

# 52

OCT 2014 | ENE 2015

*BUILDING INFORMATION MODELING*

**Del CAD al BIM, ver para creer**

*TRANSPORTE FLUVIAL DE BRASIL*

**Hidroviás: un caudal de posibilidades**

*SMART CITIES*

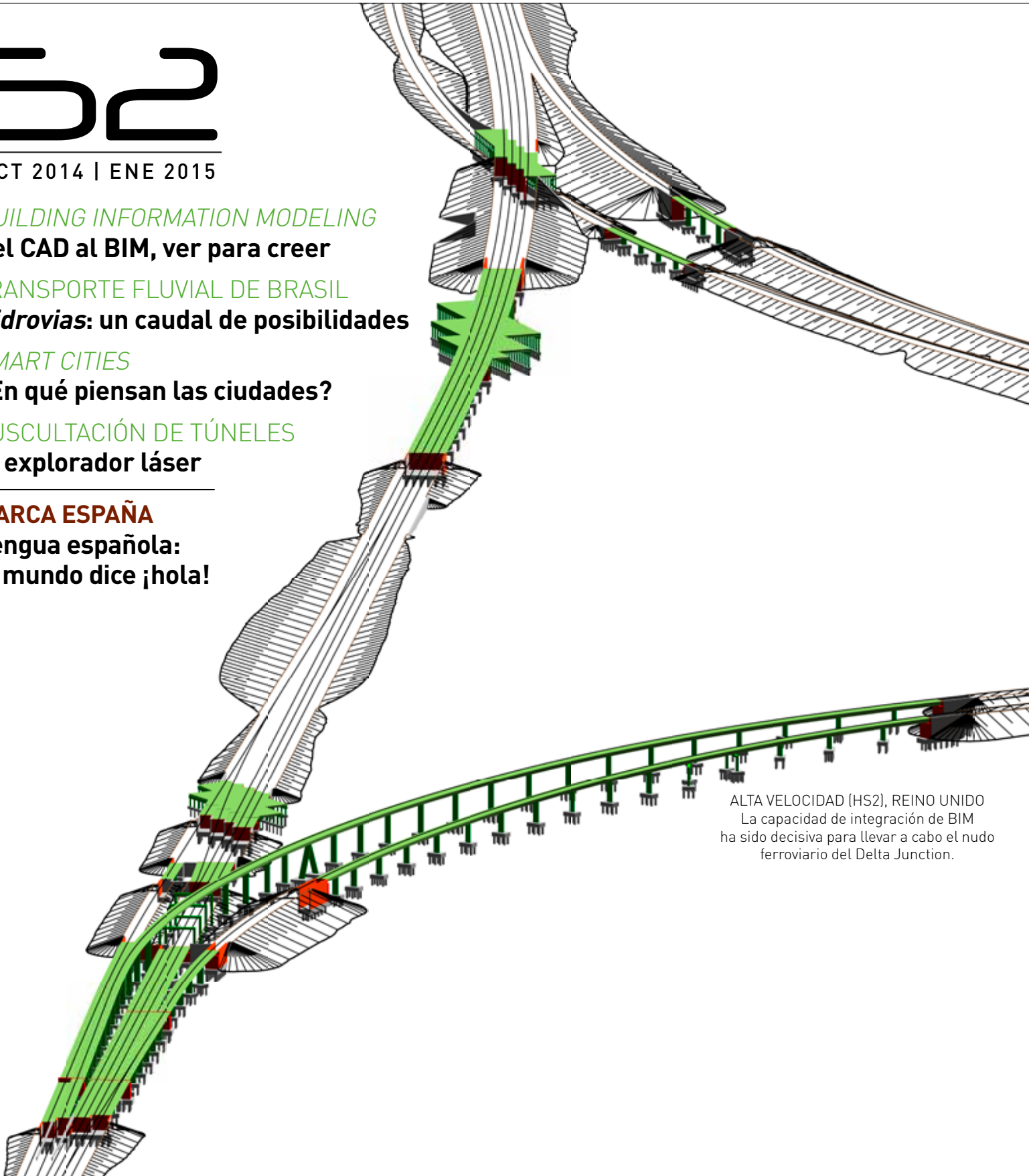
**¿En qué piensan las ciudades?**

*AUSCULTACIÓN DE TÚNELES*

**El explorador láser**

**MARCA ESPAÑA**

**Lengua española:  
el mundo dice ¡hola!**



ALTA VELOCIDAD (HS2), REINO UNIDO  
La capacidad de integración de BIM  
ha sido decisiva para llevar a cabo el nudo  
ferroviario del Delta Junction.

Con nuestro  
compromiso de puntualidad  
no harás esperar a nadie



**renfe**

Conecta tu modo tren



## Editorial



En los últimos años, el avance de las tecnologías de la información y la comunicación está cambiando la manera de abordar la planificación de las infraestructuras en todo el mundo. Si, hoy en día, disponer de las denominadas TIC es una realidad ineludible para cualquier empresa, en las ingenierías, las TIC forman ya parte consustancial de su ADN. Métodos de trabajo impensables hace apenas unos años ahora son una realidad cotidiana. Por ejemplo, las tecnologías BIM, a las que dedicamos la portada de este número, hacen posible entornos colaborativos que agilizan enormemente los procesos de gestión y el control técnico y económico-financiero de un proyecto.

**Resulta cada vez más necesario incorporar** todas estas herramientas de comunicación en la planificación y modernización de nuestras ciudades. En el reportaje que abordamos aquí sobre las ciudades inteligentes o *smart cities*, partimos de la base de que más de la mitad de la población mundial reside en zonas urbanas. Contar con sistemas de transporte eficientes, sostenibles y bien organizados, requiere el uso de nuevos y sofisticados equipos y sistemas de datos, y es aquí donde entran en juego el 'Internet de las cosas' y lo que se denomina *Big Data*. Ineco lleva tiempo desarrollando proyectos tanto en ciudades emergentes como en poblaciones más maduras de cualquier parte del mundo, aplicando diferentes estrategias de planificación con el apoyo de las TIC, una decisión empresarial y estratégica que nos enriquece como consultoría y que nos permite ofrecer las soluciones más avanzadas e integradoras.

**Se trata finalmente de lograr que estas tecnologías aplicadas** a la movilidad, permitan un desarrollo sostenible y la mejora de la calidad de vida de nuestros ciudadanos. Una apuesta definitiva que requiere incorporar nuevos planteamientos, ahondar y colaborar con nuevas disciplinas y sobre todo, imaginar y soñar la urbe en la que querríamos vivir.

**Pablo Vázquez**

Presidente de Ineco

\* Piérdete por una isla  
con el corazón verde



## Sumario

28

SMART CITIES

### ¿En qué piensan las ciudades?

La tecnología aplicada al desarrollo urbano da como resultado las llamadas 'ciudades inteligentes', vertebradas por sistemas de transporte que deben ser eficientes, sostenibles y bien organizados. Ineco cuenta con experiencia en España y otros países en productos y servicios vinculados a la movilidad *smart*.

#### 06 | NOTICIAS

**Estudios para desarrollar un nuevo radar MSSR para el aeropuerto internacional de Al Ain en Abu Dabi**  
**Una delegación española encabezada por la ministra Ana Pastor ha visitado Costa Rica y México**

**Ineco ha realizado un seminario sobre ingeniería portuaria para el Ministerio de Transporte de Ecuador**

#### 10 | BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

**Del CAD al BIM, ver para creer**

#### 18 | SEÑALIZACIÓN FERROVIARIA

**Pare, pasa el tren**

#### 22 | NAVEGACIÓN AÉREA

**Pista libre al aeropuerto más galardonado de Singapur**

Experto: **José María Colás Pulido. Ingeniero técnico aeronáutico y experto en diseño de procedimientos de vuelo**

#### 24 | TRANSPORTE FLUVIAL DE BRASIL

**Hidroviás: un caudal de posibilidades**

#### 36 | SIMULACIONES RADIOELÉCTRICAS EN NAVEGACIÓN AÉREA

**Con buena onda**

#### 38 | AUSCULTACIÓN DE TÚNELES

**El explorador láser**

#### 42 | DIRECCIÓN DE OBRA DE CARRETERAS EN MÉXICO

**Horizontes cercanos**

#### 44 | INNOVACIÓN: PINK Y HECCO

**Manteniendo el contacto**

#### 48 | MARCA ESPAÑA

**Lengua española: el mundo dice ¡hola!**

#### Edita INECO

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

Directora: BÁRBARA JIMÉNEZ-ALFARO  
([barbara.jimenez@ineco.com](mailto:barbara.jimenez@ineco.com))

Redactora jefe: LIDIA AMIGO ([lidia.amigo@ineco.com](mailto:lidia.amigo@ineco.com))

Comité de redacción: JOSÉ ANGUIA, JOSÉ LUIS ANTÓN, ALEJANDRO FERNÁNDEZ, M<sup>a</sup> JOSÉ G. PRIETO, CARLOS GUTIÉRREZ, RAFAEL MOLINA, JARA VALBUENA

Diseño: ESPACIO28004 / Mariano Serrano, Juanjo Jiménez

Imprime: GRÁFICAS 82

Depósito Legal: M-26791-2007

© Ineco. Todos los derechos reservados 2014-15. Para la reproducción de artículos, por favor, contacten con la directora.

FOTO DE PORTADA: Nudo ferroviario del Delta Junction, Alta velocidad en el Reino Unido (HS2).

# Noticias

Ecuador

## Una delegación de Ineco se entrevista con la ministra de Transporte de Ecuador

Paola Carvajal, ministra de Transporte y Obras Públicas de Ecuador recibió a una delegación de Ineco el pasado mes de julio. En la imagen, de izquierda a derecha, José Manuel Sáez, *country manager* de Ineco en Ecuador; Álex Pérez, viceministro de Gestión del Transporte de Ecuador; José Manuel Tejera, director general de Infraestructuras y Transportes de Ineco; Paola Carvajal, ministra de Transporte y Obras Públicas de Ecuador; Pablo Vázquez, presidente de Ineco; y Miguel Arregui, asesor ministerial y actual viceministro de infraestructuras en Ecuador.



## Reino Unido Ineco, suministrador de servicios de diseño ferroviario



La compañía ha culminado con éxito el registro como suministrador de servicios de diseño ferroviario en Achilles RISQS, el sistema de registro y precalificación que determina la idoneidad de los suministradores para trabajar con los principales clientes del sector ferroviario británico como Network Rail o Transport for London. Actualmente, Ineco está también registrado en la comunidad ProTrans y DocuPLUS, de la familia de Achilles.

## Abu Dabi

### AEROPUERTO INTERNACIONAL DE AL AIN Estudios para un nuevo radar MSSR

Como consecuencia de la ampliación prevista en el aeropuerto internacional de Al Ain, los gestores del aeropuerto, ADAC, han confiado a los expertos en navegación aérea de Ineco los estudios para el emplazamiento de un nuevo radar. Los planes de expansión prevén reformas y nuevos edificios que harán necesario contar con un nuevo sistema de vigilancia cuyas prestaciones no se vean afectadas por las infraestructuras actuales y futuras. La compañía española realizará los estudios necesarios para la correcta ubicación



y funcionamiento de un radar MSSR (*Monopulse Secondary Surveillance Radar*), una generación de sistemas ATM/CNS en la que Ineco cuenta con larga experiencia.

**El aeropuerto de Al Ain, inaugurado en 1994, es el segundo aeropuerto internacional de Abu Dabi. Localizado a 18 kilómetros de la ciudad de Al Ain y cerca de la frontera con Omán, contará con una nueva terminal de carga e instalaciones de alta tecnología para servicios de catering a líneas aéreas.**

## México /Costa Rica



LA DELEGACIÓN ESPAÑOLA EN MÉXICO  
Han formado parte de la delegación española la ministra de Fomento de España, Ana Pastor, el secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, Rafael Catalá, el presidente de Renfe, Julio Gómez-Pomar, y el presidente de Ineco, Pablo Vázquez.

## COLABORACIÓN EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS

### La ministra de Fomento Ana Pastor preside la delegación española

La ministra de Fomento de España, Ana Pastor, el secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, Rafael Catalá, Julio Gómez-Pomar, presidente de Renfe, y Pablo Vázquez, presidente de Ineco, han formado parte de la delegación española que ha visitado Costa Rica y México el pasado mes de septiembre para ofrecer la colaboración del Gobierno y de las empresas españolas en los futuros proyectos de infraestructuras de ambos países. Ineco trabaja de forma estrecha con las autoridades de ambos países en proyectos tan relevantes como el Plan Nacional de Transportes de Costa Rica o la construcción de la autopista Guadalajara-Colima en México, de la que la compañía es agente administrador supervisor.

## Arranque oficial del Centro de Servicios Galileo

Las oficinas del Instituto Nacional de Técnica Espacial (INTA), en la localidad madrileña de Torrejón de Ardoz, acogieron el pasado 9 de septiembre la reunión de arranque del proyecto de definición de los servicios y operaciones del Centro Mundial de Servicio a Usuarios del sistema de navegación por satélite europeo Galileo. El Centro –denominado

Loyola de Palacio en homenaje a la que fuera vicepresidenta de la Comisión Europea y Comisaria de Transportes– servirá de interfaz entre el sistema y los usuarios de los satélites Galileo. **Galileo es el primer sistema de navegación por satélite con vocación civil que proporcionará a Europa independencia tecnológica respecto a los sistemas de navegación**



En la imagen, miembros del consorcio, coordinado por Ineco y compuesto por INTA, Isdefe, ESSP e Ineco, junto con representantes de la Unión Europea, la Agencia Europea del Espacio (ESA) y la Agencia GNSS Europea (GSA).

actuales GPS (de EEUU) y GLONASS (de Rusia), a la vez que será complementario e interoperable con ellos. **Sus altas prestaciones** garantizarán el servicio aun en las circunstancias más severas e informará a los usuarios en cuestión de segundos de cualquier anomalía, siendo, por tanto, adecuado para aplicaciones críticas.

## Malasia

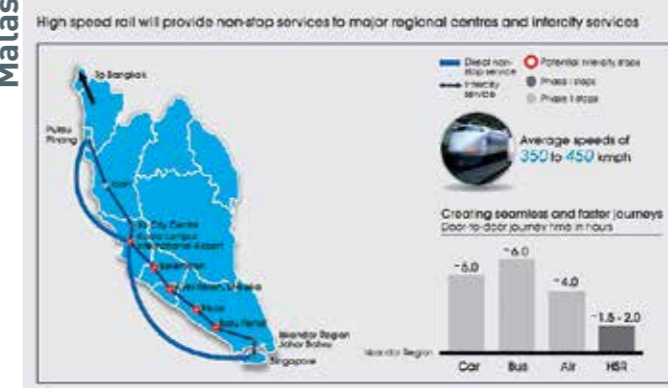


Gráfico informativo sobre la alta velocidad ferroviaria en Malasia.

## Nuevo contrato

Ineco ha firmado un contrato con la Autoridad de Transporte Público de Malasia (SPAD) para realizar un estudio de la demanda de tráfico para la futura línea de alta velocidad entre Malasia y Singapur. El denominado corredor sur de alta velocidad forma parte del programa de mejoras lanzado por el Gobierno de Malasia en 2010 para impulsar el desarrollo socioeconómico de la región.

## Noticias

Madrid



Pablo Ramos, director del proyecto HS2 en Londres, y Juan R. Hernández, delegado para Europa, de Ineco, con la delegación en el CEDEX.

### Visita de una delegación de HS2

Representantes de HS2, la alta velocidad del Reino Unido, visitaron el 8 y 9 de septiembre pasado diversas instalaciones en Madrid junto a profesionales de Ineco, Adif y CEDEX. La cita se produjo a raíz de la invitación de Ineco y Capita para conocer las infraestructuras españolas. Ambas compañías son adjudicatarias de un contrato para el diseño preliminar del tramo Country North de la línea de alta velocidad HS2.

Ecuador



**PARTICIPANTES EN EL SEMINARIO**  
junto con los profesores Marcelo Burgos e Ignacio Berenguer y Miguel Blanco (abajo a la derecha), gerente del proyecto en Ineco.

### Seminario sobre ingeniería portuaria

Ineco ha llevado a cabo un seminario sobre diseño en infraestructura portuaria para el Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador. A lo largo de las dos semanas que duró el curso celebrado en Quito el pasado mes de julio, más de 50 ingenieros y arquitectos ecuatorianos pertenecientes al ámbito público y privado han asistido a un programa que recorre gran parte de la ingeniería portuaria, desde la planificación y el diseño hasta la construcción y la gestión de los puertos. Para la realización de la capacitación, Ineco ha contado con la colaboración de la Fundación Valencia Port, institución con una amplia experiencia nacional e internacional en formación portuaria.

### Rehabilitación de la sede del Ministerio de Economía y Competitividad

El Ministerio de Economía y Competitividad ha encargado a Ineco los servicios de dirección facultativa y coordinación de seguridad y salud de las obras de rehabilitación integral de la sede central del Ministerio. El trabajo incluye la rehabilitación de 18 plantas y del cuarto de comunicaciones de este emblemático edificio situado en el complejo ministerial Cuzco de Madrid. La compañía cuenta con una dilatada experiencia en edificación, participando en el diseño y dirección de numerosas estructuras y edificios singulares en proyectos del transporte.



### Escuela de Formación Interna de Ineco

La nueva Escuela de Formación Interna de Ineco ha inaugurado su andadura este verano con un curso dirigido a directores de obra. Más de 50 profesionales de la compañía han asistido a un exhaustivo programa sobre gestión administrativa de la obra, seguridad y salud, calidad y medio ambiente impartido por 10 profesionales de la empresa con amplio conocimiento de

estas materias. Además, para este primer curso, Ineco ha contado como ponente con Antonio Gutiérrez, director general de Explotación y Construcción de Adif y director general de Adif-Alta Velocidad. **En la imagen**, Pablo Vázquez, presidente de Ineco y Berta Barrero, directora general Corporativa, al fondo, junto a algunos ponentes y directores de obra de la 1ª Promoción.

# TECNOLOGÍA DE ÚLTIMA GENERACIÓN PARA EL SECTOR FERROVIARIO

- Sistema de Seguridad y Señalización
- Ticketing & Clearing
- Soluciones de Centros de Control
- Seguridad física, Comunicaciones y Redes

Consultoría y tecnología en los 5 continentes  
43.000 profesionales en 138 países

[indracompany.com](http://indracompany.com)

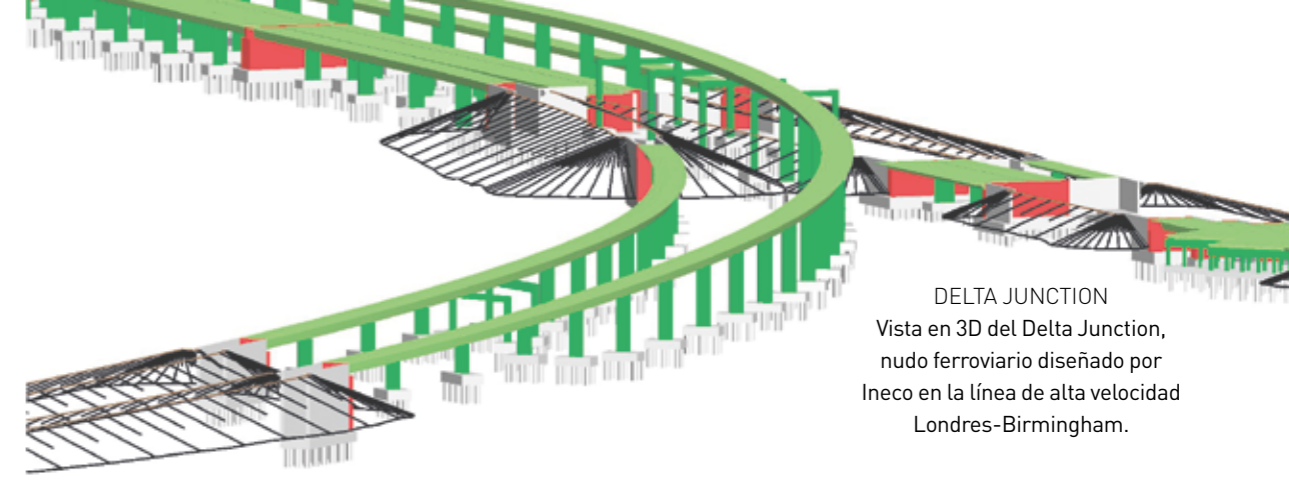
INNOVACIÓN Y +



## Del CAD al BIM, ver para creer

Los ingenieros de Ineco hablan de su experiencia con el *Building Information Modeling*\*

Con la colaboración de Luis Miguel F. Ferragut, ingeniero de caminos y Farah Baroudi, ingeniera aeronáutica



DELTA JUNCTION  
Vista en 3D del Delta Junction, nudo ferroviario diseñado por Ineco en la línea de alta velocidad Londres-Birmingham.



De izquierda a derecha: Luis Miguel F. Ferragut (ingeniero de caminos), Farah Baroudi (ingeniera aeronáutica), Cristina Palmero (arquitecta), Amelia Díaz (arquitecta), Jorge Viñas (arquitecto técnico), Antonio Rúa (arquitecto técnico), Carlos Navas (ingeniero técnico industrial), Juan Carlos Alonso (ingeniero de caminos), Esther de la Montaña (ingeniera industrial), Raquel Veneros (arquitecta técnica), Carlos Loma, (CAD manager), José Manuel Blanco (ingeniero industrial).

### UN EQUIPO MULTIDISCIPLINAR

Ineco lleva años apostando por esta tecnología y cuenta con un equipo de profesionales dedicados al diseño, modelización y desarrollo de proyectos BIM formado por ingenieros, arquitectos y delineantes de las áreas de arquitectura, estructuras e instalaciones apoyados por los jefes de proyecto, desarrollo de negocio y comercial con el objetivo de afrontar y superar con éxito el reto que plantea este nuevo sistema. Para ello, la compañía cuenta con equipos de última generación y trabaja principalmente con software de Bentley y Autodesk.

**BIM no es sólo una imagen tridimensional de un proyecto al completo. El sustituto del AutoCAD es también un compendio de todos los datos físicos, funcionales y económicos necesarios para el diseño, construcción, explotación y mantenimiento de una obra. En este reportaje, los ingenieros de Ineco hacen un repaso a su experiencia en trabajos desarrollados con esta nueva tecnología que está cambiando el sistema de trabajo para la construcción de edificios y obras civiles.**

Como en la canción de los Buggles *Video killed the radio star*, un éxito mundial de 1979 en el que el vídeo mataba a la radio, el nuevo sistema de gestión digital y modelización tridimensional BIM está poco a poco desbancando al bidimensional AutoCAD en el que se han formado millones de ingenieros y arquitectos del mundo. La transición de una a otra tecnología deja pocas dudas respecto a las múltiples ventajas del nuevo competidor: con BIM, delineantes, ingenieros, arquitectos, proveedores, constructores, clientes y un largo etcétera de profesionales que están trabajando en un proyecto, pueden acceder y modificar virtualmente su desarrollo con un exhaustivo nivel de detalle y con una notificación inmediata a todas las partes involucradas que permite que siempre se trabaje sobre la última versión del modelo existente.

Además, de forma progresiva, los Gobiernos van implantando el BIM en los requerimientos normativos de sus proyectos. Por ejemplo, la determinación del Reino

Unido de hacerlo obligatorio para un nivel de madurez 2 (3D) en todos los proyectos del sector público para 2016 significa la adopción de estos sistemas de forma gradual. Ineco ya se encuentra en disposición de ofrecer este nivel de madurez basado en cómo pasar de un menor a un mayor nivel de integración de datos, desde el Nivel 0 (2D) hasta el 3 (4D, 5D y 6D).

Para Luis Miguel Fernández Ferragut, ingeniero de caminos, "trabajar con BIM permite obtener diseños de mayor calidad que en un proceso tradicional, ya que el uso de un modelo único para todas las disciplinas favorece la coherencia y coordinación de todo el proyecto. Por otro lado, al desplazar el mayor esfuerzo de un proyecto en etapas tempranas, permite que el control económico sea mayor".

*BIM es un sistema de representación y modelado de información de todas las disciplinas que componen un proyecto de edificación*

Y es que BIM no es un software, es un sistema de representación y modelado de información de todas las disciplinas que componen un proyecto de edificación u obra civil, componiendo una gran base de datos que permite gestionar los elementos incluidos durante todo el ciclo de vida del proyecto a tiempo real, optimizando el proceso y generando toda la documentación necesaria. Antonio Rúa, arquitecto técnico, destaca que "permite desarrollar varias alternativas de diseño que se pueden visualizar en tiempo real y con relativa sencillez. El modelo se ubica con sus coordenadas geográficas con lo que a partir de datos

# A partir de 2016, todos los proyectos del sector público en el Reino Unido se realizarán en BIM nivel 2 (3D), lo que significa la adopción de forma gradual de estos sistemas para los que Ineco ya está preparada



Antonio Rúa / Arquitecto técnico

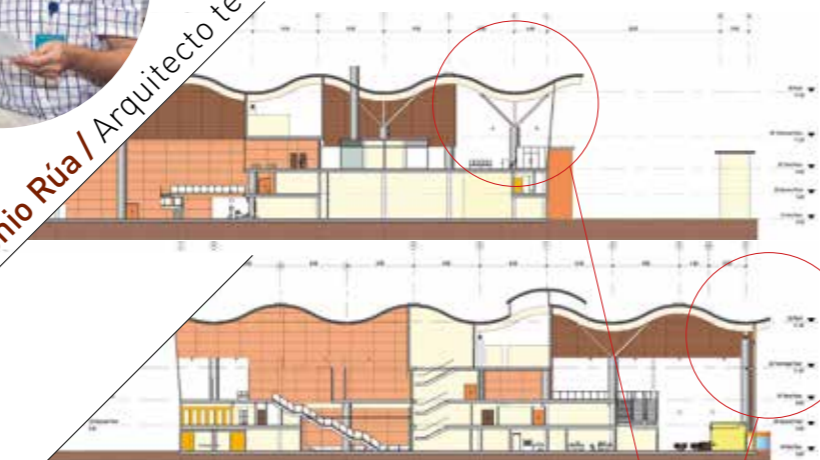
climatológicos reales, permite hacer un análisis energético preliminar: simulando las distintas alternativas o modificando tipologías de fachadas, situación y tamaño de carpinterías, orientaciones del edificio, etc.” y añade “con esta nueva forma de trabajo se incorporan al proyecto desde el principio todas las características (físicas, mecánicas, térmicas, etc.) requeridas por el cliente, de todos los elementos y materiales integrados en el proyecto, y además nos permite llevar un cálculo en tiempo real de los costes conforme se va desarrollando el proyecto”.

*Cuando por exigencias del cliente se requiere realizar cambios sustanciales, BIM permite hacerlo sin incrementar plazos*

Para **Jorge Viñas**, arquitecto técnico e ingeniero de edificación, que ha participado en el diseño de la ampliación de la terminal del aeropuerto internacional de Boavista, en Cabo Verde, las ventajas son múltiples, “se pueden incorporar elementos reales de construcción de diferentes fabricantes y cambiarlos o modificarlos atendiendo a las necesidades del cliente, lo que agiliza y beneficia notablemente la comunicación con él”. Efectivamente, cuando las exigencias del cliente requieren realizar cambios sustanciales en el diseño de manera muy rápida, trabajar con BIM permite afrontar estos cambios sin que estos supongan retrasos importantes en el desarrollo del proyecto. **Farah Baroudi**, ingeniera aeronáutica, recuerda en concreto los importantes cambios en el diseño exigidos por el cliente durante el desarrollo del proyecto del edificio terminal de Odesa (que incluían no sólo nuevas zonas »

“ La terminal de Odesa fue el primer gran proyecto de Ineco donde la arquitectura fue realizada completamente en BIM. El reto al que nos enfrentamos consistió en la inclusión posterior de una nueva planta intermedia de 4.200 m<sup>2</sup> ”

AEROPUERTO DE ODESA, UCRANIA



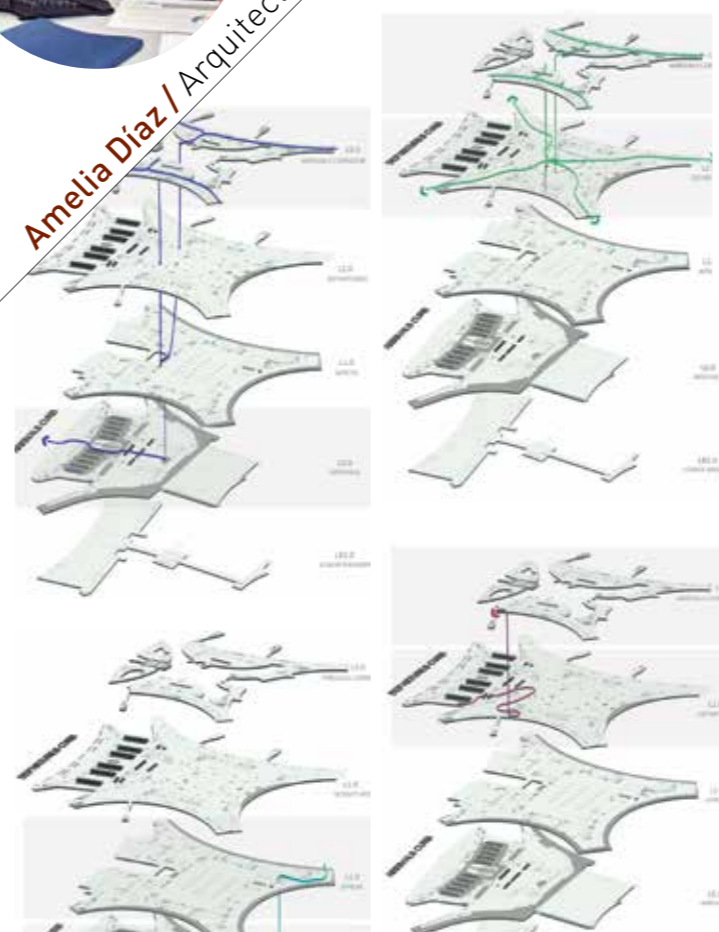
Secciones del proyecto con textura de materiales.



Sección del modelo aceptado por el cliente. La dificultad del encuentro del muro cortina con la cubierta ondulada necesitó diferentes propuestas.



Amelia Díaz / Arquitecta



Flujos de pasajeros según procedencia.

“ Resultó vital el desarrollo del concepto de operaciones (CONOPS) de la futura terminal en BIM para obtener una base gráfica sobre la que poder explicar con claridad aquellos puntos de interferencia de flujos de pasajeros ”

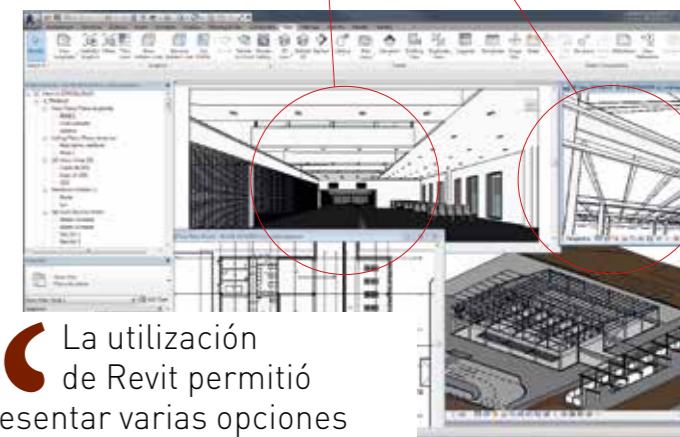
AEROPUERTO DE ABU DABI



Cristina Palmero / Arquitecta



Vestíbulo interior.



“ La utilización de Revit permitió presentar varias opciones de acabados de la fachada, de manera que el cliente pudo tomar una rápida decisión con conocimiento de diseño, costes, calidades y método de construcción ”

ESTACIÓN DE ELCHE, ESPAÑA

La solución de cubierta permitía la iluminación natural. La representación gráfica facilitó plantear varias soluciones y seleccionar la óptima.



Solución de fachada.

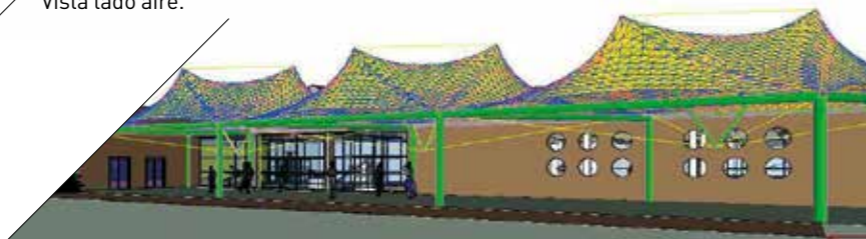
# Con BIM, delineantes, ingenieros, arquitectos, proveedores, constructores y clientes, pueden acceder y modificar virtualmente su desarrollo, trabajando sobre la última versión existente



**Farah Baroudi /** Ingeniera aeronáutica

sino incluso nuevas plantas) así como las dificultades en el proceso de definición de encuentros entre elementos estructurales (vigas) y arquitectónicos (muros cortina) "el modelo BIM nos permitió implementar los cambios solicitados por el cliente manteniendo las fechas de entrega, cosa que nunca se hubiera podido plantear con el uso de sistemas tradicionales. Además, las secciones y recorridos obtenidos con BIM permitieron visualizar los encuentros de la estructura con el resto de los elementos, de manera que el cliente podía ver las distintas soluciones y tomar la decisión más adecuada desde el punto de vista técnico y económico".

Vista lado aire.



Llegadas internacionales.



Zona comercial en Salidas del aeropuerto de Sal.

## La capacidad de integración de BIM ha sido decisiva para llevar a cabo el nudo ferroviario del Delta Junction en el Reino Unido

Para el ingeniero **Pablo Ramos**, *country manager* de Ineco en el Reino Unido y responsable del Tramo Norte de HS2 –alta velocidad entre Londres y Birmingham– la capacidad de integración de BIM ha sido decisiva para llevar a cabo el proyecto del Delta Junction, un triángulo ferroviario de gran complejidad. "BIM nos ha permitido integrar y compartir la información con todos los miembros del equipo del proyecto, distribuidos entre Londres, Madrid y Sevilla. Su carácter participativo y unificador ha facilitado la toma de decisiones, la colaboración y la reducción de costes, un factor muy valorado por el cliente". Este proyecto recibió el premio Be Inspired Awards 2013 otorgado por Bentley Systems.

Durante el proceso de oferta del contrato para llevar a cabo la puesta en marcha y »

“ El reto consistió en lograr la combinación idónea entre las estructuras de cubierta tradicionales de hormigón con los toldos de los patios. Trabajar con BIM permitió optar por la mejor solución estética y estructural ”

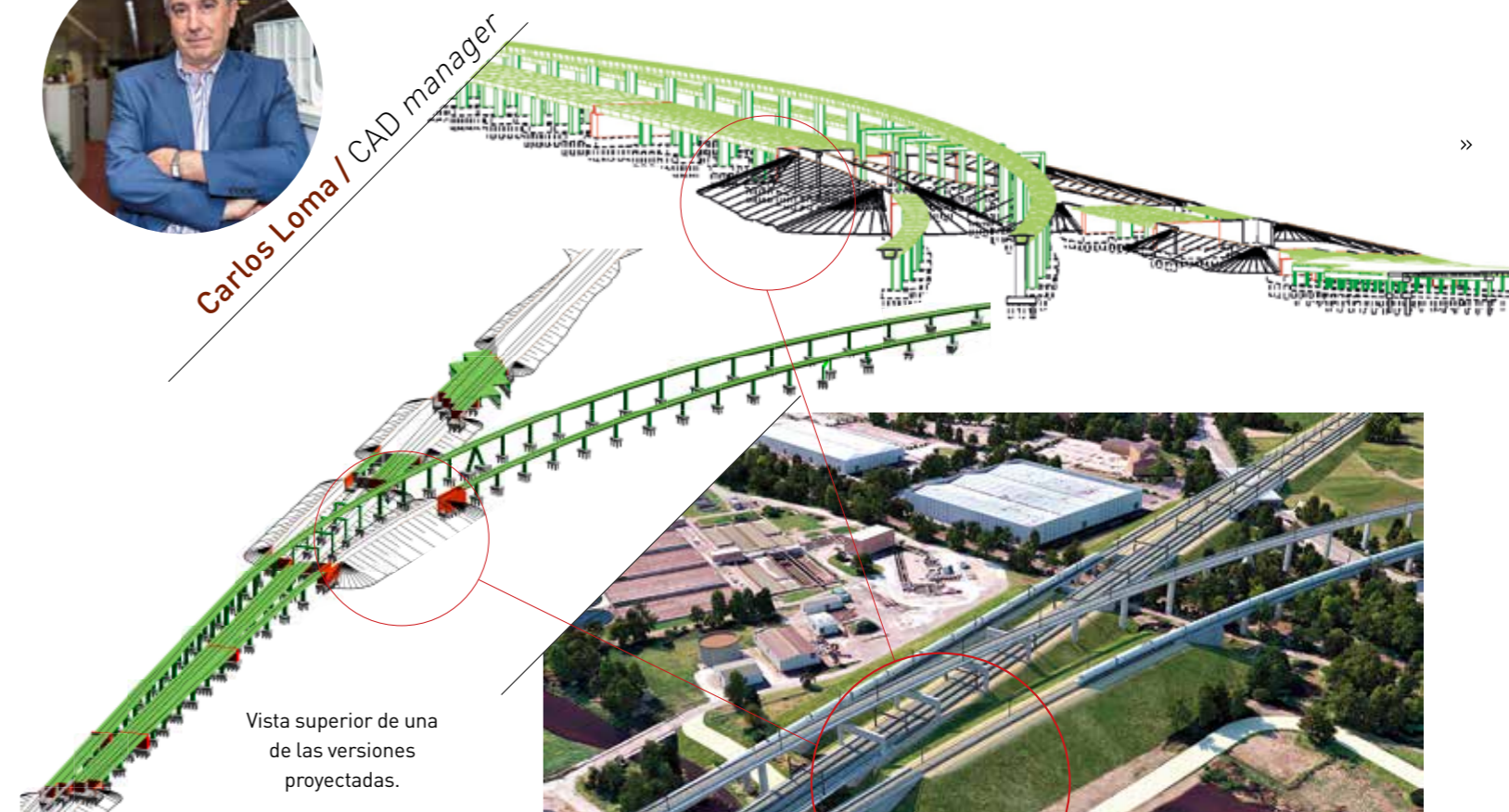
AEROPUERTO DE SAL, CABO VERDE



Diseño de mostrador en 3D.



**Carlos Loma /** CAD manager



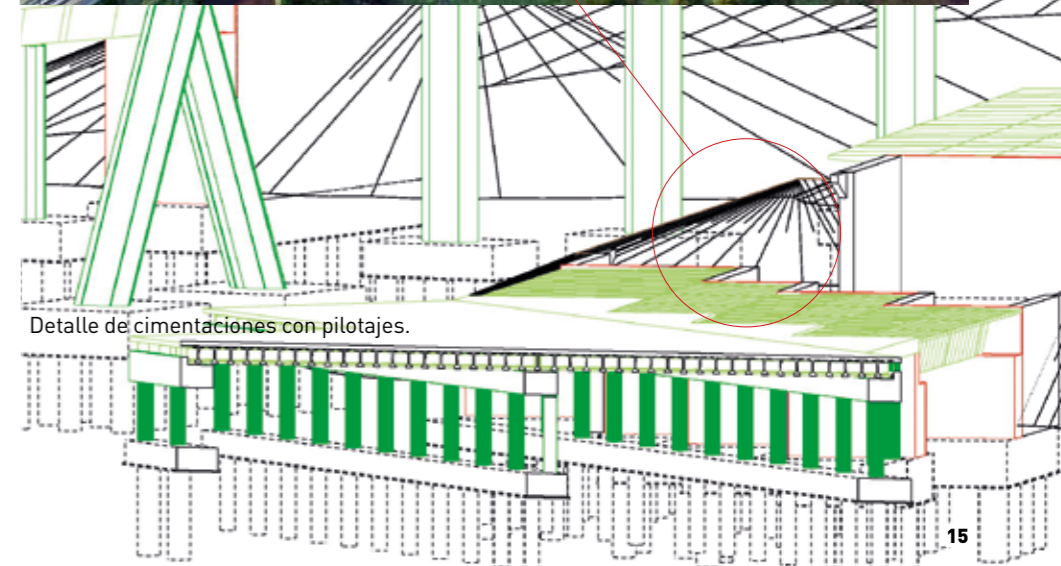
Vista superior de una de las versiones proyectadas.



Nudo ferroviario del Delta Junction sobre una simulación real del entorno creado por los terraplenes.

“ Además de Power Rail Track de Bentley –que lleva incorporado Microstation– fue fundamental la herramienta de gestión de la documentación Projectwise que facilitó el trabajo entre los equipos de España y el Reino Unido ”

ALTA VELOCIDAD HS2 / REINO UNIDO



Detalle de cimentaciones con pilotajes.



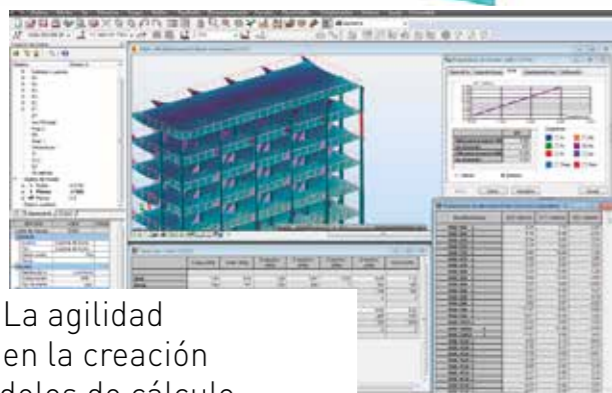
# El modelo BIM permite incorporar cambios, visualizarlos, presupuestarlos y tomar decisiones respecto a ellos, manteniendo las fechas de entrega



Carlos Navas / Ingeniero técnico industrial



Tras el cálculo, los elementos que hayan sufrido cambios respecto al predimensionado adoptado en la solución arquitectónica, se sincronizan con el modelo central.

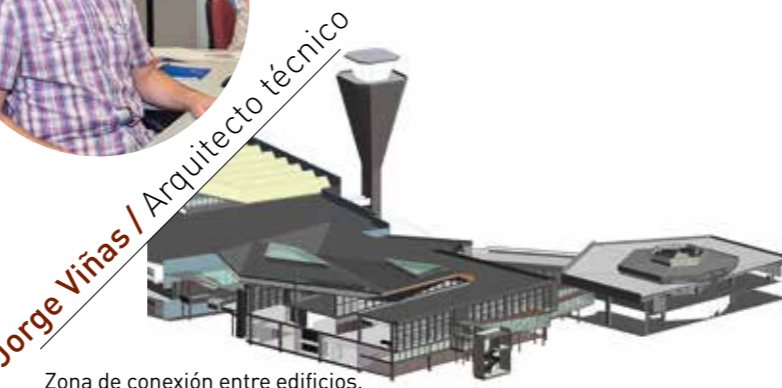


“ La agilidad en la creación de modelos de cálculo analítico así como las mejoras en la comunicación bidireccional entre arquitectura e ingeniería contribuyen a potenciar la calidad final de los proyectos ”

ESTRUCTURA DE EDIFICIOS



Jorge Viñas / Arquitecto técnico



Zona de conexión entre edificios.



Recreación del aeropuerto de Cali.



Pasarela de conexión entre edificios.

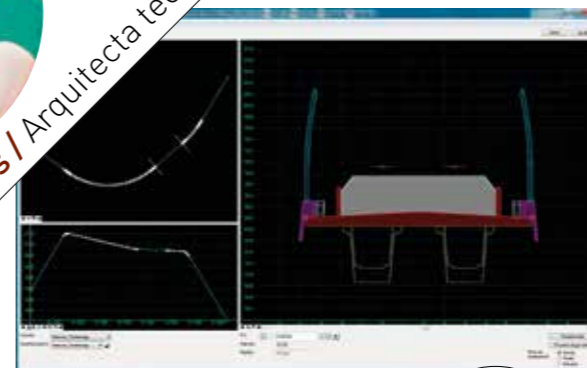
“ El reto de este proyecto consistió en desarrollar el modelo arquitectónico en Revit para Aerocali, la sociedad concesionaria del aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón, en coordinación con el estudio de arquitectura local ”

AEROPUERTO INTERNACIONAL DE CALI, COLOMBIA

El trabajo era visible para el cliente, que podía acceder al proyecto y visualizar los avances en tiempo real.



Raquel Veneros / Arquitecta técnica



La actualización del modelo a tiempo real por parte de todas las disciplinas implicadas permite un control total de las soluciones.

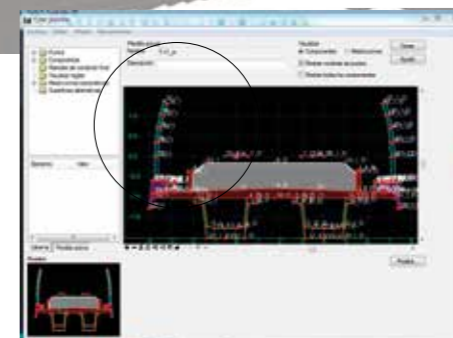


“ Se usó Istram para definir el eje de la vía, Power Rail Track en la geometría, y se calcularon las estructuras de forma simultánea al desarrollo de opciones para la estación por parte del equipo de arquitectura en Revit Autodesk, manteniendo el modelo actualizado a tiempo real en todo momento ”

ESTACIÓN DE TORRELAVEGA, ESPAÑA



Tener todas las disciplinas en un modelo conjunto permite determinar todas las incidencias con el entorno de forma integrada.



transición operativa en la futura terminal MTC del aeropuerto de Abu Dabi, se desarrolló un modelo BIM para presentar al cliente, de forma fácilmente reconocible, los puntos de conflicto que podrían producirse durante los flujos de tráfico de pasajeros “una ventaja que –según señala el director del proyecto Ignacio Alejandro– facilitó que el cliente depositara su confianza en las capacidades de Ineco”.

La ventaja principal de BIM es que abarca toda la vida del edificio: diseño, construcción, explotación y demolición

Raquel Veneros, arquitecta técnica, recalca que “las ventajas de BIM no se quedan en el proceso de diseño, sino que continúan durante toda la vida del edificio: desde la fase de construcción a más tarde, durante su explotación, pudiendo llegar hasta la demolición del mismo, dado que se convierte en la base de datos del edificio que contiene toda la información integrada dentro del modelo.”

Para finalizar, el ingeniero José Manuel Blanco, resalta que “la posibilidad que brinda BIM de prever y solucionar durante la etapa de diseño las interferencias entre elementos de las distintas disciplinas (arquitectura, estructuras e instalaciones) y entre las diferentes instalaciones que tiene cualquier proyecto de edificación (climatización y ventilación, electricidad, fontanería, saneamiento, etc.) da un valor añadido al proyecto, al adecuar el diseño, la ejecución y el mantenimiento. Se aprecia de forma directa el espacio necesario para las instalaciones especialmente en patinillos, falsos techos y suelos técnicos.”

# Pare, pasa el tren

## Mejora de la seguridad en 562 pasos a nivel

Redacción *itransporte*, con la colaboración de **Juan Manuel Rodríguez**, ingeniero técnico industrial (jefe de proyecto)

**Ineco ha trabajado en la señalización de más de medio millar de cruces en los dos principales tramos de la red ferroviaria de Ecuador, que suman entre ambos más de 500 kilómetros. En definitiva, el país ha rehabilitado su red ferroviaria para orientarla al turismo.**

El Gobierno de Ecuador emprendió a partir de 2007 la rehabilitación y recuperación de su ferrocarril, tras cuatro décadas de decadencia, para reorientarlo completamente. En lugar de enfocarlo al transporte convencional de viajeros y mercancías, se declaró patrimonio nacional en 2008 y se reconvirtió para uso turístico. La vuelta del tren permitió reanimar las economías locales de una

treintena de municipios de todo el país; otro de los objetivos declarados del Gobierno era la recuperación del patrimonio cultural y la conservación de las tradiciones locales, que se han incorporado a la oferta turística ferroviaria. Con este cambio de enfoque comercial, se emprendió también la mejora y modernización de la gestión, con la creación en 2010 de una nueva entidad, la empresa pública Ferrocarriles de Ecuador (FEEP).

### Trabajos de reconstrucción

Paralelamente, se ha ido acometiendo la reconstrucción de la antigua infraestructura ferroviaria, invadida, desmantelada o dañada. Actualmente, ya están operativos 480 de los 965 kilómetros de la red, en la que también se están aplicando modernos estándares de calidad y seguridad: el trazado, construido hace más de

un siglo, atraviesa numerosos núcleos de población y las vías se cruzan a nivel con caminos, calles y carreteras, por lo que era necesario señalar los cruces. En este marco, un equipo de Ineco ha trabajado durante un año y medio para el

*Actualmente, ya están operativos 480 de los 965 kilómetros de la red, en la que se están aplicando modernos estándares de calidad y seguridad*

Ministerio de Transportes y Obras Públicas (MTO) en la instalación de equipos de señalización en 562 intersecciones en varios tramos del trayecto Durán-Quito, reabierto en 2013, y Otavalo-Salinas, al norte.«

### Turismo ferroviario y economía

El 75% de los casi mil kilómetros del ferrocarril ecuatoriano discurren por el terreno montañoso de la cordillera de los Andes, atravesando parajes de enorme valor natural como la 'Avenida de los Volcanes', entre los que destacan el Cotopaxi o el Chimborazo. La oferta de turismo ferroviario –orientado sobre todo al visitante extranjero o al nacional de alto poder adquisitivo– se compone de 11 rutas diferentes. Según datos de la FEEP, en 2012 registraron un total de 124.231 turistas, el triple que en 2008. El producto estrella es el llamado 'Tren Crucero', entre Quito y Durán; compuesto por vagones fabricados por la española FEVE y



Vista de la Nariz del Diablo desde el 'Tren Crucero'.

una antigua locomotora nacional de vapor, todos completamente restaurados. Recorre 450 kilómetros en cuatro días y asciende hasta 3.607 metros de altitud.

FOTO: DAVID GRIJALVA (FEEP)

Con nombres evocadores como el 'Tren de la Libertad', la 'Nariz del Diablo', la 'Avenida de los Volcanes' o el 'Sendero de los Ancestros', los trayectos duran varios días e incluyen alojamiento, excursiones, guías multilingües y actividades culturales y gastronómicas. Las estaciones se han rehabilitado y dotado con equipamientos comerciales y culturales propios, gestionados por grupos o comunidades locales como los 'Cafés del Tren', 15 en total, o las 13 'Plazas Artesanales', además de nueve 'Tiendas del Tren' y media docena de 'Museos del Tren'. Según la FEEP, el ferrocarril genera 2.767 empleos directos y más de 8.000 indirectos.



### DETALLES DE ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN EN LOS PASOS A NIVEL

Ineco se ha encargado de la señalización de 562 cruces de la red ferroviaria de Ecuador.

- 1\_barrera
- 2\_semáforo
- 3\_señal de stop (pare)
- 4\_señal de aviso de paso a 100 metros

# Ineco ha llevado a cabo la señalización de 562 cruces de la red ferroviaria de Ecuador a lo largo de dos tramos: Quito-Durán y Otavalo-Salinas, que entre ambos suman más de medio millar de kilómetros

## Tramos de actuación

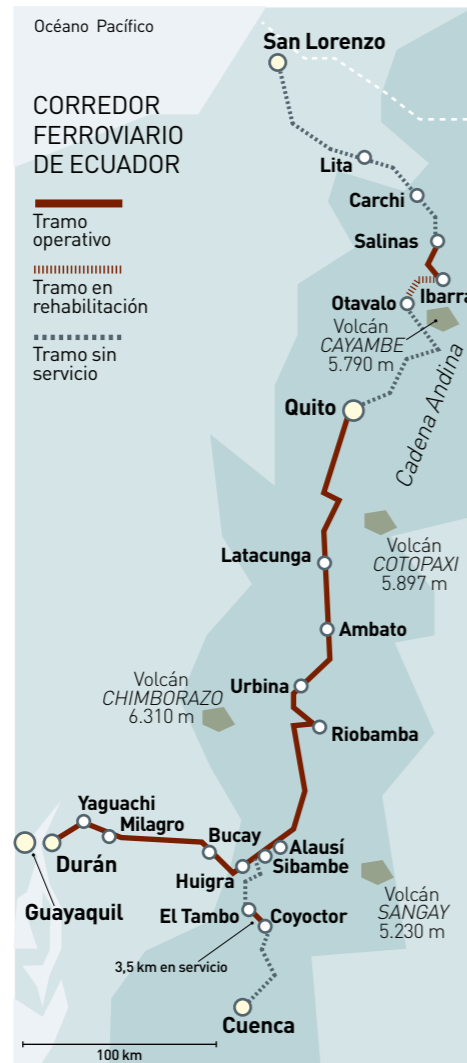
Los trabajos se han realizado en los dos principales tramos de la red ferroviaria.

### TRAMO: QUITO-DURÁN

El tramo de mayor longitud, con 446,8 kilómetros, es el que une la capital, Quito, con la ciudad de Durán, y se reabrió en 2013. Los constructores de principios de siglo XX preveían que llegara al puerto de Guayaquil, la segunda ciudad más importante de Ecuador, pero la conexión nunca llegó a construirse. La línea conecta las poblaciones de Yaguachi, Naranjito, Milagro, Bucay, Huigra, Alausí, Guamote, Colta, Riobamba, Ceballos, Salcedo, Ambato, Latacunga, Laso, El Boliche, Tambillo y Mejía.

### TRAMO: OTAVALO-SALINAS

El segundo tramo donde se ha trabajado, Otavalo-Ibarra-Salinas, mide 56,5 km, de los que ya están operativos 30 y los otros 26,5 se están rehabilitando. Así, más del 55% de la red ferroviaria está en funcionamiento, con la excepción de 147 km entre Quito y Otavalo y 170 entre Salinas y San Lorenzo. Del ramal Sibambe-Cuenca, de 145 km, sólo están operativos 3,5 km entre El Tambo y Baños del Inca (Coyoctor). <<



## Cómo proteger un paso a nivel

■ Cuanto mayor sea el tránsito en una intersección más protección requiere. Además de marcas viales, se han instalado los siguientes equipos:

- SLA: señales luminoso acústicas, para cerca de 500 pasos a nivel.
- SBA: semibarreras automáticas para cerca de 400 pasos a nivel.
- Detectores magnéticos de obstáculos: emiten una señal al detectar las ruedas del tren.
- Controladores mixtos para el tráfico viario y ferroviario: se trata de un sistema mixto para tráfico rodado y ferroviario íntegramente diseñado en Ecuador. Se han instalado en todas las poblaciones.

## TRABAJOS DE INECO

Ineco cuenta con una experiencia de más de 15 años en pasos a nivel en España, donde ha prestado asistencia técnica a Adif, el gestor estatal de infraestructuras ferroviarias, en más de 70 proyectos de señalización. Para el MTOP ha llevado a cabo los siguientes trabajos:

- Revisión del diseño de proyecto
- Modificación del diseño y mejora de las prestaciones de los equipos
- Replanteo de todas las intersecciones (pasos a nivel)
- Control de calidad del montaje
- Control y seguimiento del gasto de la obra (fiscalización)
- Pruebas en fábrica
- Pruebas de puesta en servicio



Marcas viales en una intersección frente a la estación de Ibarra (al fondo a la izquierda).



Autoferro (autobús adaptado para circular sobre las vías) en Riobamba.



Tráfico rodado y peatones en el subtramo Ibarra-Salinas.



Intersección con una carretera en Tambillo.



Cruce con todos los elementos de señalización.



Al fondo, la estación de Riobamba.

## Solidarios en ruta

■ Durante los meses de agosto y septiembre de 2013, un grupo de cuatro voluntarios de Ineco ha prestado colaboración técnica a la empresa Ferrocarriles del Ecuador en el tramo Ibarra-Salinas, que recorre la ruta turística conocida como 'Tren de la Libertad'. El trabajo es fruto de un acuerdo de cooperación entre Ineco y la Fundación CODESPA, que trabaja en el desarrollo del turismo ferroviario en esta zona rural de la provincia de Ibarra, para apoyar a 169 familias con pocos recursos económicos.



De izquierda a derecha, Marta Leal, Joaquín Muñoz, Diego Andrés y Rosa Gutiérrez, del equipo de voluntarios, con Juan Manuel Rodríguez Cordovilla, jefe del proyecto de señalización.

■ Los voluntarios del proyecto, bautizado 'Ineco en ruta', estudiaron la línea sobre el terreno y elaboraron un documento de propuestas de mejora de la infraestructura física -principalmente en materia de seguridad-, del material rodante y de la organización interna. También impartieron varias jornadas de capacitación técnica al personal de Ferrocarriles de Ecuador Empresa Pública (FEPE) sobre las mejoras propuestas, que incluyen desde nueva señalización hasta la redacción de un Plan de Emergencias para casos de accidente, entre otras.



El tren ha generado más de 2.700 empleos directos.

## Pista libre al aeropuerto más galardonado

CAAS encarga a Ineco la revisión de los procedimientos de vuelo en Changi

Con la colaboración de Jorge Blanco y Alberto Fernández, ingenieros aeronáuticos



FOTO: CHANGI AIRPORT GROUP (CAG)

Changi ha recibido multitud de galardones desde que abrió en 1981 –más de 400–, entre ellos, el premio de la revista *Business Traveller* al mejor aeropuerto del mundo en 2013.

**La Autoridad de Aviación Civil de Singapur (CAAS) ha confiado a Ineco la revisión y el diseño de los procedimientos de vuelo instrumental en el aeropuerto internacional de Changi, uno de los más importantes de Asia.**

Con estos trabajos de implementación, el espacio aéreo de este crucial centro financiero asiático se pone al día con las recomendaciones de la OACI en lo que se refiere a implantación de procedimientos de vuelo instrumental basados en el concepto *Performance Based Navigation* (PBN) que establece los requisitos básicos, en términos de prestaciones de navegación, que deben cumplir las aeronaves en un espacio aéreo en concreto, independientemente del tipo de sensor de navegación del que se disponga a bordo.

El aeropuerto de Changi, considerado uno de los mejores del mundo, es una de las

principales puertas de entrada en Asia para los viajeros internacionales que viajan a Singapur o hacen escala allí. Este aeropuerto, que maneja un total de 52 millones de pasajeros al año, aumentará su capacidad de tráfico en un 25% con la construcción de su cuarta terminal, cuya finalización está prevista para 2017 y está igualmente planificando una nueva, la quinta, que elevará el tráfico por encima de los 100 millones de pasajeros anuales. Changi ha recibido multitud de galardones desde que abrió en 1981 –más de 400– entre ellos el premio en 2013 de la revista *Business Traveller* al mejor aeropuerto del mundo.

Los trabajos de Ineco han consistido en la revisión de los procedimientos instrumentales de salida y llegada basados en

*Actualmente, pasan por Changi 52 millones de pasajeros al año, y la previsión es duplicar esa cifra en los próximos años*

RNAV1 y el diseño de nuevos procedimientos de aproximación instrumental RNP-APCH al aeropuerto de Changi, situado a unos 20 kilómetros al noreste de la ciudad de Singapur. Para este aeropuerto se han diseñado, en concreto, procedimientos de aproximación para dos de las tres pistas, la 02C/20C y la 02L/20R, junto con las cartas de navegación correspondientes. Por otro lado, los expertos de la compañía han dado soporte a los vuelos de validación.

### Ineco se afianza en Singapur

Con este segundo contrato, Ineco afianza su posición en Singapur, donde presta también asesoramiento a otros departamentos de la CAAS, junto con otros consultores, en cuestiones regulatorias y financieras. En 2013, la compañía abrió una delegación en la capital desde donde coordina su actividad en el continente asiático.

Ineco ha desarrollado procedimientos de vuelo y certificaciones de aeropuertos en Noruega, Panamá, Egipto, Costa Rica, Nepal, Brasil, Omán, Argelia, Luanda y, fundamen-



En la imagen, ingenieros aeronáuticos de Ineco que han trabajado en la revisión de los procedimientos de vuelo en Singapur. De izquierda a derecha: José M<sup>a</sup> Colás, Jorge Blanco –jefe del proyecto– y Manuel Santos, en las oficinas de Ineco en Madrid.

talmente, en España, donde colabora desde hace más de una década con Aena, el primer operador aeroportuario del mundo –con 46 aeropuertos en España y 15 en el resto del mundo– y cuarto proveedor de servicios de navegación aérea en Europa. «

### José María Colás Pulido

Ingeniero técnico aeronáutico, experto sénior en diseño de procedimientos de vuelo



## Diseñando bajo criterios PBN (*Performance Base Navigation*)

La navegación aérea ha sufrido una serie de evoluciones importantes en los últimos años. Muchas de ellas han supuesto grandes cambios en la forma de recorrer los cielos dependiendo de en qué instalaciones se apoyan y de cómo establecen su posición las aeronaves.

**Inicialmente, la navegación instrumental convencional** obligaba a los aviones a sobrevolar las radioayudas ubicadas en tierra para transitar, punto a punto, de una instalación a la siguiente. Fue con el desarrollo de la navegación de área (RNAV), cuando se han podido diseñar trayectorias que no dependieran de la localización de las radioayudas en las que se apoyaba el vuelo.

**Quedaba otro problema por solucionar:** las nuevas trayectorias RNAV seguían dependiendo del tipo de sensor/radioayuda para la que habían sido diseñadas. Esto obligaba a las compañías aéreas a certificarse según los distintos sensores elegidos por los Estados en los que se iba a volar (navegación basada en los sensores), por lo que las inversiones en actualización de los equipos de a bordo eran muy costosas y, a veces, no se tenía la seguridad de que dicha inversión se fuera a rentabilizar.

**El nuevo concepto PBN (*Performance Base Navigation*)** permite a las aeronaves volar en un espacio aéreo determinado con unas especificaciones concretas si cumplen con unos requisitos mínimos, con independencia del tipo de sensor del que se disponga.

**Los Estados están en proceso de desarrollar** o adecuar sus procedimientos de vuelo a este nuevo concepto, e Ineco ya se ha puesto en marcha en esa carrera, diseñando procedimientos PBN para sus clientes en España, Egipto, Omán, Túnez, Brasil o Singapur, por ejemplo.

**El equipo de diseño de procedimientos de vuelo de Ineco** está preparado para hacer frente a estos nuevos retos y continúa adecuando sus procesos para asumir el resto de cambios necesarios como puede ser el tratamiento de los datos recibidos o generados, asegurando su veracidad, precisión, integridad y trazabilidad. Esto se convierte en un factor decisivo cuando se considera que dichos datos permiten una navegación automatizada por parte de la aeronave, sin ninguna manipulación de los mismos por parte del piloto.

## Hidroviás: un caudal de posibilidades

### Ineco diseña un simulador de costes para el transporte fluvial de Brasil

Con la colaboración de Jorge Pérez, ingeniero de caminos y José Andrés Maroto, economista

**La herramienta contribuirá a planificar mejor el desarrollo de la inmensa red de vías fluviales en Brasil, que cuenta con un amplio margen de crecimiento. El país quiere multiplicar su uso en los próximos años.**

Brasil, el quinto país del mundo por extensión, dispone de una de las mayores redes fluviales del planeta, que suma aproximadamente 63.000 kilómetros, de los que se consideran navegables alrededor de 42.700. Junto con China y Estados Unidos, encabeza la lista de países para los que sus ríos representan un modo de transporte de gran relevancia.

En este contexto, Ineco está desarrollando para la Empresa de Planejamento e Logística (EPL), dependiente del Ministerio de Transportes de Brasil, un modelo de cálculo de costes para el transporte de mercancías a través de la red de hidroviás (rutas navegables), vital para la planificación en un país con dimensiones

continentales. En inmensas regiones que de otro modo sólo serían accesibles por vía aérea –como la Amazonia– los ríos son las principales vías de transporte y comunicación para las personas y sobre todo, para las mercancías.

La principal ventaja del transporte fluvial radica en su gran capacidad de carga y las importantes economías de escala que se generan al movilizar grandes volúmenes en largas distancias, con menor consumo

*Ineco está desarrollando para EPL un modelo de cálculo de costes para el transporte de mercancías a través de la red de 'hidroviás'*

energético e impacto medioambiental que el ferrocarril o la carretera. Según un estudio detallado de la ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários) realizado en 2012, actualmente Brasil sólo utiliza el

49,9 % de su red fluvial navegable, es decir, 20.956 kilómetros, de los que 19.764 se utilizaron para el transporte de carga y 6.360 para pasajeros. Estos datos revelan el gran potencial de desarrollo de los corredores hidroviarios, que el país quiere impulsar en los próximos años.

#### Instrumentos de planificación

Por ello se han elaborado distintos instrumentos de planificación nacional, que Ineco ha tomado como referencia para la herramienta de cálculo de costes que está desarrollando. Entre ellos, el Plan Hidroviario Estratégico diseñado por el Ministerio de Transportes para el periodo 2013-2031, el Plan Nacional de Logística y Transportes, las Directrices de política nacional de transporte fluvial 2010-13, etc. Paralelamente, el Gobierno federal ha anunciado recientemente que las inversiones para el sector del transporte de la tercera fase del Plan de Aceleración del Crecimiento (PAC 3), previstas a partir de 2015, darán prioridad a los modos ferroviario y fluvial. «

#### El país del "oro verde"

Sólo en 2012 viajaron sobre la "carreteras líquidas" de Brasil 80,9 millones de toneladas de carga. Transportan todo tipo de productos, pero por volumen, destacan el mineral de hierro (bauxita), petróleo y derivados, fertilizantes y graneles agrícolas, como maíz, trigo, algodón o caña de azúcar, y también la soja, el producto agrícola con mayor crecimiento de la demanda mundial en la última década, un 28%. En 2015, con una previsión de más de 90 de millones de toneladas, Brasil prevé



desbancar a EEUU del primer puesto en la producción mundial de esta leguminosa, que se emplea en la alimentación humana,

la fabricación de piensos y la producción de biocombustibles. Sólo la región brasileña de Mato Grosso, el mayor centro de producción y exportación de soja del mundo, superará según las previsiones oficiales los 25 millones de toneladas. En 2013, las hidroviás brasileñas transportaron 6,7 millones de toneladas de soja (en grano, harina o aceite), un volumen equivalente a casi cinco veces la producción anual de este vegetal en España, lo que da una idea de la relevancia económica de este comercio.



#### TRANSPORTE EN DISTINTOS TIPOS DE EMBARCACIONES

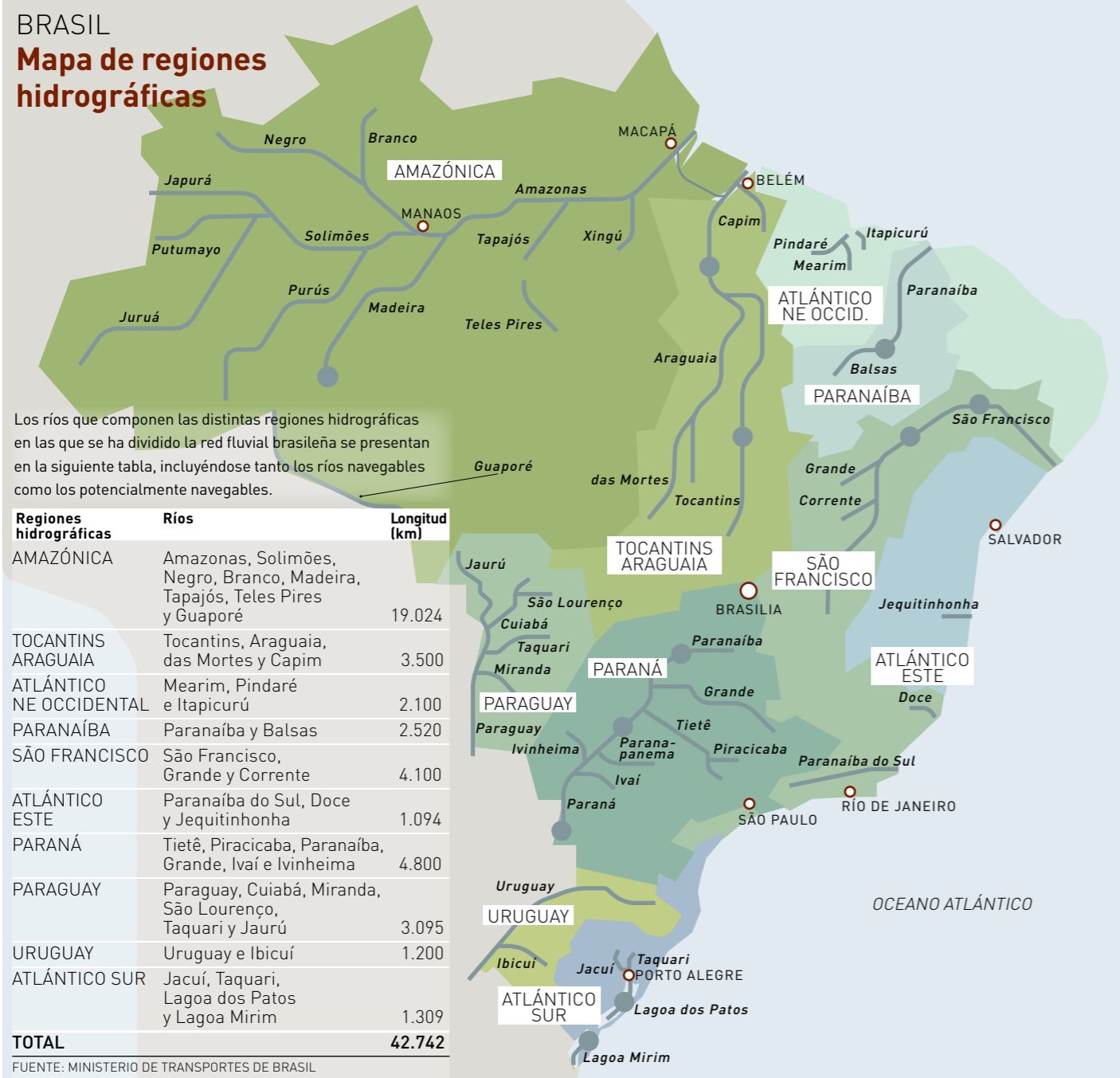
El transporte fluvial es fundamental en un país como Brasil, que posee una de las mayores redes fluviales de todo el planeta –concretamente, suma un total de 63.000 kilómetros. Sólo en 2012 viajaron sobre las "carreteras líquidas" de Brasil 80,9 millones de toneladas de carga. Arriba a la izquierda, una embarcación granelera con empujador, a su derecha, una que transporta mineral y debajo, una autopropulsada.

FOTO: ANTAQ (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS)

# El estudio de Ineco permitirá una mejor integración del sistema fluvial en la red de transporte de mercancías, mejorando su eficiencia. Para lograrlo, se requiere evaluar los costes de todos los elementos que lo integran



**HIDROVIA PARANÁ-TIETÊ**  
Es una vía de navegación fluvial para el transporte de mercancías y pasajeros situada entre las regiones sur, sudeste y centro oeste de Brasil.



## ¿Por qué un modelo de cálculo de costes?

■ El sistema fluvial, en su triple función de constituir un eje de la vida social y económica y como elemento vertebrador del territorio, requiere un análisis global para desarrollarse sin dejar de lado la sostenibilidad. Por ello, un modelo de costes adecuado, consistente y que contribuya a los objetivos globales de desarrollo logístico facilitará la toma de decisiones por el organismo gestor

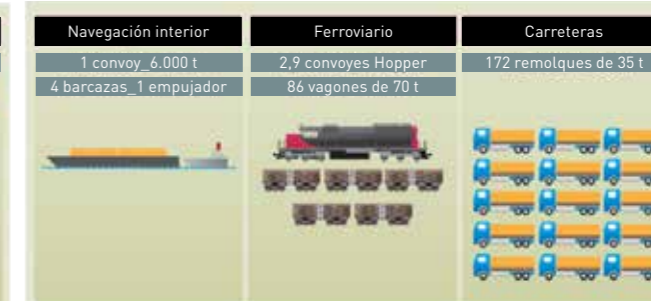
del sistema de transporte y de su infraestructura.  
■ El estudio de Ineco permitirá una mejor integración del sistema fluvial en la red de transporte de mercancías, mejorando su eficiencia. Para lograrlo, se requiere evaluar los costes de todos los elementos que lo integran, desde los derivados de la implantación de la infraestructura portuaria y los canales de navegación,

pasando por los de mantenimiento y explotación –que garantizan su funcionalidad y nivel de servicio– hasta los relacionados con la operación de las líneas y servicios de transporte.  
■ La herramienta de simulación se integrará en los modelos de logística y transporte de carga que está elaborando la Empresa de Planejamento y Logística (EPL).

### CONSUMO DE COMBUSTIBLE (1)



### CAPACIDADES DE CARGA (2)



1\_ Para el transporte de 1 t en una distancia de 1.000 km  
2\_ Comparación entre las capacidades de carga de los diferentes modos

FUENTE: CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE: PESQUISA CNT DA NAVEGAÇÃO INTERIOR 2013

### PRINCIPALES CORREDORES FLUVIALES

**SOLIMÕES-AMAZONAS**\_Es el gigante de la red por volumen de carga y extensión, con 18.300 km navegables; transporta tres cuartas partes de las mercancías del sistema fluvial brasileño, sobre todo productos químicos orgánicos, soja, maíz, combustibles, contenedores con destino a los puertos marítimos y bauxita.  
**MADEIRA**\_Es el segundo en carga, que ha crecido un 30% de 2011 a 2013. Cuenta con 1.056 km navegables. Las principales mercancías son soja y maíz.

**TOCANTINS-ARAGUAIA**\_Conectado con las dos anteriores, entre los productos que moviliza destacan, en larga distancia, el aluminio y caolín destinados a la exportación.  
**PARAGUAY**\_En cuarto lugar, figura este corredor por donde viajan, entre otros productos, minerales como el hierro y el manganeso. En 2013 su volumen de carga aumentó un 37% respecto al año anterior.  
**PARANÁ-TIETÊ**\_Entre ambos ríos suman 1.585 km navegables; este corredor es estratégico para los flujos de transporte de graneles sólidos agrícolas del centro-

oeste brasileño. En 2013, más de un cuarto de la soja y un tercio del maíz transportados por navegación interior llegaron al puerto de Santos para su exportación. Otros productos a destacar son la arena y la caña de azúcar.  
**HIDROVIAS DO SUL**\_Se caracterizan por el elevado volumen de carga en tramos cortos (292 km de media). Dispone de unos 900 km y transporta sobre todo fertilizantes, soja y harina de soja.  
**SÃO FRANCISCO**\_Con 1.371 km, en 2013 destacó el transporte de balas de algodón y soja.

FUENTE: ANTAQ (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS)



BABYLON

Saul Espinosa, autor de este paisaje urbano futurista, es un artista conceptual especializado en Matte Painting, una de las disciplinas más complejas dentro de los efectos

visuales (VFX), que permite crear sets cinematográficos gracias a herramientas de dibujo digital y programas 3D. [www.ArtofSaul.com](http://www.ArtofSaul.com).

## ¿En qué piensan las ciudades?

La tecnología aplicada al desarrollo urbano da como resultado las llamadas 'ciudades inteligentes', vertebradas por sistemas de transporte que deben ser eficientes, sostenibles y bien organizados. Ineco cuenta con experiencia en España y otros países en productos y servicios vinculados a la movilidad *smart*.

Con la colaboración de **Emilio Miralles**, ingeniero de caminos, **Ignacio Martínez**, informático e ingeniero de caminos y **Jesús Vázquez**, ingeniero técnico en informática de sistemas

Más de la mitad de la población mundial, 3.500 millones de personas, vive hoy en día en las ciudades, según Naciones Unidas. La tendencia al crecimiento de la población urbana se consolidará en las próximas décadas, como certifican la propia ONU, la OCDE y otros organismos internacionales. Desde finales del siglo XX, la aplicación de las nuevas tecnologías de la información al entorno urbano se ha incorporado al concepto de 'ciudades inteligentes' o *smart cities*, que hace referencia a la optimización de los

recursos para lograr urbes mejor gestionadas, más amigables para su habitantes y también más sostenibles desde el punto de vista energético y medioambiental. En este contexto, contar con sistemas de transporte eficientes que garanticen la movilidad de los ciudadanos reviste una importancia crítica.

Y es que a partir de la Revolución Industrial, el entorno urbano se ha ido haciendo

*A través del concepto de 'ciudad inteligente' se pretende lograr urbes bien gestionadas, amigables y sostenibles*

más y más complejo, a medida que el desarrollo socioeconómico ha generado un aumento de la población por el descenso de la mortalidad y el desplazamiento masivo de población rural hacia las ciudades, fenómeno que sigue dándose en la actualidad en países en fuerte desarrollo, como China, por ejemplo. Es un hecho comprobado que el crecimiento de la población da lugar a un incremento paralelo en la demanda de movilidad, a la vez que aumenta el consumo de energía y el impacto medioambiental: la ONU señala que aunque las ciudades sólo ocupan el 2% del territorio mundial, consumen entre el 60 y 80% de la energía y generan el 75% de las emisiones de carbono. <

## Ineco y la movilidad inteligente

### PRODUCTOS Y SERVICIOS SMART

Además de una larga experiencia nacional e internacional en todas las fases de implantación de infraestructuras de transporte urbano e interurbano sostenible, como tranvías, metro o ferrocarril de cercanías, Ineco ha desarrollado en los últimos años productos y servicios nuevos relacionados con las tecnologías de la información y la movilidad *smart*. Entre ellos, planes de transporte urbano e interurbano, modelizaciones y análisis de demanda, estudios y herramientas para mejorar la eficiencia energética o caracterizar el impacto ambiental del transporte. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) no son ninguna

panacea ni una fórmula mágica, pero contribuyen a mejorar la calidad de vida en nuestras ciudades a través de múltiples aplicaciones que Ineco viene incorporando en sus planes y estudios de transporte

urbano. Así, los Sistemas de Ayuda a la Explotación (SAE) de las redes de autobuses permiten el seguimiento y control de las flotas y la comunicación interactiva con el usuario; se obtienen datos de explotación

### Comité de expertos

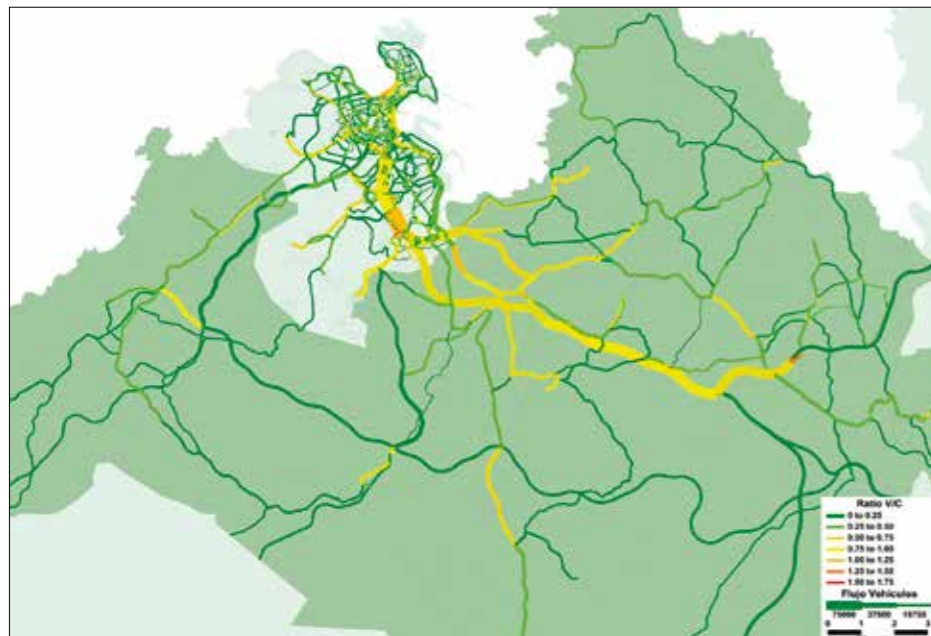
■ Con este bagaje, en 2014 la compañía se incorporó al Comité de Ciudades Inteligentes de AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación). El objetivo de la entidad es contribuir al despliegue de lo que propone definir como "la visión holística de una ciudad que aplica las TIC para la mejora de la calidad de vida y la accesibilidad de sus habitantes y asegura un desarrollo sostenible económica, social y ambientalmente,

en mejora permanente". Los expertos de Ineco aportan sus conocimientos en materia de infraestructuras, consultoría, gobierno y movilidad en el proceso de elaboración de desarrollo de normas y certificaciones que ayudan a "favorecer la interoperabilidad" entre los múltiples sistemas que funcionan en una ciudad, lo que resulta vital para aprovechar bien los recursos, uno de los cimientos del concepto de 'ciudad inteligente'.

# Tanto por capacidad como desde el punto de vista medioambiental, los sistemas de transporte colectivo son la alternativa al transporte privado, poco eficiente en el entorno urbano

## PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE DE A CORUÑA

Modelización de los flujos de vehículos realizada por Ineco para el Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) de A Coruña (España), que se seguirá desarrollando hasta el año 2024.



y sirven de soporte a otros sistemas que lo complementan y que mejoran la calidad de los servicios. En cuanto a los Sistemas de Información al Viajero (SIV) facilitan al usuario, a través de paneles informativos, teléfonos móviles u otros canales, información sobre los servicios de transporte, tiempo real de espera de los autobuses o trenes, o cualquier tipo de información que se quiera dar.

### SIMULACIÓN Y MODELOS

A la hora de diseñar un plan de transporte, se emplean simulaciones y modelos de transporte que, alimentados por multitud de datos, consiguen no sólo reproducir la situación actual, sino también hacer estimaciones a futuro. Los modelos, alimentados por múltiples fuentes de datos –desde encuestas domiciliarias o hechas mediante dispositivos móviles

## A la hora de diseñar un plan de transporte, se emplean simulaciones y modelos para hacer estimaciones a futuro

a información procedente de cámaras de tráfico, por ejemplo– representan la realidad de forma simplificada y hacen posible tanto analizar los problemas como proponer soluciones. Para esto, los profesionales de Ineco dedicados a la simulación y modelización de transporte han desarrollado numerosos trabajos en el marco de la *Smart Mobility*, como por ejemplo, la reciente microsimulación del estudio de accesos en el complejo Madrid Hub City. Estos proyectos abarcan desde planes de movilidad hasta la simulación de flujos peatonales, jugando todos ellos

un papel fundamental en la movilidad sostenible.

### ANÁLISIS INTEGRADOS

Ineco ha dado un paso más apostando por la visión unificada de las TICs y los modelos de transporte. Esta visión integrada permite planificar la interacción de los sistemas de la propia ciudad y la movilidad de sus ciudadanos en un entorno unificado, es decir, modelizando la parte más *smart* de una ciudad inteligente. Así, se puede analizar el impacto en la movilidad futura de la automatización dinámica de una intersección regulada por semáforos a partir de datos de sensores; simular la mejora de un sistema de aparcamiento en superficie con información en tiempo real a los usuarios; o estimar el funcionamiento futuro de una ciudad con un parque de vehículos de conducción autónoma.◀



### LA CIUDAD DEL FUTURO EN EL CINE: “HE VISTO COSAS QUE VOSOTROS NO CREERÍAIS”

El cine ha tratado de forma recurrente a la ciudad como soporte narrativo, tanto en el cine negro, la comedia o la ciencia ficción, esta última a menudo de una manera oscura y apocalíptica, con grandes referencias al cómic. Películas como *Metrópolis* (Fritz Lang, 1926), *Alphaville* (Jean-Luc Godard, 1965) *Blade Runner*

(Ridley Scott, 1982), *Desafío Total* (Paul Verhoeven, 1990), *Demolition Man* (Marco Brambilla, 1993), *El Quinto Elemento* (Luc Besson, 1997), *Minority Report* (Steven Spielberg, 2002) o *Elysium* (Neill Blomkamp, 2013), en la imagen, dan rienda suelta a la imaginación más desbordante. Esta última se inspiró en un proyecto de colonia espacial (a la derecha), diseñada por la NASA en los años 70 del siglo pasado, capaz de albergar a 10.000 personas.



## Conceptos básicos

■ Entre las aportaciones de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se encuentra la recopilación y procesamiento de datos, que se hace posible mediante la colocación de sensores. Estos aparatos, conectados a las redes de datos, recogen y envían en tiempo real todo tipo de datos, incluyendo los relacionados sobre su propio funcionamiento. Es lo que se conoce como “Internet de las cosas”.

■ En el ámbito del transporte y la movilidad, esta información puede consistir desde datos sobre plazas de aparcamiento libres hasta imágenes de cámaras de tráfico, mediciones de contaminación atmosférica y acústica, etc.

Incluso los propios usuarios, mediante el uso de aplicaciones y redes sociales desde sus dispositivos móviles, pueden formar parte de esta red de información. A medida que las ciudades cuentan con redes de sensores más extensas, se generan enormes volúmenes de datos en tiempo real que se pueden almacenar, analizar y comparar. Para ello, se requieren equipos de altas prestaciones y sistemas con una elevadísima capacidad y velocidad de procesamiento: es lo que se conoce como *Big Data*.

■ Pero una visión *smart city* requiere, además, que estos datos se compartan, tanto entre las diferentes redes –la de transporte, la sanitaria, la energética,

etc.– como con los gestores de las ciudades, y éstos con los ciudadanos: es el concepto *Open Data* o datos abiertos. Todo un cambio de mentalidad frente al arraigado planteamiento de la información en ‘silos’, una metáfora que refleja el extendido concepto de la información ‘en propiedad’ organizada de manera ‘vertical’ y no compartida.

■ El futuro, en definitiva, pasa por la creación de ‘plataformas de ciudad inteligente’ que centralizarán toda la información de manera que se puedan optimizar los servicios y mejorar la gestión, gracias a la integración de todos los datos que se recogen en tiempo real de la ciudad.



## Ineco lleva años enfocando todos sus proyectos de planificación con una visión integradora y sostenible del transporte en la ciudad

CIUDAD DEL FUTURO  
Una versión 'hermética' de la ciudad del futuro según la visión del artista digital francés Killerethyl.  
killerethyl.deviantart.com

### Hacia un transporte urbano sostenible

#### UN CONCEPTO RECIENTE

El término 'sostenibilidad' se empieza a escuchar a partir de la década de los setenta, cuando a raíz de la crisis del petróleo se extiende por todo el mundo la preocupación por los problemas energéticos y medioambientales y el desarrollo equilibrado. Se acuña así el concepto de 'desarrollo sostenible' como aquél que satisface las necesidades del presente sin poner en peligro la calidad de vida y medioambiental de las futuras generaciones, sin aumentar el uso de recursos naturales más allá de la capacidad de la naturaleza para producirlos.

En las últimas décadas los cambios socioeconómicos globales han afectado sustancialmente al transporte urbano.

La movilidad en las ciudades actuales responde a unos patrones cada vez más difusos, con unas distancias de viaje más largas y un continuo crecimiento del nivel de motorización. El transporte urbano produce impactos adversos sobre este equilibrio, afectando al medio ambiente, a la salud y a la seguridad de los ciudadanos, a la economía, a la sociedad y, en general, a la calidad de vida de la población. Para hacer frente y corregir estas tendencias,

*En las últimas décadas, los cambios socioeconómicos globales han afectado sustancialmente al transporte urbano*

la mayoría de las ciudades promueven la realización de Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) en los se analizan y proponen actuaciones que tienen por objeto orientar la movilidad dentro de la ciudad hacia formas de desplazamiento más sostenibles (el transporte público y los medios no motorizados como el caminar y la bicicleta). Ejemplo de ello son los planes que ha elaborado Ineco en los últimos años en ciudades españolas como Hospitalet de Llobregat, del área metropolitana de Barcelona; en Logroño, capital de La Rioja; y más recientemente en A Coruña, la capital gallega más poblada, donde se ha hecho especial hincapié en los programas de participación ciudadana para la selección y propuesta de actuaciones.

#### COMBUSTIBLES LIMPIOS

Para asegurar la sostenibilidad y la calidad ambiental de nuestras ciudades es importante también que los vehículos de transporte utilicen en mayor medida combustibles limpios. Y esta es una preocupación cada vez más patente en todo el mundo. Ineco ha llevado a cabo un estudio sobre el desarrollo e implantación de sistemas de propulsión alternativos para reducir la contaminación en los autobuses de la región metropolitana de São Paulo que, con 24 millones de habitantes, se encuentra entre las 5 mayores conurbaciones del mundo y presenta unos elevadísimos niveles de contaminación.

El estudio, financiado por el Banco Mundial, se lleva a cabo para la Empresa >

#### REGIÓN METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Ineco ha realizado un estudio sobre el desarrollo e implantación de sistemas de propulsión alternativos para reducir la

contaminación en los autobuses de la región metropolitana de São Paulo. En la foto, tráfico en la Marginal Tietê.



FOTO: NDRÉ LEMES



FOTO: ELMIRA VILA

#### METRO DE VALENCIA

Enrique Albelda, ingeniero de caminos, en el metro de Valencia,

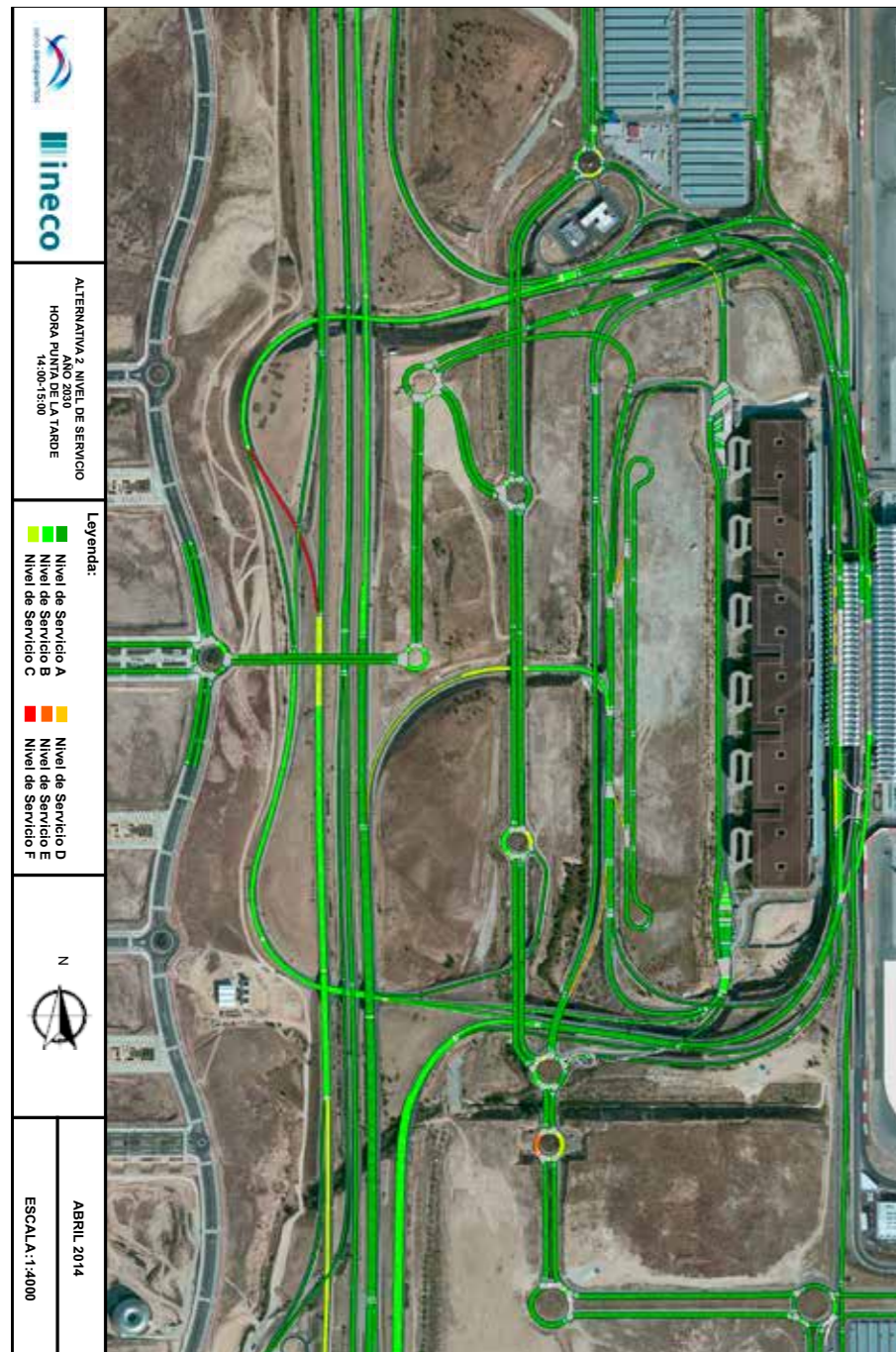
en el que Ineco ha realizado varias obras, entre ellas la ampliación de las líneas 1 y 2.

# Para asegurar la sostenibilidad y la calidad ambiental de nuestras ciudades es importante también que los vehículos de transporte utilicen en mayor medida combustibles limpios

## MADRID HUB CITY

En la imagen inferior se muestra un estudio realizado recientemente por Ineco de los accesos a la parcela 2 del complejo Madrid Hub

City, en las cercanías de la Terminal T4 del aeropuerto de Adolfo Suárez Madrid-Barajas.



Metropolitana de Transporte Urbano del Estado de São Paulo, que gestiona más de 800 líneas con una flota de más de 5.500 vehículos, e incluye el análisis comparativo de los distintos combustibles utilizados (o en fase de desarrollo) en los autobuses: diesel, biodiesel, etanol, gas natural, hidrógeno, eléctricos, híbridos, etc.; y basado en criterios técnico-operacionales, ambientales, sociales y de eficiencia económica, se realizan propuestas para la progresiva sustitución de los autobuses por otros menos contaminantes.

La compañía lleva años enfocando todos sus proyectos de planificación con esta visión integradora y sostenible del transporte en la ciudad. Así, actualmente está elaborando el Plan Director de Transporte Público de Mascate, la capital de Omán, que incluye entre sus propuestas la creación de una autoridad metropolitana de transporte siguiendo el modelo de otras ciudades, la implantación de un sistema de transporte público con todos sus elementos de coordinación, tarificación, e información, el diseño de la red de autobuses, la reordenación del sistema de microbuses y taxis existente, y un conjunto de propuestas complementarias para mejorar la accesibilidad, el medio ambiente y la calidad de vida urbana.

### PLANES DIRECTORES

Ya en 2007, Ineco diseñó el Plan Director de Transporte de la Aglomeración de Rabat-Salé-Temara, en Marruecos, un área metropolitana poblada por 1,9 millones de personas, con la previsión de llegar a 2,6 millones en 2020. El reciente Plan de Movilidad de Ecuador 2013-2017 (PEM) y

con anterioridad, los Planes Nacionales de Transporte de Argelia y Costa Rica, contemplan también el transporte urbano, a pesar de tener ámbito nacional. En los últimos años, la compañía ha llevado a cabo todo tipo de trabajos de planificación sostenible, tanto de carácter 'vertical' – centrados en un ámbito específico– como 'horizontal', integrando diferentes modos. Es el caso del estudio de los distintos sistemas de transporte –ferroviario, metropolitano, carreteras y marítimo– en la región italiana de Forlì, (junto con las empresas italianas Sintagma, Metropolitana Milanese y Systematica). Incorporaba esta nueva visión de la planificación e incluía propuestas para habilitar espacios de circulación para bicicletas o ciclomotores, e incluso recibió un premio del Ministerio de Obras Públicas italiano. Igualmente, Ineco participó en el diseño del Anillo Verde de Madrid, un carril bici que rodea la capital.

*En los últimos años, Ineco ha llevado a cabo todo tipo de trabajos de planificación sostenible, tanto de carácter 'vertical' como 'horizontal'*

Otros trabajos en materia de planificación sostenible que cabe mencionar son la reorganización de la red de autobuses urbanos de Argel, os Planes Territoriales de los ferrocarriles de Tenerife (Islas Canarias), o las modelizaciones de flujos realizadas en las estaciones de alta velocidad de Sevilla y Córdoba, o en la estación de Atocha, en Madrid.«

## Emilio Miralles

Ingeniero de caminos y economista



## La ciudad del futuro

La planificación del transporte urbano en estas primeras décadas del siglo XXI se ha adaptado a los requerimientos de la ciudad inteligente y sostenible del futuro. Ya no se trata sólo de construir o ampliar las infraestructuras para hacer frente a la creciente demanda de transporte, sino de implantar y aplicar modelos adecuados y eficientes de gestión de la movilidad. A la hora de optimizar el funcionamiento de las ciudades, se trata de que cada modo de transporte desempeñe el papel para el que resulta más adecuado, potenciando el intercambio modal y dando prioridad a los criterios medio ambientales, a la sostenibilidad y a la calidad de vida.

**A propósito de la ciudad, hace ya más de 50 años** Lewis Mumford aportaba en *The city in history* (1963) una interpretación radicalmente innovadora sobre la ciudad; en lugar de aceptar que el destino de la ciudad sea la tendencia a la congestión metropolitana, la expansión descontrolada de los suburbios y la desintegración social, Mumford esboza un orden en el que se integran las innovaciones técnicas con las necesidades de los ciudadanos y las normas sociales, y afirma que "la ciudad es, junto con el idioma, la obra más grande del hombre". Igualmente, Colin Buchanan en su Informe *Traffic in Towns* (1963) anticipaba los problemas del tráfico en materia de congestión, contaminación y accidentes, y señalaba que la ciudad no estaba preparada para permitir un gran aumento de automóviles, por lo que se tendría que hacer un esfuerzo gigantesco para volver a planificar y reconstruir las ciudades.

**El camino ha sido complejo y retador:** tras un crecimiento desmesurado y en ocasiones sin control de muchas grandes ciudades, conceptos como eficiencia energética, gestión de la movilidad, regulación automatizada, tráfico calmado, movilidad sostenible, localización geo-referenciada, etc., son nuevas herramientas y medidas que nos permiten vislumbrar lo que serán las ciudades inteligentes del futuro. El modelo apuesta por aprovechar al máximo las nuevas tecnologías para lograr urbes más respetuosas con el ser humano y su entorno.

**Ineco ha participado en este proceso de innovación** y en esta nueva visión de la planificación, más sensible a los temas de sostenibilidad y calidad de vida. Se ha acumulado una amplísima experiencia en la planificación de los transportes urbanos, con estudios realizados tanto en Madrid como en muchas otras ciudades españolas y de otros muchos países, incluidas las grandes megalópolis del mundo, como São Paulo o en ciudades como Mascate, capital de Omán, con una movilidad muy dependiente del vehículo privado, pero con un objetivo claro de modernizarse e incorporarse así al grupo de ciudades inteligentes del siglo XXI.

# Con buena onda

## Análisis de la incidencia de obstáculos en los sistemas CNS

Por Víctor Gordo y José M<sup>a</sup> Berdoy, ingenieros aeronáuticos

**Ineco ha realizado más de un millar de estudios de simulación radioeléctrica, que analizan las perturbaciones que pueden causar los obstáculos en las transmisiones de ondas de radio, vitales para la navegación aérea.**

En la navegación aérea actual, en el contexto de un tráfico cada vez más denso, controladores y pilotos necesitan recibir y enviar información exacta y fiable para poder operar con seguridad. Para ello se utilizan los sistemas de comunicaciones, navegación y vigilancia, o sistemas CNS. Funcionan transmitiendo y recibiendo unas señales de radiofrecuencia, adecuadamente moduladas. Estas señales se propagan por onda espacial, es decir, por línea de vista directa entre transmisor y receptor. Sin embargo, también se reflejan en el terreno los obstáculos y se combinan con la señal directa, por lo que pueden producir en ésta desvanecimientos o amplificaciones y, en general, solapamientos y distorsiones en la información transmitida.

### El efecto de las reflexiones laterales

Es especialmente perturbador el efecto producido por las reflexiones laterales, dado que muchos sistemas funcionan con modulación espacial. Es decir, la señal recibida es distinta en función de la dirección en la que se encuentra la aeronave, transmitiendo, por tanto, información errónea las señales reflejadas lateralmente, además de los otros efectos ya citados. Las servidumbres radioeléctricas tan sólo permiten determinar que obstáculos hay que analizar con detalle, pero no permiten identificar cuáles no se deberían construir.

### Simulaciones radioeléctricas

Para determinar con precisión los obstáculos que son realmente incompatibles con el correcto funcionamiento de los sistemas, son necesarios estudios detallados, denominados simulaciones radioeléctricas, y que requieren de un

### SERVIDUMBRES RADIOLÉCTRICAS

Para controlar el levantamiento de obstáculos, se han establecido superficies de protección en las proximidades de los sistemas CNS. En muchos países se prohíben las construcciones si se consideran peligrosas para la seguridad de las operaciones aéreas; en España, estas superficies son las denominadas servidumbres radioeléctricas, recogidas en el Decreto 584/1972 de servidumbres aeronáuticas. Internacionalmente, el ejemplo más destacado son las *Building Restricted Areas* definidas por OACI en el documento EUR DOC 015, que si bien no tienen carácter normativo, sí han sido recogidas en la legislación de muchos países.

gran conocimiento de los sistemas CNS. Ineco cuenta con una dilatada experiencia en este campo, con más de mil estudios realizados para Aena, pero también para otros países como Kuwait, Omán, Colombia o Cabo Verde. Las simulaciones reproducen en un modelo las señales emitidas y recibidas por los sistemas CNS, con lo que se puede obtener:

→ Evaluación de cobertura por línea de vista y/o por densidad de potencia, para determinar posibles pérdidas de señal tanto en un área como a lo largo de las rutas o procedimientos instrumentales existentes.

→ Análisis de errores en el guiado proporcionado, causados por el multirrayecto de las señales emitidas.

→ Análisis de reflexiones y tiempo de llegada (TOA) de las señales directa y reflejada, en el caso de sistemas por impulsos, para identificar potenciales problemas de corrupción, solapamiento o desvanecimiento de la señal directa.

→ Evaluación de reducción de la probabilidad de detección, en caso de radares. «

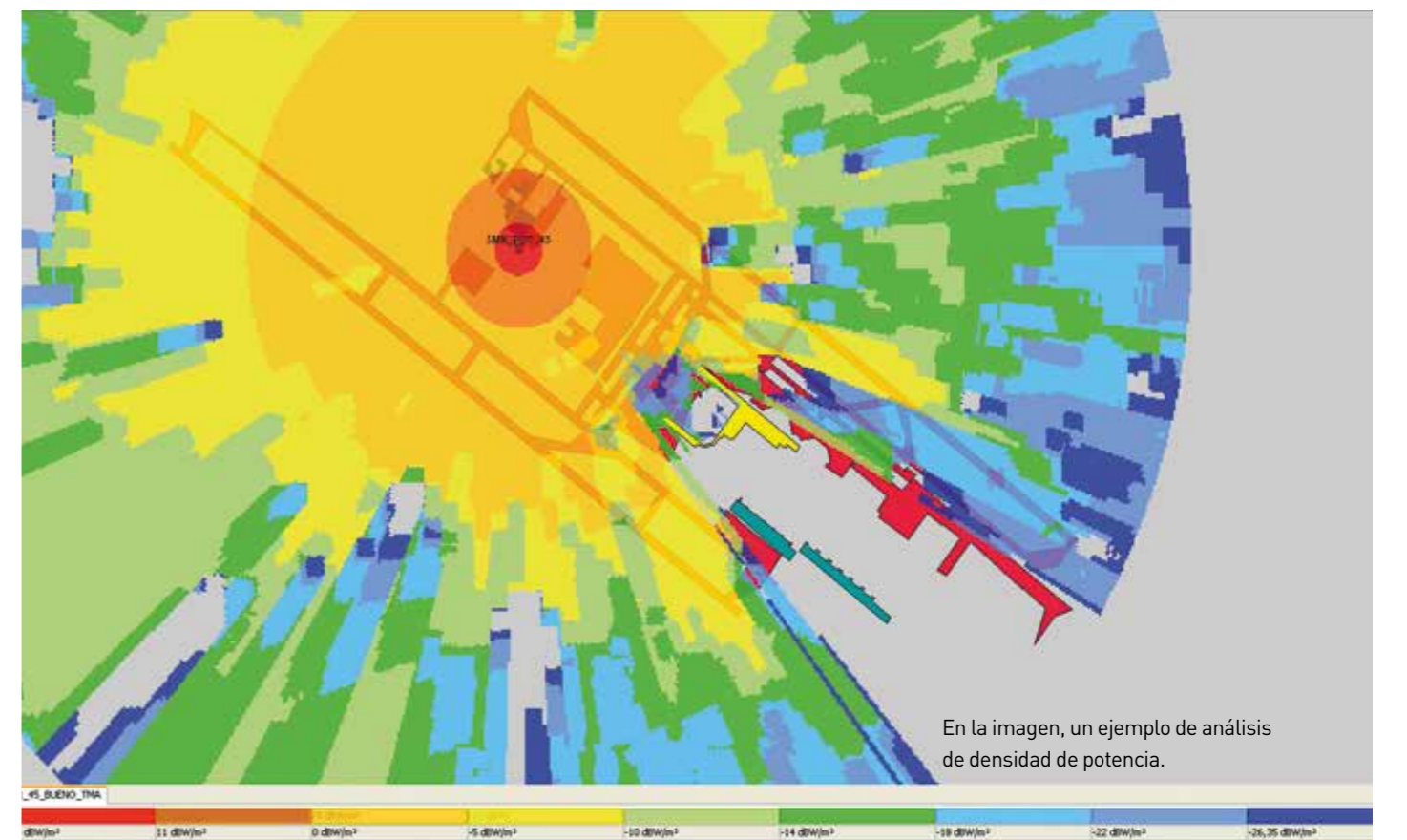
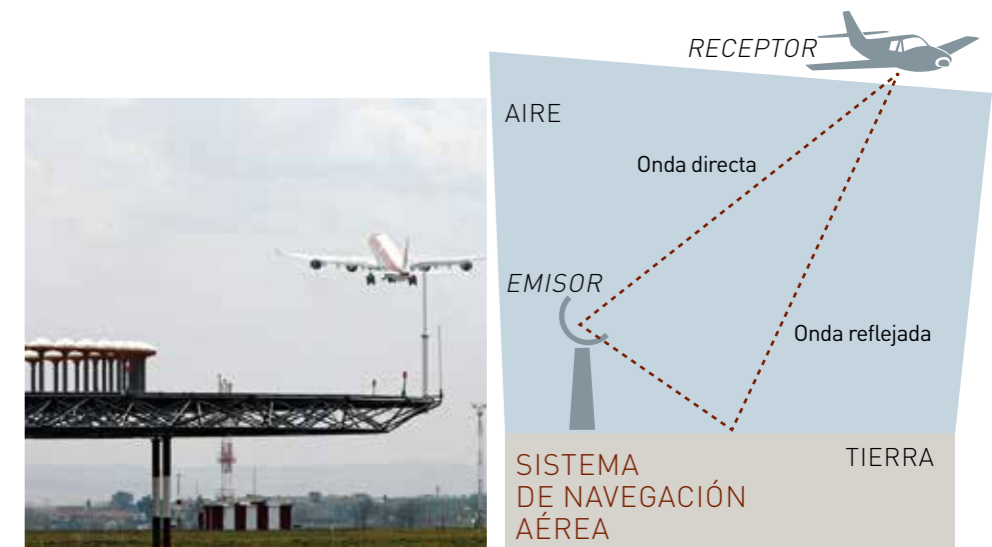
### ¿En qué consiste una simulación radioeléctrica?

Para llevar a cabo el estudio, se realizan las siguientes actividades:

- Modelado de los sistemas CNS y del entorno (posición de las antenas, características de la señal radiada, características de las pistas, etc.)
- Modelado de los obstáculos a analizar (transformación de coordenadas, ubicación respecto a las antenas, etc.)
- Modelado de los procedimientos de vuelo (trayectorias).

- Realización de las simulaciones.
- Análisis de los resultados.
- Validación (comparación con partes de calibración en vuelo anteriores, etc.).

Ejemplo de simulación de un sistema de aterrizaje instrumental o ILS.



En la imagen, un ejemplo de análisis de densidad de potencia.

### Ojos y oídos para navegar

La relevancia de los estudios de simulación radioeléctrica viene dada por el hecho de que la navegación aérea actual no sería posible sin los sistemas de comunicaciones, navegación y vigilancia o sistemas CNS:

■ Los sistemas de comunicaciones tierra/aire posibilitan una interlocución, ya sea vía voz o datos, entre controlador y pilotos, que permite la gestión simultánea de operaciones de más de una aeronave en una determinada región del espacio aéreo.

■ Los sistemas de navegación proporcionan guiado a las aeronaves en todas las fases de vuelo, permitiéndoles operar sin visibilidad, es decir, en condiciones instrumentales (IFR). Es importante subrayar que, si bien los sistemas de navegación por satélite, en particular, el GPS, son cada día más importantes para la navegación aérea, no proporcionan los exigentes requisitos demandados por la aviación en todas las fases de vuelo. Por ello, son necesarias radioayudas

emplazadas en tierra en todas las fases; y en particular durante la aproximación y el aterrizaje, son las únicas que proporcionan la exactitud necesaria.

■ Los sistemas de vigilancia permiten a los controladores conocer la posición real de las aeronaves, lo que posibilita reducir la separación necesaria entre ellas sin disminuir la seguridad, es decir, permite aumentar la capacidad o el número de operaciones simultáneas que se pueden realizar.

SISTEMAS DE NAVEGACIÓN AÉREA: CNS

# El explorador láser

## Ineco utiliza equipos láser automatizados para inspeccionar túneles

Con la colaboración de Daniel de la Hera, ingeniero de caminos

**Las tecnologías automatizadas de auscultación, como el láser-escáner y las cámaras de alta definición facilitan la conservación y el mantenimiento de los túneles. Permiten obtener imágenes en 3D o 2D que reproducen con fidelidad cualquier patología.**

Hasta hace no mucho tiempo, para conocer el estado de los túneles, los inspectores tenían que recorrerlos a pie metro a metro para analizar el estado de la infraestructura y los equipos de vía. Descubrir fisuras, filtraciones u otros indicios de daño o deterioro era un trabajo lento y laborioso hasta que empezaron a emplearse tecnologías automatizadas que utilizan el láser para efectuar mediciones, con

mayor precisión y rapidez que con las inspecciones visuales.

Por encargo de Adif, el gestor de infraestructuras ferroviarias, Ineco las ha empleado durante los últimos años en múltiples proyectos para auscultar túneles ferroviarios. Entre ellos, el de Guadarrama que, con sus 28 kilómetros, es el cuarto más largo de Europa; los túneles paralelos de San Pedro, de 8,9 kilómetros, los terceros más largos de España; o el del Regajal, de 2,4 kilómetros, todos ellos situados en Madrid. También cabe mencionar los de Lilla, La Garriga, Sant Andreu y Llogaia, en Cataluña.

Los dispositivos automatizados son capaces de recoger una gran cantidad de datos georreferenciados –es decir, localizados con exactitud– que envían de forma remota, y posteriormente se procesan con un programa informático. Permiten obtener imágenes del túnel en

dos o tres dimensiones, que reproducen con fidelidad cualquier patología que presente la superficie del revestimiento, como fisuras, grietas, desconchamientos, superficies húmedas, entradas de agua, cristalizaciones, solapamiento de dovelas, etc. También se obtienen perfiles geométricos para la comprobación de gálibos.

*Descubrir daños o deterioro en los túneles era un trabajo lento y laborioso hasta que empezaron a emplearse tecnologías automatizadas que utilizan el láser*

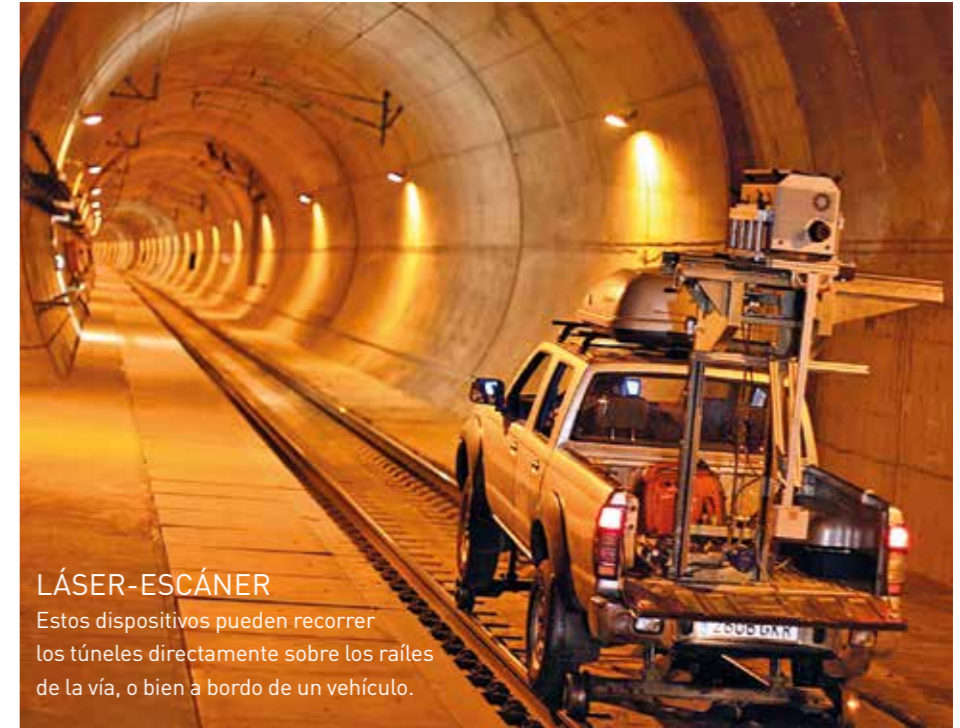
Otra de las funcionalidades que ofrecen estos equipos, como en el caso del láser-escáner, es la obtención de imá-

genes termográficas, muy útiles para detectar puntos mojados o húmedos, huecos, inclusiones de aire o defectos de homogeneidad en la materia.

### Análisis de datos

Una importante ventaja es que la información puede almacenarse y, por tanto, se pueden hacer comparaciones entre las sucesivas campañas de inspección. Así se hace posible monitorizar los daños detectados, o llevar un control de las reparaciones. También se abaratan costes, ya que se requiere poco personal para montarlos y operarlos.

Es en el análisis de datos, mapeado de patologías y control evolutivo donde Ineco, gracias a su amplia experiencia y a los sistemas de análisis disponibles, contribuye más activamente al desarrollo y evolución del mantenimiento "inteligente" de las infraestructuras ferroviarias. «



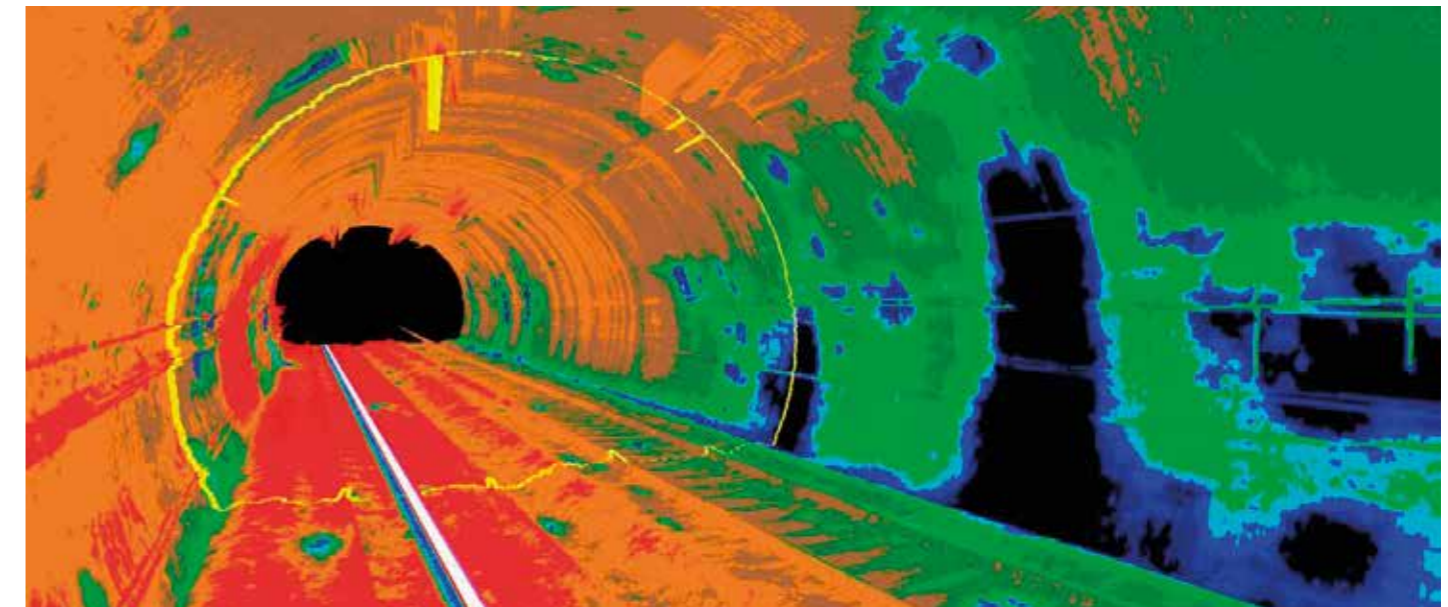
### LÁSER-ESCÁNER

Estos dispositivos pueden recorrer los túneles directamente sobre los raíles de la vía, o bien a bordo de un vehículo.



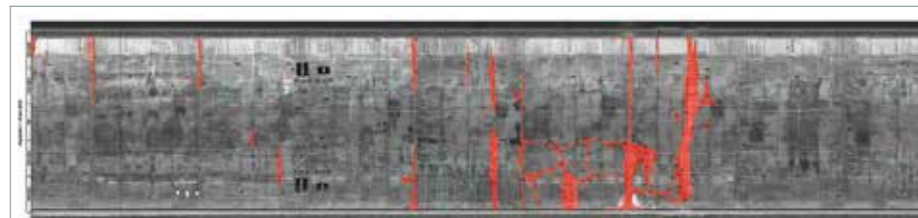
### EL TÚNEL, EN 3D

A la izquierda, en blanco y negro, representación en 3D de las patologías del túnel. En color, imagen termográfica: las zonas verdes y azules, más frías, indican humedades o filtraciones.

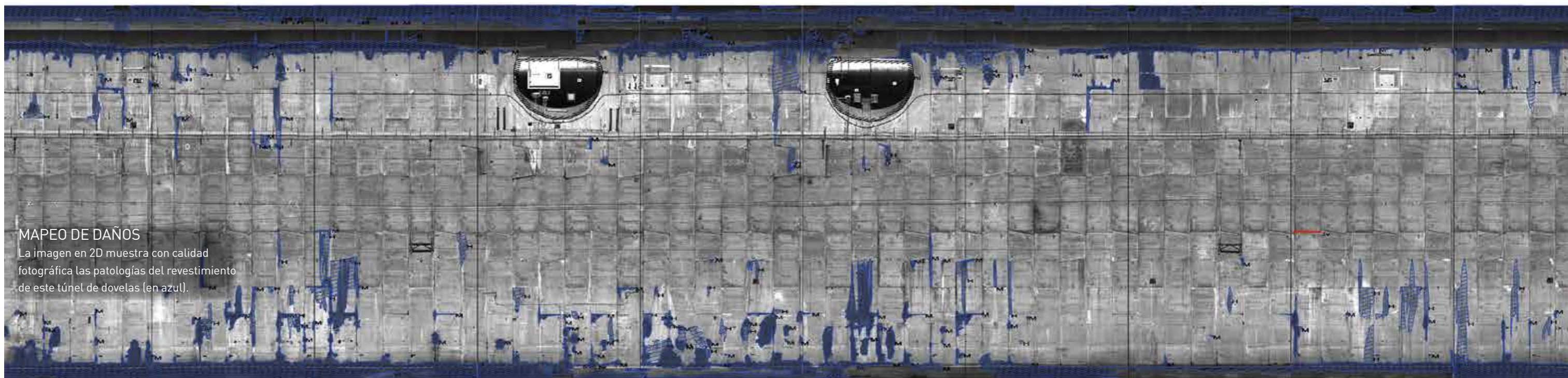
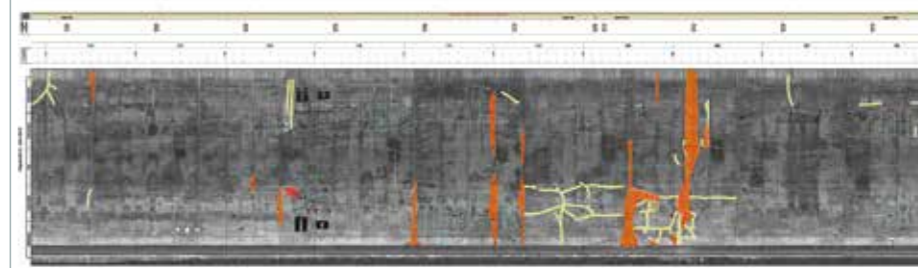


# Es en el análisis de datos, mapeado de patologías y control evolutivo donde la experiencia de Ineco contribuye más activamente al desarrollo y evolución del mantenimiento “inteligente” de las infraestructuras ferroviarias

ANTES



DESPUÉS



## MAPEO DE DAÑOS

La imagen en 2D muestra con calidad fotográfica las patologías del revestimiento de este túnel de dovelas (en azul).

## Características técnicas

Principales tipos de sistemas automatizados que ha empleado Ineco.

■ Láser-escáner: un conjunto de espejos en rotación generan un haz láser.

El dispositivo es capaz de obtener simultáneamente tres tipos de datos: imágenes en blanco y negro con calidad fotográfica, imágenes termográficas y datos topográficos que permiten el levantamiento en 3D de la superficie del túnel.

Ineco ha utilizado dos tipos de láser-escáner:

□ GRP 5000:

→Velocidad de auscultación ≈ 3 km/h

→Resolución de la imagen (tamaño del pixel): 5x5 mm

□ TS3:

→Velocidad de auscultación ≈ 3,5 km/h

→Resolución de la imagen (tamaño del pixel): 2x2 mm

■ Sistemas de visión artificial (cámaras digitales) y láser:

→Emplea cámaras digitales de alta velocidad y alta resolución, conjuntamente con láseres de alta potencia y proyección lineal alineados en un mismo plano transversal.

→Velocidad de auscultación ≈ 20 km/h

→Resolución de la imagen (tamaño del pixel): 1x1 mm



## CÁMARAS DIGITALES

Los sistemas de visión artificial emplean cámaras digitales de alta velocidad y alta resolución, junto con láseres de alta potencia.

## Experiencia de Ineco

■ En 2009, Adif encomendó a Ineco la redacción de un proyecto de impermeabilización de los TÚNELES DE GUADARRAMA, de la línea de alta velocidad Madrid-Segovia-Valladolid.

Se emplearon tanto el láser-escáner como las cámaras de alta resolución junto con láseres de alta potencia. La infraestructura bitubo, con dos túneles de 28 kilómetros de longitud, está en servicio desde 2007.

■ Inspección y control evolutivo de patologías del TÚNEL DEL REGAJAL: este túnel, perteneciente a la línea de alta velocidad Madrid-Valencia, se inauguró en 2010 y mide 2,5 kilómetros. El administrador

ferroviario encargó a Ineco el control evolutivo de los depósitos de sal que se acumulaban en sus paredes, para su posterior eliminación.

■ Estudio de patologías y termografía de los TÚNELES DE SAN PEDRO, en Madrid (línea de alta velocidad Madrid-Valladolid). Ineco está llevando a cabo desde 2010 actuaciones preventivas de inspección y control mediante instrumentación continua y automatizada.

■ Estudio de contorno de gálibos y termografía del TÚNEL DE LILLA: situado en Tarragona, mide 2 kilómetros y ha sufrido problemas de hinchamiento por atravesar un terreno de rocas arcillosas y venas de

yeso. Perteneció a la línea de alta velocidad Madrid-Barcelona-frontera francesa (tramo Lleida-Barcelona).

■ Inspecciones en varios TÚNELES DE GIRONA, (línea de alta velocidad Madrid-Barcelona-frontera francesa): túneles de La Garriga, de 758 metros, Sant Andreu, de 649, y Llogaia, de 1.713 metros.

■ Estudio de patologías de los TÚNELES DE ABDAJALÍS (LAV Córdoba-Málaga). Longitud 2 x 7,2 kilómetros.

■ Inspección línea convencional Madrid-Hendaya: TÚNELES DE LA BRÚJULA, PANCORBO y AMEYUGO. Total 2,5 kilómetros.

## Horizontes cercanos

### Ampliación a cuatro carriles del último tramo de la autopista Guadalajara-Colima

**Ineco, que ejerce de administrador y supervisor de este importante eje viario mexicano, dirige la construcción de un nuevo tramo con el que concluirá el desdoblamiento a cuatro carriles de todo el trazado, de 148 kilómetros.**

La autopista Guadalajara-Colima está situada en la región Centro-Occidente de México, y forma parte del eje transversal Manzanillo-Tampico. Cada día circulan por ella más de 10.000 vehículos, que tras la ampliación, podrán recorrerla en menos de tres horas. Este tramo de 18,7 kilómetros es el último que queda por ampliar a cuatro carriles, pero también el más complicado: discurre entre los kilómetros 103,5 y 122,2, próximo a la ladera del volcán de Colima, de 3.820 metros de altura, en el estado de Jalisco. Desde junio de 2013 se está

construyendo, bajo la dirección de Ineco, el nuevo segmento o "cuerpo" de autopista, separado del actual, de 16,5 kilómetros de longitud, denominado 'Tramo Montaña'. El trazado incluye 22 grandes estructuras de entre 30 y 140 metros de altura, necesarias para salvar los desniveles de la zona. Una vez concluida la construcción, prevista para finales de 2015, se reservará un cuerpo de autopista para cada sentido de la circulación y se dará por finalizado el proceso de modernización que arrancó en 2011. Por entonces Ineco –al frente de un grupo empresarial con firmas españolas y mexicanas– ganó el contrato por 14 años para convertirse en Agente Administrador Supervisor (AAS) de la autopista Guadalajara-Colima. Banobras, [Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos de México], concesionario de la vía, implantó un nuevo modelo de gestión, en el que un supervisor coordina al "Operador" y al "Mantenedor" de la vía, labores encomendadas a diferentes empresas. Entre los cometidos de Ineco, figura la dirección de las obras de modernización, que se han ido realizando en los últimos tres años (ver *transporte 40 y 46*) y la coordinación de todas las empresas participantes. <



El ingeniero de Inecomex Isaac Mateo Valencia contempla los dos extremos del valle donde se construirá uno de los cuatro puentes del 'Tramo Montaña' de la autopista Guadalajara-Colima.

# Manteniendo el contacto

## Dos nuevas herramientas para navegación aérea y alta velocidad

Con la colaboración de **Víctor Quiñones**, ingeniero aeronáutico (jefe del proyecto HECCO) y **Francisco Javier Guerrero**, ingeniero técnico industrial (jefe del proyecto PINK)

**Asegurar la calidad de las comunicaciones de voz entre los controladores y los pilotos es el objeto de HECCO, mientras que PINK analiza cómo optimizar otro tipo de contacto: el del pantógrafo y la catenaria.**

**D**os equipos de Ineco han concluido sendos proyectos de innovación en ámbitos muy diferentes, pero con el rasgo común de estar orientados a mejorar la interacción entre dos elementos de sus modos de transporte.

En el caso de **HECCO**, el propósito era evaluar la calidad de la comunicación oral entre los pilotos de las aeronaves y los controladores de tráfico aéreo, que se realiza por radio. El organismo internacional Eurocontrol estima que hasta un 30% de los incidentes en la gestión del tráfico aéreo (ATM) están relacionados con deficiencias en el canal de comunicaciones de voz. El proyecto de Ineco ha contado con el apoyo del CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial) y la colaboración de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

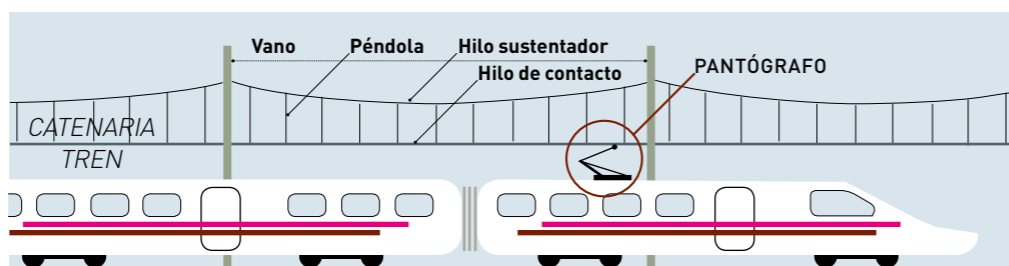
En el campo de la alta velocidad, **PINK** se adentra en el análisis de otra interacción de importancia crucial: la que se produce entre el pantógrafo y la catenaria. El contacto debe de ser permanente para asegurar que la energía llega a los motores del tren; pero dado que ese contacto tiene lugar en movimiento, se producen sobrepresiones en el hilo que lo pueden desgastar o la presión puede ser tan baja que llegue a perderse el contacto. Mediante una herramienta de simulación (ANSYS), PINK ha estudiado este fenómeno reproduciendo con exactitud las interacciones entre los diferentes tipos de catenarias y pantógrafos. <<



**PANTÓGRAFO DESLIZÁNDOSE BAJO UNA CATENARIA**

Dentro de la alta velocidad ferroviaria, el proyecto PINK analiza una interacción de

vital importancia: la que se produce entre el pantógrafo y la catenaria. El contacto debe ser permanente para asegurar que la energía llega a los motores del tren en todo momento.



**UNA INTERACCIÓN CRUCIAL**

La energía eléctrica se transmite a los motores del tren a través del pantógrafo, que debe mantener un contacto deslizante y permanente con el hilo. Ineco, ahora, tiene a su alcance una herramienta de estudio que permite una investigación exhaustiva de este fenómeno.

### PINK

#### Sin perder el hilo

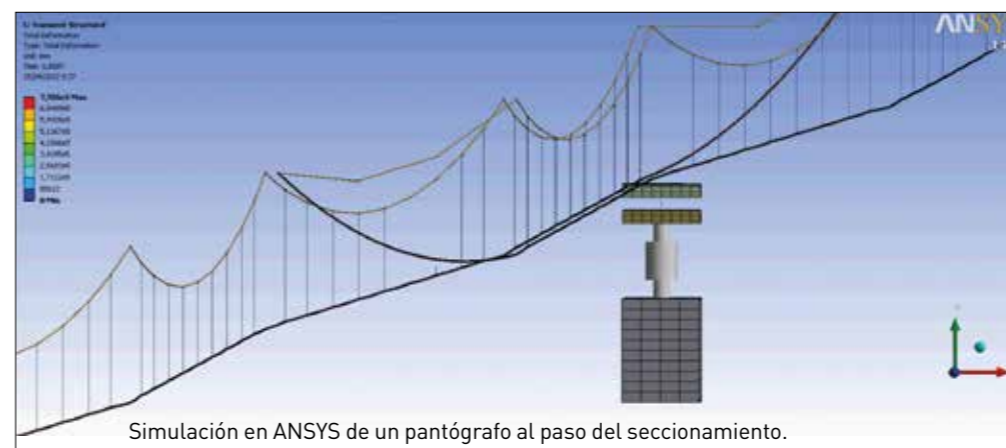
**C**on el fin de aumentar la velocidad de los trenes de altas prestaciones es necesario estudiar la interacción producida por el contacto de la catenaria y el pantógrafo. El estudio de este fenómeno ayuda a comprender y optimizar el funcionamiento de ambos, así como predecir el comportamiento de los nuevos diseños. Por ello, Ineco ha desarrollado PINK, un análisis de la simulación de la interacción dinámica entre pantógrafo y catenaria en líneas ferroviarias y con aplicación especial en líneas de alta velocidad. Para el estudio se usó la herramienta de simulación ANSYS que aplica el método de elementos finitos. De este modo se soslaya el problema que suponen los elevados costes de las pruebas en trenes en servicio.

**La experiencia confirma** que el éxito comercial de las líneas depende en gran medida de la velocidad a la que se realice el trayecto, lo que a su vez condiciona otros muchos elementos: los trazados (radio mínimo en planta), los sistemas

de seguridad, de frenado, las pendientes máximas, etc. Para la distribución de energía se utiliza, de manera universal, el sistema de línea de contacto aérea o catenaria. La unión entre ésta y el vehículo se realiza a través del pantógrafo, que debe asegurar, sin interrupción, la alimentación de los motores mediante un contacto deslizante y permanente con el hilo de la catenaria. Sin embargo, bajo las acciones

#### SIMULADOR DE CÁLCULO

El uso de un simulador de cálculo de elementos finitos ha permitido reproducir varias clases de interacciones entre diferentes tipos de pantógrafos (de concentración de masas de dos y de tres cuerpos) y catenarias: con uno o más vanos, con falso sustentador, péndola en 'Y', etc., así como el uso de uno o dos hilos de contacto, el descentramiento del hilo, los sistemas de compensación, seccionamientos, agujas tangenciales y cruzadas o comportamiento del hilo al interactuar con más de un pantógrafo.



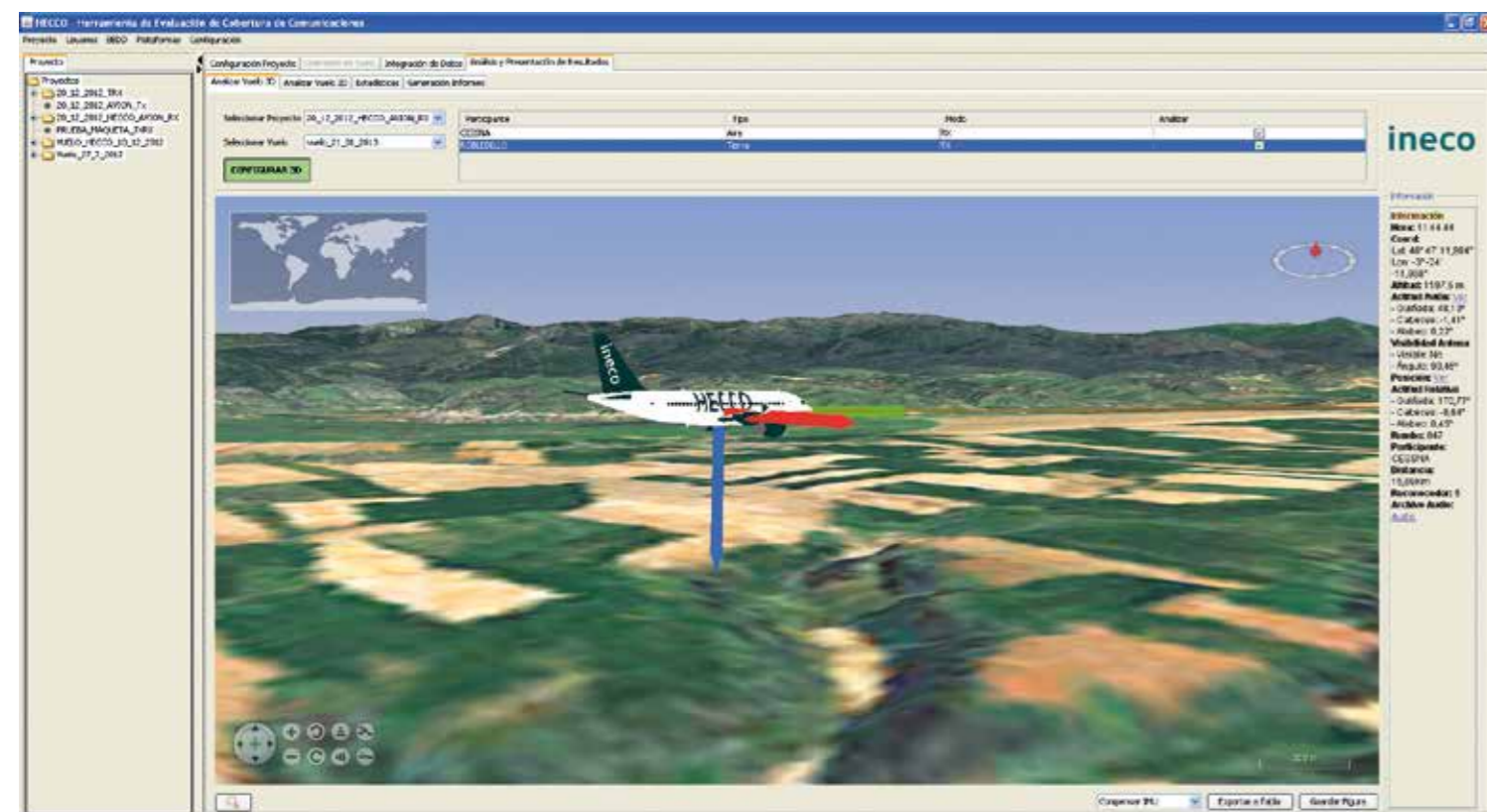
Simulación en ANSYS de un pantógrafo al paso del seccionamiento.

dinámicas producidas por el pantógrafo, la catenaria se deforma y oscila. Debido a su inercia, el pantógrafo no puede seguir de manera instantánea el movimiento de la catenaria y lograr un contacto permanente.

**En consecuencia, la pérdida de contacto** genera arcos eléctricos que provocan el desgaste prematuro de ambos sistemas, así como alimentación discontinua de los motores de tracción eléctrica. El comportamiento dinámico del sistema catenaria-pantógrafo es una de las mayores limitaciones para los sistemas ferroviarios de alta velocidad existentes. Sin embargo, esta interacción no había sido investigada exhaustivamente, pese a que es de crucial importancia por su estrecha relación con la interoperabilidad, y porque el efecto de la propagación de ondas en la catenaria flexible limita el incremento de la velocidad. Por todo ello, se hacía necesario un estudio en detalle como el proyecto PINK, que se presentó en el II Foro Europeo sobre el tren de rodadura celebrado en junio en Alcalá de Henares (Madrid). <<



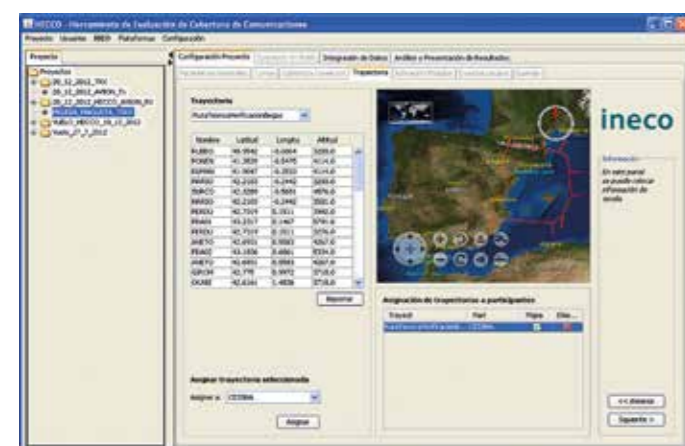
# Según Eurocontrol, hasta un 30% de los incidentes aéreos se podrían relacionar con la calidad del canal de comunicaciones Aire-Tierra, sin embargo no existía ningún procedimiento ni normativa para verificar su calidad



**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS COMUNICACIONES AIRE-TIERRA CON HECCO**

Permite realizar una valoración completamente objetiva, ya que emplea técnicas avanzadas de análisis, síntesis y reconocimiento de voz.

Arriba, el módulo de análisis 3D; abajo a la izquierda, el módulo de configuración; y abajo a la derecha, el módulo de operación.



## HECCO Alto y claro

Los servicios de navegación aérea son los encargados de velar por la seguridad y eficiencia de las operaciones. La OACI los clasifica en dos tipos: servicios ATM (Gestión y Control de Tráfico Aéreo) proporcionados por sistemas de tratamiento de la información y en última instancia por personas (operadores), y servicios CNS (Comunicación, Navegación y Vigilancia). El primer servicio de este tipo fue el de comunicaciones orales por radio, o tierra-aire, entre el piloto y el operador, conocido como Servicio Móvil Aeronáutico (SMA).

Es el medio principal para realizar las labores de información y control de tráfico aéreo y está compuesto por una serie de estaciones de radio que operan en la banda de HF (para zonas oceánicas remotas) y principalmente en la banda de VHF (118-137 MHz) con portadora modulada en amplitud. Las estaciones están desplegadas a lo largo de un área geográfica de manera que proporcionen cobertura radio al espacio aéreo bajo responsabilidad de la dependencia ATS correspondiente: los centros de control en ruta, TMA o las torres de control en los aeropuertos. Aunque la tecnología ha sido optimizada a lo largo de los años, sigue siendo básicamente la misma que en sus inicios y seguirá usándose, ya que se considera un servicio básico con una tecnología madura y fiable. El aumento del tráfico aéreo en las últimas décadas ha conllevado un aumento de las exigencias de seguridad y de la complejidad de

la gestión del mismo, donde según Eurocontrol, hasta un 30% de los incidentes se podrían relacionar con la calidad del canal de comunicaciones Aire-Tierra. Sin embargo, hasta la fecha no existía ningún procedimiento ni normativa para verificar su calidad y la evaluación se hacía de forma subjetiva: la persona a la escucha calificaba la calidad del audio en una escala de 1 a 5 (de "ilegible" a "perfectamente legible"), por lo que

### DOBLE INSTALACIÓN

La herramienta, que se instala tanto en los centros de control como en las aeronaves (sincronizados por GPS), genera y envía un mensaje -previamente grabado y basado en conversaciones reales- que sirve como patrón, con una secuencia temporal predefinida. En el otro extremo del enlace, y teniendo en cuenta el periodo de tiempo en el que debe llegar el mensaje, la herramienta activa el reconocedor de voz y determina automáticamente la calidad del audio, o, en el peor de los casos, la no recepción.

factores como el cansancio, el grado de atención o la experiencia influían en la valoración.

**HECCO (Herramienta de Evaluación de la Calidad de las Comunicaciones Orales)**, permite realizar una valoración completamente objetiva, ya que emplea, por primera vez en el entorno específico del control del tráfico aéreo, técnicas avanzadas de análisis, síntesis y reconocimiento de voz. Permite la toma y

posprocesado de datos y la sincronización mediante GPS, y es capaz de importar, integrar y correlacionar datos externos obtenidos por otras aplicaciones de análisis de señal de radiofrecuencia durante los vuelos de verificación.

Además, registra y gestiona todos los datos, como la nota de evaluación de la calidad de voz, la posición donde se ubica cada estación participante en el vuelo en cada momento, la intensidad de señal recibida en los equipos receptores, etc., y los indexa con una referencia espacio-temporal. También permite generar múltiples tipos de gráficos y representa visualmente el estado del vuelo sobre una base GIS (Sistema de Información Geográfica). El sistema se probó en laboratorio y posteriormente en un entorno real con vuelos de verificación. Los resultados se presentaron en el Congreso Mundial de Gestión del Tráfico Aéreo, (World ATM Congress 2014), celebrado el pasado marzo en Madrid, (ver *itransporte 51*).«



Pilotos de Global Air con Israel Gómez y Luis Paísán, de Ineco, durante las pruebas.





# El mundo dice ¡hola!

El español es el segundo idioma más extendido del mundo, con 470 millones de hablantes en una veintena de países. Y es en América, con Estados Unidos y Brasil en cabeza, donde más crece.

Redacción *itransporte*

Si está leyendo esta frase sin necesidad de traducción, es que forma parte de una de las mayores comunidades lingüísticas del mundo: la hispanohablante. Surgió a partir de la evolución del latín durante la Edad Media en el antiguo reino de Castilla, en la Península Ibérica, –de ahí su denominación de castellano– el idioma español es hoy patrimonio de 21 países, incluyendo España, y lo hablan 548 millones de personas. Según el Instituto Cervantes, la entidad oficial española encargada de la promoción internacional de la lengua, en esta cifra se incluyen 470 millones de hablantes con dominio nativo, 58 con “competencia limitada” y unos 20 millones de estudiantes repartidos por todo el mundo. Además, el español es el tercer idioma más usado en Internet y el segundo en las dos mayores redes sociales, Facebook y Twitter, sólo superado por el inglés y el chino mandarín. Sobre este último conviene matizar que pese a ser la lengua oficial para 1.350 millones de personas, su uso está restringido casi en exclusiva a los nativos y es prácticamente nulo fuera de sus fronteras y ámbitos de influencia directa. Algo similar ocurre con el ruso y el hindi. Muy diferente es la difusión del español, del francés y sobre todo, del inglés, que desempeña

hoy el papel de lengua franca global, como el latín en la Antigüedad o el francés hasta el siglo XIX.

**UNA LENGUA AMERICANA** \_Es en Estados Unidos precisamente donde se encuentra en la actualidad la comunidad de hispanohablantes más pujante: 46,9 de los casi 316 millones de estadounidenses son de origen latino (un 64% mexicano), según los últimos datos de la Oficina del Censo, a lo que habría que añadir más de 11 millones de inmigrantes irregulares. Un colectivo que presenta además un fuerte dinamismo demográfico, impulsado por una población más joven que la media del país y unas elevadas tasas de natalidad. A este factor se suman otros dos que explican el auge del idioma español en un país anglosajón: el creciente incremento del nivel socioeconómico y educativo de la que es ya la tercera mayor comunidad cultural del país, y el elevado índice de uso de la lengua de origen entre sus miembros,



Cubierta del diccionario de la lengua castellana de la RAE (1726) junto a una ilustración de Don Quijote realizada por Gustave Doré.



que se mantiene a través de las sucesivas generaciones. Según datos recopilados por el Instituto Cervantes, más del 73% de las familias hispanas estadounidenses utilizan el español. La Oficina del Censo estadounidense calcula que, de mantenerse la tendencia, en 2050 la población hispana se habrá triplicado, lo que situará al país en el primer puesto de las naciones hispanohablantes del mundo.

El otro gran semillero de nuevos hablantes en el continente es, paradójicamente, el único gran territorio de América del Sur que no forma parte de las antiguas colonias españolas: el lusófono Brasil, que con más de 200 millones de habitantes es una de las grandes economías emergentes del mundo: los llamados BRICS, junto con Rusia, China e India. El Gobierno brasileño decidió en 2005 aprobar por ley la enseñanza obligatoria del español como segunda lengua en las escuelas tanto públicas como privadas, logrando así que en la actualidad haya más de 12 millones de brasileños que estudian español y casi medio millón de hablantes.

**EL ESPAÑOL EN ASIA** \_La presencia del idioma español llega también a Asia: A partir de 2009, Filipinas –junto con Cuba, la última de las ex colonias españolas en independizarse, a finales del siglo XIX– ha reintroducido en sus planes de estudio el español, que fue su idioma oficial hasta 1973. La demanda de español también crece en otros países sin vinculación histórica con España. Por su consideración de potencia económica mundial, es relevante el caso de China, donde también se ha desper-



tado el interés por el castellano, en este caso vinculado al incremento del turismo y los intercambios comerciales con España y los demás países latinos.

**Y EN ESPAÑA... ¿QUÉ?** \_Mientras el español crece en otros puntos del planeta, en España el número de hablantes se reduce. En este caso, por razones demográficas: a causa del envejecimiento de la población –un fenómeno común al conjunto de Europa– y del descenso de la inmigración originado por la crisis económica, en 2014 el país perdió más de 220.200 habitantes respecto a 2013, situándose en 46,5 millones, según datos del INE (Instituto Nacional de Estadística). Paralelamente, la fortaleza de España como destino turístico –en 2013 batió su propio récord con 60,6 millones de visitantes– impulsa el sector vinculado al aprendizaje de español para extranjeros. En cuanto al idioma como activo económico, más de cien mil empresas y medio millón de empleos están vinculados en España a las industrias culturales, lo que supone alrededor del 3% del PIB. <<

## Garantes del español

El Instituto Cervantes, creado en 1991, es la institución pública de promoción del idioma de más reciente creación, respecto a sus homólogas británica (British Council, 1934), francesa (Alliance Française, 1883) y alemana (Goethe Institut, 1925). Pese a contar con una plantilla y un presupuesto mucho más reducido que ellas, cada año registra un crecimiento anual de las matriculas del 8%; 130.128 en el curso 2012-2013. Está presente en 86 ciudades de 43 países en los cinco continentes. En el último ejercicio impartió 14.529 cursos y 66.281 personas se examinaron en diferentes centros de más de 90 países para obtener el Diploma de Español como Lengua Extranjera (DELE). Cerca de 92.000, además, se dieron de alta en el Aula Virtual, el centro de formación *online* del Instituto. Un total de 1,4 millones de asistentes acudieron a las más de 5.000 actividades culturales celebradas en todo el mundo.



## El español es lengua oficial en...

Argentina / Chile / Bolivia / Colombia / Costa Rica / Cuba / Ecuador / El Salvador / España / Guatemala / Guinea Ecuatorial / Honduras / México / Nicaragua / Panamá / Paraguay / Perú / Puerto Rico / República Dominicana / Uruguay / Venezuela



Estudiantes extranjeros de español en la Universidad de Castilla La Mancha (a la izquierda) y en la Universidad de Deusto, en Bilbao (sobre estas líneas).

## Los Nobel hispanos

La literatura hispana, tras la inglesa, la francesa y la alemana (igualadas en número de premios en el segundo y tercer puesto) es la cuarta más galardonada por la academia sueca. De los 110 premios Nobel de Literatura entregados hasta la fecha, 11 corresponden a autores hispanos: el más reciente, el peruano Mario Vargas Llosa, en 2010. En 1990, recayó sobre el mexicano Octavio Paz; en 1982, el premio fue Gabriel García Márquez (Colombia); en 1971, el poeta chileno Pablo Neruda; en 1967, el guatemalteco Miguel Ángel Asturias; y en 1945, la poetisa chilena Gabriela Mistral. Completan la lista los españoles José Echegaray, en 1904 (compartido con Frederic Mistral), Jacinto Benavente, en 1922; Juan Ramón Jiménez, en 1956; Vicente Aleixandre, en 1977 y Camilo José Cela, en 1989.



# Soluciones ineco

## Experiencia, competitividad y tecnología al servicio de la sociedad

Ineco cuenta con una larga experiencia en ingeniería del transporte: 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. «

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**

### MODOS



### 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 40 PAÍSES

#### ESPAÑA (SEDE SOCIAL)

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

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

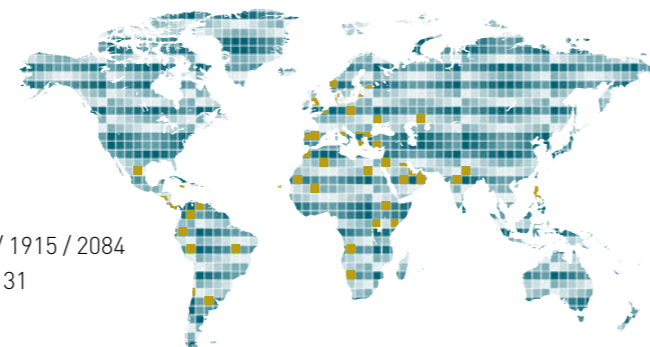
**ECUADOR / Quito** +59 39 7942 1220

**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



## Vuela antes de volar

Presentamos una nueva Aena que mira al futuro, con infraestructuras renovadas, con más y mejores ofertas de restauración, ocio, tiendas y servicios en todos nuestros aeropuertos.

Para que puedas volar antes de subir al avión.



Somos parte de tu viaje, somos parte de ti.



# 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.

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