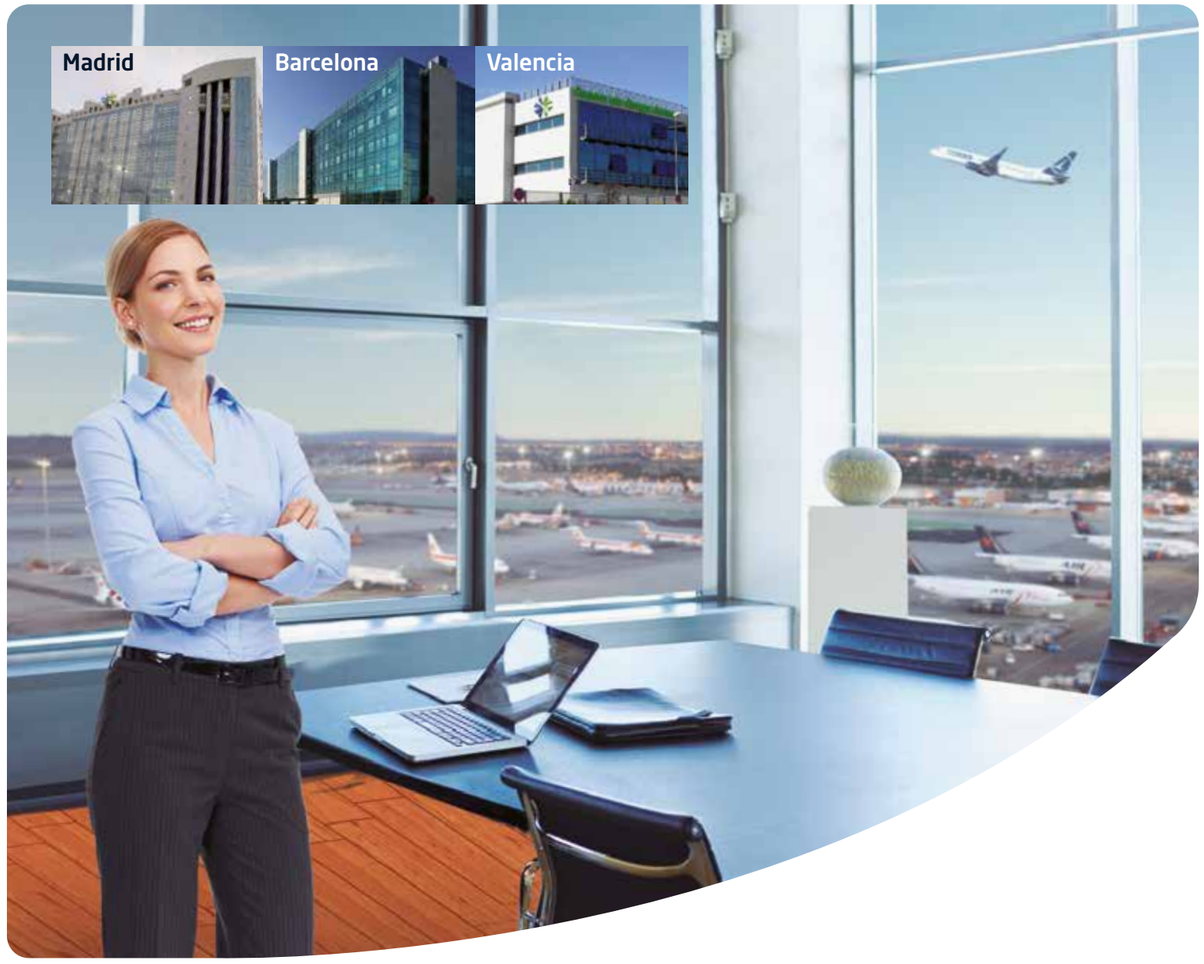
ESPAÑA (SEDE SOCIAL)
Paseo de la Habana, 138
28036 Madrid
Tel.: +34 91 452 12 00
Fax: +34 91 452 13 00
info@ineco.com

ARABIA SAUDÍ / Yeda +34 91 788 05 80
EAU / Abu Dabi +971 2 495 70 00
BRASIL / São Paulo +55 11 3287 5195
ECUADOR / Quito +59 39 7942 1220
KUWAIT / Kuwait City +965 6699 2395
MÉXICO / México D.F. +52 55 5547 4110 / 1915 / 2084
REINO UNIDO / Londres +44 78 27 51 84 31
SINGAPUR +34 91 452 12 00



www.ineco.com

Descárgate nuestra *app*: App Store | Google play



Tu oficina ubicada donde suceden las cosas

Con **Aena**, puedes tener tu propia oficina en una situación privilegiada dentro de los recintos aeroportuarios de **Adolfo Suárez Madrid-Barajas**, **Barcelona-El Prat** y **Valencia**.

- **Cerca de las zonas operativas** de manipulación de mercancías, aduanas y Puesto de Inspección Fronteriza (PIF) y con acceso rápido a lado aire.
- Por cada 50 m² o fracción de superficie alquilada te ofrecemos **1 plaza de aparcamiento gratis**.

Y si no te dedicas a la logística pero necesitas un despacho conectado con el mundo, tenemos siempre una opción para ti.

Infórmate y contáctanos en **cargaaerea@aena.es**

Aena. Comprometidos con tu negocio.

aena

Somos
el gestor
de navegación aérea
en España

ENAIRE

enaire.es

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Para que puedas llegar