

# 24

## Cale del túnel Oeste de Pajares

Alarde de ingeniería civil

## Plan Director para Jamaica

INECO TIFSA analiza  
el futuro turístico de la isla

**+ DE ESTRENO / A FONDO / ENTREVISTA**

### **AGENDA**

EXPOSICIONES

Las citas extraordinarias  
del otoño madrileño

LIBROS

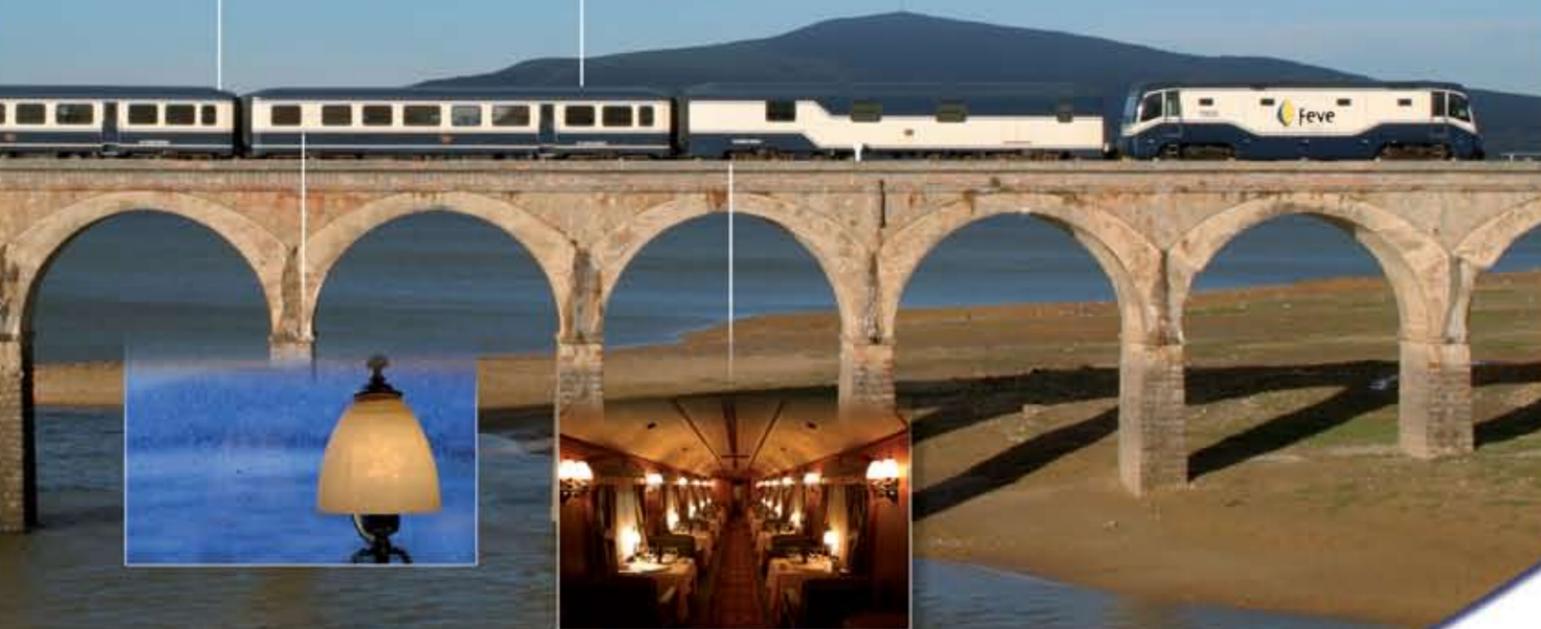
Damas de enorme talento

## El Transcantábrico, el lujo es viajar

Ven a disfrutar de un verdadero crucero por el norte de España en el único tren turístico que combina tradición y modernidad.

Coches estilo belle époque para recorrer valles y montañas, desde Santiago de Compostela hasta León, visitar lugares llenos de historia y disfrutar de la gastronomía más selecta. En un ambiente relajado, íntimo y exclusivo...

Una semana de travesía que se convertirá en una experiencia de lujo.



Información: 902 555 902

www.transcantabrico.com  
www.trenesturisticosdelnorte.com  
www.feve.es

El Transcantábrico  
feve

## SUMARIO



|   |           |
|---|-----------|
| <b>NOTICIAS</b>   | <b>04</b> |
| Seattle estrena línea de metro ligero   |           |
| RETACDA echa a volar  |           |
| Son Sant Joan, premiado como el mejor aeropuerto de 2008                        |           |
| Más cerca del turismo espacial  |           |
| <b>EN PORTADA</b>   | <b>06</b> |
| Alarde de ingeniería civil  |           |
| Finaliza el cale del túnel Oeste de Pajares                                     |           |
| <b>DE ESTRENO</b>   | <b>14</b> |
| Una infraestructura de referencia   |           |
| Ampliación del aeropuerto de Menorca  |           |
| <b>INTERNACIONAL</b>  | <b>18</b> |
| Un plan para el futuro turístico de Jamaica                                     |           |
| INECO TIFSA ha elaborado el Plan Director del Aeropuerto Internacional Sangster |           |
| <b>A FONDO</b>  | <b>24</b> |
| Alimentando a la red de Aena  |           |
| Centrales eléctricas para los aeropuertos                                       |           |
| <b>ENTREVISTA</b>   | <b>28</b> |
| José Manuel Hesse   |           |
| Director de Medio Ambiente de Aena  |           |
| <b>AGENDA</b>   | <b>32</b> |
| Las citas extraordinarias del otoño madrileño                                   |           |
| <b>LIBROS</b>   | <b>34</b> |
| Damas de enorme talento   |           |

### Edita INECO TIFSA

Consejo editorial: FERNANDO PALAO, ANTONIO MONFORT, GUILLERMO VÁZQUEZ, M<sup>a</sup> EUGENIA ORTIZ

Asesores: JUAN BARRÓN, FRANCISCO CRIADO, JORGE DEL FRESNO, MARCOS G. CRUZADO

Comité de redacción: ESTHER ALCOLEA, ANTONIO CABALLERO, LOURDES GONZÁLEZ, ENRIQUE LÓPEZ DEL HIERRO, JUAN MASANA, JOSÉ DE OÑA, MIRIAM PINILLA, JOSÉ MIGUEL DEL POZO, ELENA SÁNCHEZ DE ROZAS, SILVIA SEPÚLVEDA, ÁNGEL VILLA

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

Redacción: LIDIA AMIGO lidia.amigo@ineco.es  
ADRIÁN LÓPEZ adrian.lopez@ineco.es  
Tel. 91 452 12 56

Realización: EDICIONES INTELIGE, S.L.  
c/ Sepúlveda, 7 B / 28108 - Alcobendas (Madrid)  
Tel. 91 432 76 72

Imprime: RIVADENEYRA

Depósito Legal M-26791-2007

www.ineco.es

## MENORCA



14 Concluyen los trabajos que comenzaron en 2003.



18 El Plan Director analiza el impacto del aeropuerto en la economía local y nacional.

## ENTREVISTA



28 José Manuel Hesse.

**EN PORTADA** El pasado 11 de julio se abrió el túnel Oeste de Pajares, acontecimiento que José Blanco calificó como un hito en las comunicaciones entre Asturias y la Meseta **DE ESTRENO** La Agrupación ha formado parte de las obras de ampliación del aeropuerto de Menorca, que han servido para adecuar las instalaciones a la demanda actual **A FONDO** La fiabilidad del suministro eléctrico a los aeropuertos es decisiva para la seguridad y la calidad de los servicios **ENTREVISTA** "Realizamos un gran esfuerzo para reducir nuestro impacto medioambiental"

FOTO DE PORTADA PABLO NEUSTADT



**MÁS DE 25 KM DE LONGITUD**  
**Seattle estrena línea de metro ligero**

La línea inaugurada unirá el centro y sur de la ciudad y, con la prolongación anunciada para diciembre hasta el aeropuerto, tendrá 13 estaciones, con una longitud de más de 25 km. El metro ligero combina en su



recorrido tramos en túnel, en viaducto y en superficie, siempre separado del tráfico. Éste es sólo el primero de los tramos puestos en marcha, ya que Seattle aprobó en 2008 la creación de más de 60 km de metro ligero. ■

**LAS PONENCIAS SE CELEBRAN ESTE MES EN OVIEDO**  
**Jornadas Técnicas de la Variante de Pajares**

Organizadas por Adif y la Facultad de Geología de la Universidad de Oviedo, los días 22, 23 y 24 de septiembre se celebran en Oviedo las Jornadas Técnicas de la Variante de

**ESTUDIO CON LA PARTICIPACIÓN DE INECO TIFSA**  
**RETACDA echa a volar**

Iberia, Aena y la Agrupación están llevando a cabo un estudio que determine el beneficio medioambiental que supone el uso de maniobras de descenso continuo (CDA) en el entorno de los aeropuertos. El estudio consiste en la realización de estas maniobras de aproximación por parte de algunos vuelos que aterrizan en el aeropuerto de Madrid-Barajas. Los resultados servirán para elaborar un Plan de Implementación de Maniobras CDA en aeropuertos españoles. La actuación se enmarca dentro del proyecto AIRE (Atlantic Interoperability Initiative to Reduce Emissions), un acuerdo entre la Comisión Europea y la FAA norteamericana.



Pajares. Serán un foro de encuentro entre profesionales que han participado en esta infraestructura, que permite poner en común aquellas cuestiones técnicas de interés.

Mario Peláez, Julio Santa Cruz, José María Jiménez, Felipe Rastrero, Lorena Fernández, Raquel Mateos, Javier García de Muro y David Luengo representan a la Agrupación con diferentes ponencias sobre Geotecnia y Geología, Túneles de base o Acceso a túneles de base. ■

**UNIRÁ LAS CIUDADES DE MARSELLA, TOLÓN Y NIZA**  
**El AVE francés de la Costa Azul ya tiene trazado definitivo**



La nueva línea de Alta Velocidad francesa cuenta con trazado definitivo de 180 km. La opción final, denominada *Ruta de las Metrópolis del Sur*, partirá de Marsella y atravesará Tolón y Niza, con paradas en Les Arcs, Le Muy y en las proximidades de Grasse, lo que supondrá un hito histórico para la región. Esta alternativa requiere la construcción de 60 túneles –uno de ellos de 10 km– y una inversión de 15.000 millones de euros, de los que 8.000 millones serán de aportación estatal y el resto mediante colaboración público-privada. De acuerdo al calendario del Ministerio de Medio Ambiente francés, que dio a conocer la elección en julio, el plan de financiación se hará público en diciembre. Las obras no comenzarán hasta 2020 y la entrada en servicio de la línea se produciría en torno a 2023-2024. ■

**LA REVISTA ESPECIALIZADA 'VÍA LIBRE' PROMUEVE LA DIFUSIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN FERROVIARIA**

La publicación 'Vía Libre' ha presentado, en su versión digital, la nueva sección 'Vía Libre Investigación Ferroviaria' ([www.tecnica-vialibre.es](http://www.tecnica-vialibre.es)), dedicada a los avances tecnológicos. Será un espacio que servirá para la difusión y puesta en común de los progresos en la investigación ferroviaria.

La revista de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles invita a la comunidad investigadora, a la universidad y a la empresa a participar con propuestas de trabajos para incluir en este espacio.

**WISCONSIN (EE UU) TENDRÁ TRENES TALGO ESPAÑOLES**

La compañía española fabricará sus Talgo Intercity para el Estado norteamericano, donde instalará también una base de montaje y mantenimiento. El ministro de Fomento, José Blanco, ha felicitado públicamente a la empresa, que desde hace 14 años opera ya su material rodante en el corredor canadiense Seattle-Vancouver. Talgo suministrará 2 trenes de 14 coches cada uno, con capacidad



para 420 pasajeros, el 20% más que los que operan actualmente en la línea, que enlaza diariamente Chicago, Illinois, Milwaukee y Wisconsin. El acuerdo se anunciaba el pasado 17 de julio.



**RECONOCIMIENTO**  
**Son Sant Joan, premiado como el mejor aeropuerto de 2008**

El Aeropuerto Internacional Son Sant Joan de Palma de Mallorca ha sido premiado durante la 5ª edición de ACI EUROPA como el mejor aeropuerto en el año 2008 dentro de la categoría de 10 a 25 millones de pasajeros anuales. El Consejo Internacional de Aeropuertos reconoció los logros alcanzados por los responsables de la infraestructura, el esfuerzo que llevan realizando desde hace años para desafiar la estacionalidad asociada a su condición de aeropuerto turístico, la intensa relación con las compañías aéreas que allí operan y la exitosa adopción de la estrategia 'hub'. INECO TIFSA ha sido, precisamente, la encargada de realizar el proyecto de ampliación de este aeropuerto (ver número 4 de *itransporte*). ■

**COMIENZAN LAS OBRAS DE SPACEPORT AMERICA**  
**Más cerca del turismo espacial**

Un páramo árido de Nuevo México (EE UU) es el enclave donde ha comenzado la construcción del que se convertirá en el primer aeropuerto espacial del mundo. Spaceport America, nombre del proyecto, ha sido diseñado por el británico Norman Foster y tendrá un coste aproximado de 200 millones de dólares (más de 140 millones de euros). Está previsto que la obras concluyan a finales de

2010. Las instalaciones, con unos 110.000 m<sup>2</sup>, comprenden un terminal de viajeros y un hangar con capacidad para 7 aeronaves. Virgin Galactic, compañía encargada de explotarlo, nació en 2004 con el objetivo de desarrollar vehículos de turismo espacial. Alrededor de 300 personas ya están en la lista de espera para poder experimentar la ingravidez durante 6 minutos en un vuelo de 2 horas. ■



**El británico Brian Simpson ha sido nombrado nuevo presidente de la Comisión de Transportes del Parlamento Europeo, de la que forman parte los españoles Luis de Grandes, Izaskun Bilbao, Inés Ayala-Sender y la ex ministra de Fomento, Magdalena Álvarez**

# Con el cale del túnel Oeste de Pajares finaliza la fase más importante de la Alta Velocidad entre León y Asturias Alarde de ingeniería civil

'Un hito en las comunicaciones entre Asturias y la Meseta'. Así lo calificó José Blanco, ministro de Fomento, cuando asistió el pasado 11 de julio a la celebración de la apertura del túnel Oeste, el final de los 24,6 km del doble túnel que atraviesa la muralla natural de Pajares.

Redacción **itransporte**.

**D**urante el acto, José Blanco dio la orden con un "proceda" a través de la pantalla que comunicaba con la cabina de control de la tuneladora y el equipo situado al otro lado del túnel, frente a la excavadora. En ambos puestos, junto a compañeros de Adif, estaban María Martínez y Sergio Pellicer, inspectores de obra de INECO TIFSA. En la sala, otros muchos profesionales de la Agrupación que forman parte de las más de 60 personas que, desde el 2004, se encargan de la dirección de la obra en los 4 lotes, de la consultoría y asistencia técnica para el control de las obras con la empresa Geoconsult, de la dirección ambiental con Euroestudios, de los estudios hidrogeológicos y de la Oficina

de Información de los Túneles de Pajares. Una participación activa junto a Adif en una de las obras de ingeniería más importantes del mundo. No en vano, su longitud los convierte en los segundos túneles más largos de España, tras los de Guadarrama, los sextos de Europa y séptimos del mundo.

Blanco anunció que el AVE en Asturias contará con un trazado nuevo de ancho internacional que permitirá conectar Madrid con Oviedo en 2 horas y 35 minutos, y en apenas 3 horas con Gijón. La variante será de uso mixto para viajeros y mercancías, para lo que se incorporará un tercer carril en los túneles para el transporte de mercancías, así como en los tramos exteriores donde sea necesario.

Vicente Álvarez Areces, presidente del Principado de Asturias, se mostró muy satisfecho con la apuesta histórica de Asturias por el ferrocarril, que se verá culminada con esta poderosa infraestructura de primer nivel, competitiva, rápida e intermodal, que generará riqueza para Asturias. La región ve ya como una realidad el mallado de los transportes, en el que la Alta Velocidad se suma a la red de autovías, el desarrollo del Cercanías, la renovación del puerto de El Musel y la modernización del aeropuerto. "Asturias ya no es periferia", declaró.

Anteriormente, la revista **itransporte** ya ha publicado dos artículos con más información sobre los túneles de Pajares, en los números 6 y 16. ([www.revistaitransporte.com](http://www.revistaitransporte.com)) ■



José Blanco (segundo por la izda.), presidió el acto, junto a Vicente Álvarez Areces, presidente del Principado de Asturias; Antonio Tajani, comisario de Transportes de la UE, y Antonio González Marín, presidente de Adif.



El ministro se acercó a la entrada del túnel Oeste junto al resto de la comitiva. Hace apenas 10 meses le correspondió al presidente del Gobierno, José Luis Rodríguez Zapatero, asistir al cale del tubo Este.



## UN TÚNEL EN EL PAISAJE

Adif ha llevado a cabo las obras con un escrupuloso respeto al ecosistema y minimizando el impacto visual, sonoro y paisajístico. Una vez finalizada la excavación quedan por ejecutar los trabajos de impermeabilización y andenes, así como las instalaciones de seguridad, vía y electrificación.



## EL MINISTRO, SATISFECHO CON EL CALE

José Blanco en el momento de dar la orden de proceder al cale con la tuneladora, el pasado 11 de julio. Con este gesto se daba por finalizada una fase crucial de las obras.

SERGIO PELLICER MATEOS



ELIGIO DEL CASTILLO

### EQUIPO DE INECO TIFSA

En la imagen, parte de los profesionales de la Agrupación en Pajares, junto a José María Urgoiti, director general de Proyectos Ferroviarios, Obras y Mantenimiento; Guillermo Vázquez, director general Corporativo; Mario Peláez, director de Geotecnia y Túneles, y José María Carrasco, director de Coordinación.



Javier García de Muro, jefe de la Unidad de Asistencia a Obra del lado Asturias de INECO TIFSA, con Ángel López Quintana, ingeniero del Lote 3 en el túnel Este.



### LA TECNOLOGÍA MÁS VANGUARDISTA

En esta compleja obra participan 11 constructoras en 4 UTEs, junto a 2 directores de obra y especialistas en plataforma, geotecnia y medio ambiente de INECO TIFSA.

# Tecnología, seguridad y protección del medio ambiente Tres objetivos prioritarios

**Los dos túneles gemelos de vía única, de 56,7 m<sup>2</sup> de sección y 24.598 m de longitud cada uno, están interconectados mediante galerías transversales cada 400 m.**

Para los ingenieros de INECO TIFSA, la disposición bitubo, junto con las mencionadas galerías, ha sido marcada por razones de seguridad. De esta forma, si ocurre una incidencia en uno de los tubos, el otro sirve de vía de auxilio y evacuación. Se contemplan, además, otras medidas fundamentales de seguridad, como la existencia de puntos de parada preferente para facilitar la evacuación de las personas o zonas de asistencia en el exterior.

Desde el punto de vista de la geología, los túneles de Pajares atraviesan la zona Cantábrica, con rocas de naturaleza muy variable, incluyéndose casi todo tipo de materiales carbonatados y siliciclásticos: calizas, dolomías,

pizarras, areniscas, conglomerados, cuarcitas y rocas volcánicas. Los técnicos añaden que las máximas monteras (distancia entre la clave del túnel y la superficie) se han situado en el paso bajo el Cueto Negro (1.005 m).

### Las máquinas tuneladoras

Las obras del tramo se contrataron en cuatro lotes: Lote 1, La Pola de Gordón-Folledo (León); Lote 2, Folledo-Viadangos (León); Lote 3, Viadangos (León)-Telleo (Asturias), túnel Este; Lote 4, Viadangos-Telleo, túnel Oeste. La perforación y el revestimiento de los túneles se ha llevado a cabo mediante 5 máquinas tuneladoras, 4 de las cuales son del tipo simple escudo y la otra del tipo doble escudo, de 9,5 m de diámetro aproximadamente (de los fabricantes NFM-Wirth, lotes 1 y 3; Duro Felguera, Mitsubishi, Robbins, Lote 4, y Herrenknecht, Lotes 1 y 2, esta última de doble escudo), que excavan y colocan un revestimiento de anillos formados por 7 dovelas de hormigón armado, prefabrica-

das a pie de obra. Cada uno de estos anillos tiene 1,5 m de longitud, 50 cm de espesor y 8,5 m de diámetro interior, con resistencias de 40, 50, 60, 75, 80 y 110 Mpa, diseñados para poder hacer frente a los distintos empujes del terreno, a lo largo del trazado.

Cuando entre en servicio la línea supondrá una disminución de unos 33 km de la distancia del recorrido entre León y Oviedo, una importante reducción del tiempo de viaje. ■

### DATOS BÁSICOS DEL TÚNEL

- 2 TÚNELES DE VÍA ÚNICA
- LONGITUD: 24,6 KM
- PENDIENTE LONGITUDINAL CONTINUA DE 16,8 MILÉSIMAS, SENTIDO DESCENDENTE HACIA ASTURIAS
- SECCIÓN CIRCULAR: 8,5 M DE DIÁMETRO
- SUPERFICIE: 52 M<sup>2</sup>
- GALERÍAS DE CONEXIÓN: CADA 400 M
- DISTANCIA ENTRE LOS EJES DE AMBAS VÍAS: 50 M EN EL INTERIOR DEL MACIZO

### LA LABOR DE INECO TIFSA

- Dirección de las obras.
- Dirección ambiental de la obra en UTE con Euroestudios.
- Asesoramiento geológico-geotécnico durante la excavación: equipos de asesores en las áreas de geotecnia y túneles, maquinaria y estructuras.
- Estudio hidrogeológico del macizo.
- Asistencia técnica, control y vigilancia de los 4 lotes en que se divide la obra, en UTE con Geoconsult.
- Centro de Información de la variante de Pajares:

- \* Organización de las visitas recibidas en obra.
- \* Inventario informatizado y supervisión de la Normalización de los Proyectos 'As Built' de cara al mantenimiento posterior de la línea.
- \* Desarrollo del sistema SIOS de información geográfica para el seguimiento de la producción en túneles.

### APOYO TÉCNICO A ADIF

La UTE INECO TIFSA-Geoconsult apoya a Adif en diversos temas técnicos, entre los que destacan los siguientes por la singularidad del túnel:

- GEOLOGÍA. Dirección y coordinación de la revisión de la cartografía geológica de proyecto junto a las prospecciones necesarias (sondeos, geofísica, etc.) y seguimiento del perfil geológico.
- GEOTECNIA. Asesoramiento a la dirección de obra para solventar las incidencias geotécnicas que se presenten.
- MÉTODO CONSTRUCTIVO. Revisión técnica de los procesos de ejecución y seguimiento de la auscultación.
- TOPOGRAFÍA. Revisión de los criterios topográficos y geodésicos. Contraste de los datos de alineación del túnel.
- SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA OBRAS SUBTERRÁNEAS (SIOS). Una herramienta adecuada para manejar el volumen de información que exige una obra de esta magnitud.





### AYUDA DEL FEDER

El presupuesto de las obras de la variante asciende a 2.391 millones de euros, contemplados en el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT) del Ministerio de Fomento 2005-2020. Las obras cuentan con la ayuda del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) de la Unión Europea.

# → Un trabajo pionero de la Agrupación Primer estudio hidrogeológico integral que se realiza en la zona

**Adif ha confiado a INECO TIFSA el control hidrogeológico en el entorno de los Túneles de Pajares hasta el final de las obras. Además, continuará en la etapa inicial de explotación de modo continuo a lo largo de varios años.**

Por **Manuel Lombardero** y la colaboración de **Silvia Sepúlveda** (Carreteras y Especialidades – Geotecnia y Túneles).

El Estudio Hidrogeológico de los Túneles de Pajares es el primero de esta naturaleza que se realiza de forma integral para esta zona geográfica. Es, además, novedoso, pues no es frecuente que en una obra lineal de gran envergadura no sólo se estudie la influencia del agua en la construcción y explotación de los túneles, sino también cómo interaccionan los túneles con el medio acuí-

fero y su influencia sobre el mismo. En este sentido, el trabajo es pionero de otros que ya se están acometiendo o se prevé acometer en otros tramos de la red ferroviaria de Alta Velocidad española.

Tras una serie de incidentes por aportes súbitos de agua al túnel, con caudales importantes durante la construcción de los túneles, Adif encargó este ambicioso y complejo estudio a

INECO TIFSA. El trabajo, de un año de duración, abarcó un área de 209,6 km<sup>2</sup> a lo largo de la traza de los túneles.

Los túneles se encuadran dentro de la Zona Cantábrica del Macizo Ibérico o Macizo Hespérico. Desde el punto de vista hidrográfico, la zona se sitúa a caballo entre la cuenca del Duero y la cuenca Norte. Realmente, su entorno, si bien no contiene unidades hidrogeológicas con grandes recursos hídricos, sí abarca terrenos donde se pueden definir distintos sistemas acuíferos (de hecho, en el estudio se definieron 20), con una capacidad de almacenamiento discreta, una permeabilidad en general reducida, pero con cierta utilización

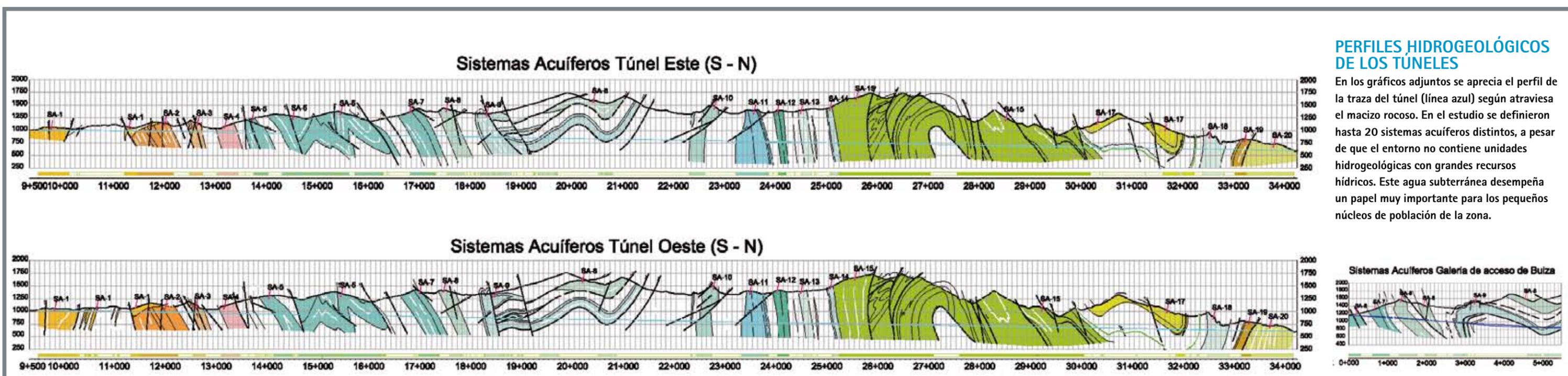
de los recursos, ya que el agua subterránea se utiliza para usos agrícolas, ganaderos y para el abastecimiento de agua de gran calidad a los pequeños núcleos de población situados en la zona.

### Balance Hidrometeorológico

Para comenzar, se realizó un Balance Hidrometeorológico, en el cual los datos iniciales los aportaron las diferentes estaciones meteorológicas existentes en la zona e instaladas específicamente para el estudio. Para la cuantificación de los recursos hídricos de los acuíferos se realizó un modelo semidistribuido, para el que se utilizó el código GIS-BALAN.

Se consideró toda la cuenca del río Bernesga (cuenca del Duero), situada aguas arriba de la localidad de La Robla, así como tres subcuencas que vierten sus aguas a las cuencas del Norte. Para ello, la zona se subdividió en un total de 10 subcuencas, que a su vez se dividieron en otras 208 zonas homogéneas. El modelo se calibró a partir de los datos diarios de precipitación y de aforos en los cauces de los ríos. Teniendo en cuenta la variabilidad espacial de la precipitación y temperatura, se corrigieron los datos hidrometeorológicos diarios de dichas zonas elevadas utilizando los gradientes verticales calculados en otras cuencas de alta montaña de la Península Ibérica.

En cuanto a las Estaciones de Aforo, se contó con el registro de caudales medios diarios en 6 estaciones de aforos, 3 situadas en el río Bernesga y pertenecientes a la Confederación Hidrográfica del Duero, y otras 3 estaciones en Asturias, en los ríos Aller, Caudal y Pajares, pertenecientes a la Confederación Hidrográfica del Norte. Además, se consideraron otras estaciones de la cuenca del río Bernesga fuera de la zona de estudio. La estación A98 Villamanín, que se sitúa en el borde de la misma, y las estaciones A70 La Robla y A152 La Robla Central Térmica, más alejadas, ya que al registrar el caudal del río Bernesga, aguas abajo, resultaron también de utilidad.



### PERFILES HIDROGEOLÓGICOS DE LOS TÚNELES

En los gráficos adjuntos se aprecia el perfil de la traza del túnel (línea azul) según atraviesa el macizo rocoso. En el estudio se definieron hasta 20 sistemas acuíferos distintos, a pesar de que el entorno no contiene unidades hidrogeológicas con grandes recursos hídricos. Este agua subterránea desempeña un papel muy importante para los pequeños núcleos de población de la zona.



### AFECCIONES DE AGUA

En la imagen, afluencia de agua al túnel a través de los orificios de las dovelas previstos para las inyecciones del trasdós. Estas inyecciones se realizan con el objetivo de rellenar el espacio anular existente entre terreno y dovela, favoreciendo la impermeabilización del túnel.

## Conclusiones más importantes del estudio



Los Túneles de Pajares atraviesan un conjunto de formaciones del paleozoico, plegadas y fracturadas, que en su disposición geométrica se presentan con elevados buzamientos (inclinación de los estratos en un relieve plegado) y cuya dirección corta a la traza del túnel, tal y como se aprecia en los perfiles hidrogeológicos de la página anterior.

### Tipos de formaciones

En términos muy generales, tales formaciones pueden dividirse en permeables (acuíferos) e impermeables (acuífugos). Las permeables son formaciones de calizas y dolomías, permeables por karstificación, y areniscas y cuarcitas, permeables por fracturación y arenización hidrotermal. Estas formaciones permeables e impermeables se suceden y repiten por fenómenos tectónicos; por tanto, el túnel atraviesa una serie de acuíferos consecutivos de decenas o centenares de metros de espesor, sistemas acuíferos, que están separados por acuífugos. Debido a esta disposición estructural, las entradas de agua al túnel se producen en tramos concretos, no de manera continua a lo largo de su longitud.

Se han definido 20 sistemas acuíferos en total, siendo la mayoría independientes unos de otros, ya que están separados por acuífugos, aunque otras veces están conectados por fallas que constituyen vías preferentes de circulación del agua subterránea. Para conocer la geometría en superficie y en profundidad de los mismos fue necesario realizar una cartografía geológica a escala 1:25.000, a cargo de la Universidad de Oviedo, específica para el Estudio, ya que no existía más cartografía completa del área de estudio que la del proyecto de Renfe de 1984 y las hojas del Mapa Geológico Nacional del Instituto Geológico y Minero de España. ■

# 1

## AFLUENCIAS Y CORRIENTES DE AGUA

Las mayores afluencias de agua a los túneles tuvieron relación con contactos estratigráficos, al pasar de un acuífugo a un acuífero. Otras afluencias de agua se relacionan con la presencia de fallas oblicuas a las capas, de diferente edad y significado geológico. Un tercer factor a considerar es la arenización de la denominada Cuarcita de Barrios.

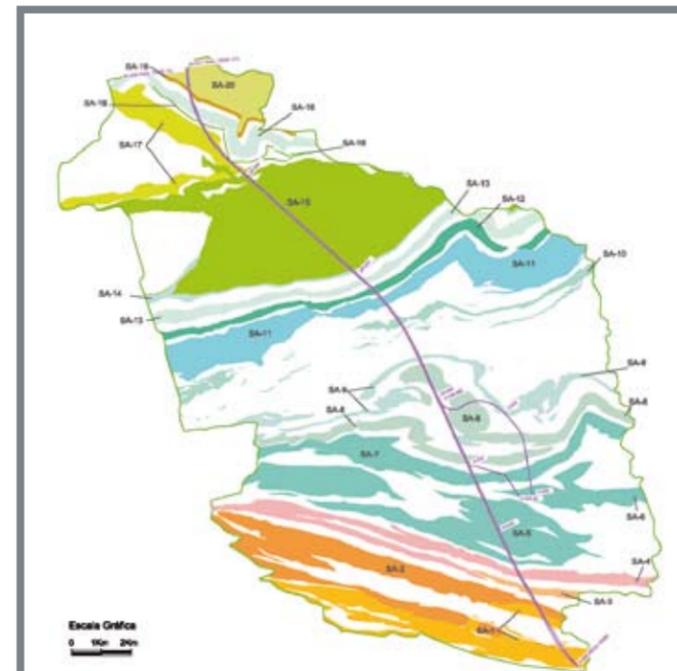
Otro factor geológico de gran importancia es la karstificación. Hay que recordar que las grandes cavidades kársticas se generan en ambiente continental y preferentemente en zona saturada, es decir, por debajo del nivel freático. Pero la karstificación es muy importante en algunos puntos y en algunas formaciones, y fue la responsable del primer golpe de agua ocurrido durante la construcción de los túneles y de otros diversos. Por otro lado, las cavidades kársticas, como vías preferentes de circulación del agua, son las responsables del rapidísimo descenso de los niveles piezométricos observado al paso de las tuneladoras en algunas formaciones calcáreas, de la generación de sumideros que conducen el agua de algunos arroyos directamente al túnel y de la expansión de la afección del túnel a los acuíferos a kilómetros de distancia.

Se ha constatado que la mayoría de los golpes de agua se produjeron de forma imprevista a favor de fallas y zonas fracturadas, arenizadas o karstificadas, en conexión hidráulica con acuíferos, situados a veces lejos de la traza.

# 2

## MINERALIZACIÓN DE LAS AGUAS

Sobre la composición química de las aguas subterráneas del entorno de los Túneles de Pajares, la conclusión más relevante es la baja mineralización del conjunto de muestras analizadas. Este hecho responde a una rápida circulación del flujo subterráneo, con poco tiempo de residencia (contacto entre el agua y la matriz rocosa). Como excepción debe citarse el origen del agua termal sulfatada, con residuo seco cercano a 2 g/l, detectada en un sondeo surgente. La existencia de estas aguas, agresivas al hormigón, obligó a disponer dovelas fabricadas con hormigón sulfurresistente durante la construcción de un tramo del túnel, que no estaban previstas en



### PLANTA DEL ESTUDIO

Planta que refleja los 20 sistemas acuíferos definidos en el entorno de los Túneles de Pajares, en donde se aprecia la traza del túnel.

proyecto. El estudio hidroquímico realizado concluyó que el alto contenido en sulfatos detectados se debe a la existencia de una fractura en profundidad, a favor de la cual se produciría el ascenso hidrotermal profundo.

# 3

## AFECCIÓN HIDROLÓGICA

Las afecciones al entorno hidrogeológico pueden resumirse en la depresión generalizada del nivel piezométrico de todos los acuíferos atravesados por el túnel, la modificación del funcionamiento de dichos acuíferos al reorientarse el flujo hacia los túneles, la pérdida de las descargas naturales de los acuíferos a manantiales y

fuentes, algunas de las cuales son abastecimientos a poblaciones, y la reducción de los caudales base de los ríos del entorno, alguna a la mitad. Merece la pena aprovechar la experiencia adquirida en la construcción de los Túneles de Pajares, un entorno geológico e hidrogeológico muy complejo. Hace años los estudios reflejaban que la preocupación del proyectista estaba más en prever la influencia que el agua tendría sobre la construcción de un túnel, y las dificultades derivadas de ello, que en prever las afecciones del túnel sobre el medio acuífero. Sin embargo, los Túneles de Pajares han demostrado que son necesarios estudios más extensos y profundos cuanto mayor es la complejidad de las obras que se están realizando, siendo el estudio hidrogeológico del entorno de los Túneles de Pajares uno de los primeros, si no el primero, en España que tiene en cuenta estas afecciones.

El conocimiento adecuado de la afluencia de agua a un túnel y de las afecciones que puede producir en su entorno sólo puede abordarse realizando un estudio hidrogeológico. Sería interesante incluirlo en todos los proyectos de túneles, con independencia del habitual estudio geológico, especialmente en zonas donde la recarga de acuíferos es muy lenta y pueden provocarse importantes descensos en el nivel piezométrico regional. Así, estas afecciones se conocerían de antemano y se valorarían adecuadamente.

# 4

## CONTROL AUTOMÁTICO HIDROGEOLÓGICO

El control hidrogeológico se intensificará en los períodos de estiaje (junio a septiembre), realizándose a lo largo de esos meses nuevas campañas de aforos en los cauces superficiales de la zona. La instalación de una red automática de control hidrogeológico dentro de los túneles permitirá conocer, de manera precisa y continua, el caudal drenado por cada sistema acuífero atravesado y el potencial hidráulico en el entorno de la excavación. Para ello se están construyendo una serie de secciones instrumentadas de control de aforos y de control piezométrico, las cuales permitirán en primera instancia medir con precisión el caudal circulante por el túnel y tramificar éste en función del caudal de infiltración, para posteriormente medir las alturas piezométricas en el entorno del túnel transmitiendo los datos a la central de control. La red de control, sobre todo la instalada dentro de los túneles, será necesaria para evaluar la efectividad del cualquier tratamiento correctivo o paliativo que se realice en el futuro.



**DESTINO ESTIVAL**

El aeropuerto, situado a poco más de 4 km de la capital Mahón, es la mayor puerta de acceso a la isla. Con una naturaleza eminentemente turística, alcanza sus máximos niveles en la época estival. España, Reino Unido y Alemania son los países que más tráfico de pasajeros generan al año.

# Ampliación del aeropuerto de Menorca Una infraestructura de referencia

En 2003 daban comienzo los trabajos de ampliación del aeropuerto de Menorca, una importante obra de la que INECO TIFSA ha formado parte y que ha servido para adecuar las instalaciones a la demanda actual. El nuevo dique de embarque o la remodelación de la zona de facturación son algunas de las actuaciones que se han llevado a cabo.

Redacción **itransporte**, con la colaboración de **Carlos Javier Briz** (Proyectos Ferroviarios, Obras y Mantenimiento).

El pasado 13 de junio se inauguraba la última fase de las obras en el aeropuerto de Menorca, lo que ponía punto final a la ampliación del edificio terminal. Se trata de una importante obra dividida en tres etapas debido al gran volumen de trabajos que se han llevado a cabo y, sobre todo, con la finalidad de mantener la operatividad del aeropuerto durante todo el proceso y minimizar las molestias a los pasajeros. Con esta ampliación el edificio terminal crece hasta los 57.000 m<sup>2</sup>, con más de 33.000 m<sup>2</sup> de nueva construcción, adecuando el aeropuerto a la demanda actual poniendo en marcha todos los

sistemas e instalaciones de tecnología avanzada que permiten garantizar un tránsito eficiente y seguro de personas y mercancías. Además, teniendo en cuenta las oscilaciones de tráfico del aeropuerto, la planta de llegadas del edificio terminal está planteada de forma que, durante la temporada baja, se pueda cerrar la mitad del vestíbulo, con la consiguiente optimización de espacio y consumo de energía. Esta ampliación cumple con creces las necesidades operativas de este aeropuerto, duplicando la capacidad de facturación y embarques. La principal puerta de acceso a la isla ya cuenta con unas instalaciones de altura. ■

## Primera fase

Con una inversión superior a los 67 millones de euros se llevó a cabo la construcción de un dique de embarque de 20.000 m<sup>2</sup> paralelo a la pista, con una forma aerodinámica que recuerda a un ala de aeronave y que, conectado al edificio terminal a través de un nuevo edificio de transición de 13.000 m<sup>2</sup>, da lugar a un nuevo edificio único. En la zona de espera del nuevo dique existen 16 puertas de embarque: 10 en remotos, 1 para tránsitos y 5 asistidas por pasarelas, lo que permite una mayor rapidez en las operaciones realizadas en torno a las aeronaves, mejorando de ese modo el rendimiento de las infraestructuras aeroportuarias, así como la seguridad en la plataforma al acceder los pasajeros al avión directamente. Por otra parte, en esta primera fase se pusieron en servicio las nuevas áreas comerciales, así como los nuevos puestos de información.

## Segunda fase

En esta etapa intermedia, con una inversión aproximada de 12 millones de euros, se duplicó la capacidad del terminal mediante la remodelación de la zona de salidas internacionales y en la instalación de 2 nuevos mostradores de facturación pasantes, dedicado uno de ellos a equipajes especiales. En →



**COMPLETA RE MODELACIÓN**  
La renovación de las instalaciones del aeropuerto ha sido prácticamente total: desde los mostradores de facturación hasta las nuevas áreas comerciales.



## EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO DE PASAJEROS / AEROPUERTO MENORCA

| AÑO  | VIAJEROS  |
|------|-----------|
| 1999 | 2.617.507 |
| 2000 | 2.775.891 |
| 2001 | 2.825.147 |
| 2002 | 2.733.733 |
| 2003 | 2.704.038 |
| 2004 | 2.631.334 |
| 2005 | 2.590.733 |
| 2006 | 2.690.992 |
| 2007 | 2.776.458 |
| 2008 | 2.605.932 |





Fachada lado aire del aeropuerto de Menorca.

ENTREVISTA



**Tomás Melgar**  
Director del aeropuerto de Menorca



**NUMEROSAS MEJORAS**

En la fase intermedia se pusieron en servicio dos nuevos hipódromos para la recogida de equipajes, que sustituyeron a las anteriores cintas de menor longitud y calidad.

→ esta fase también se pusieron en servicio dos hipódromos para la recogida de equipajes, donde se instaló, además, un triple sistema de seguridad para las maletas.

**Tercera fase**

Esta última parte de las obras, con 8 millones de euros de inversión, incluye la remodelación de la zona de facturación y la sustitución completa de los actuales 21 puestos por otros tantos pasantes, para un total de 43 en todo el aeropuerto, permitiendo al pasajero, una vez efectuados los trámites de facturación, acceder directamente a las zonas de embarque del aeropuerto. Por otra parte, en esta fase concluyó la automatización completa del Sistema de Inspección del Equipaje de Bodega (SIEB), que cuenta con un total de tres máquinas para los equipajes normales, otra para inspeccionar los

equipajes especiales y otra de nivel III dedicada a la inspección para llevar a cabo el registro del total del equipaje de bodega. ■

**EL TRABAJO DE INECO TIFSA**

La Agrupación ha realizado, desde diciembre de 2007, la labor de coordinación de las obras que se han puesto en marcha en el nuevo área terminal. En vista de los excelentes resultados cosechados, INECO TIFSA se hizo cargo en abril de 2008 de la dirección y la asistencia técnica y el control de vigilancia de la obra del expediente principal, además de realizar la dirección de obra del expediente de equipamiento, el de comercial y el de mejoras operativas.

**"El aeropuerto es un eslabón básico de la cadena turística"**

**¿Qué significa para el aeropuerto de Menorca esta ampliación?**

Había llegado la hora de ponerse al día. Menorca dispondrá así de un aeropuerto moderno, con las más avanzadas tecnologías y preparado para gestionar la demanda actual y la prevista con elevados niveles de calidad.

**¿Qué aspectos destacaría de las obras?**

Las obras se han realizado en un terminal totalmente operativo. Este hecho ha exigido un alto nivel de coordinación entre todas las partes implicadas. La dirección de la obra ha diseñado y ejecutado los trabajos por fases, lo que ha permitido desarrollar los mismos con éxito. Y las empresas constructoras han tenido que acomodarse a los flujos y horarios necesarios para permitir que el aeropuerto siguiera funcionando mientras avanzaban con su trabajo.

**¿En qué cree que puede mejorar el desarrollo de Menorca?**

El aeropuerto es la principal puerta de entrada de la isla. Permite, por un lado, la conectividad de sus habitantes con el resto del mundo y, por otro, es un eslabón básico de la cadena turística. Un aeropuerto de estas características ayudará a Menorca a consolidar su modelo de destino turístico de calidad y respeto al entorno.

**¿Cómo valora la colaboración de INECO TIFSA con Aena?**

Ha sido excelente. Su aportación a partir de diciembre de 2007 ha sido fundamental en el área de control y, sobre todo, en la coordinación de las últimas fases de las obras.



**EMBARQUES MÁS SEGUROS**

Para mejorar la rapidez y el rendimiento de las operaciones en torno al avión, 5 de las 16 nuevas puertas de embarque que se instalaron durante la primera fase son asistidas por pasarelas.





POTENCIAL TURÍSTICO

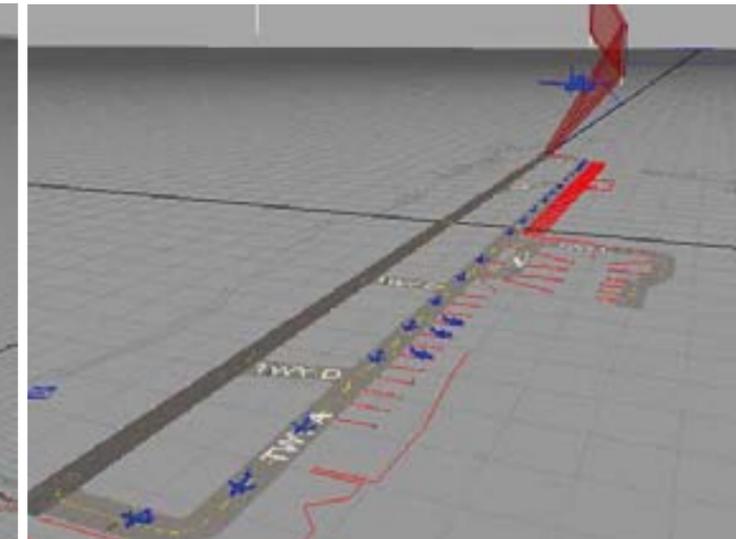
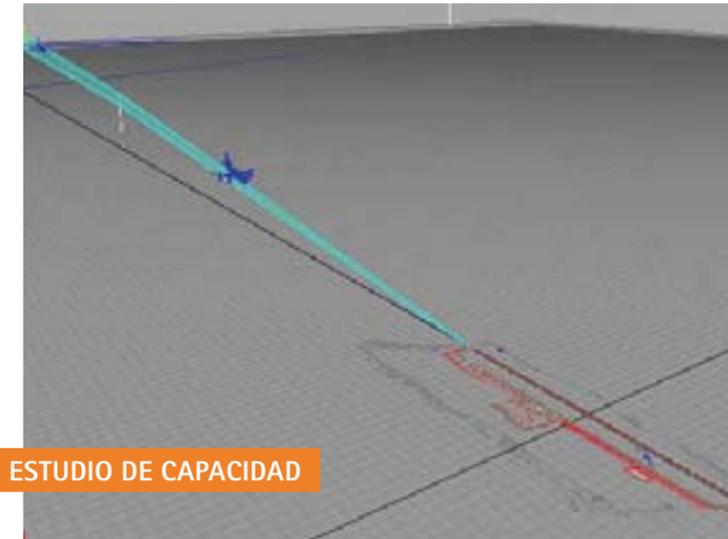
Jamaica compite con otros destinos vecinos, como República Dominicana o Puerto Rico. Las organizaciones del sector apuntan a la ex colonia insular británica, independizada en 1962, antiguo refugio de piratas y bucaneros hace dos siglos, como uno de los destinos vacacionales con mayor potencial en la región del Caribe.

## INECO TIFSA ha elaborado el Plan Director del Aeropuerto Internacional Sangster

PLAN DE USO DEL SUELO



ESTUDIO DE CAPACIDAD



Los términos de referencia del concurso incluían la necesidad de realizar simulaciones con la herramienta ARCport®, utilizada habitualmente por el cliente.

# Un plan para el futuro turístico de Jamaica

Tres de cada cuatro visitantes que llegan a Jamaica lo hacen a través del aeropuerto de Montego Bay, la capital turística del país. El Plan Director que ha elaborado la Agrupación analiza el impacto del aeropuerto en la economía local y nacional, prevé el crecimiento de la demanda y propone actuaciones para consolidar en los próximos 20 años su carácter de "puerta de entrada" a uno de los destinos vacacionales con mayor potencial de la región del Caribe.

Redacción **itransporte**, con la colaboración de Miguel de Bernardo (Aeronáutica).

El turismo aporta el 27% del PIB de Jamaica –del que el 7,8% es una contribución directa– y genera 276.000 puestos de trabajo, el 24% del total nacional –de los que 82.000 son directos–. El Aeropuerto Internacional Sir Donald Sangster (SIA, por su código IATA), ubicado en Montego Bay, la segunda ciudad del país y su más destacado núcleo turístico, es uno de los grandes motores de esta industria: por sí solo emplea a 4.000 personas y en 2008 aportó a la economía jamaicana 18,1 millones de dólares (cerca de 12,3 millones de

euros), más otros 8,7 millones en concepto de impuestos. Al impacto directo de la actividad aeroportuaria hay que añadir la contribución indirecta en multitud de sectores de la economía local: hostelería, comercio, transportes y otros.

**El papel socioeconómico del aeropuerto**

La relevancia del transporte aéreo para una nación insular es otro factor determinante en el carácter de *puerta de entrada* al país que presenta el Aeropuerto Internacional Sangs-

ter, que, a diferencia del Norman Manley de la capital, Kingston, está especializado en tráfico turístico internacional: tres de cada cuatro visitantes llegan y salen de Jamaica a través del SIA. En 2008 pasaron por sus instalaciones 3,38 millones de pasajeros, el 99% de ellos en vuelos internacionales. Esta cifra representa el 80% del total de turistas del país, que el pasado año se gastaron en la isla 1.980 millones de dólares (alrededor de 1.418 millones de euros).

En este contexto, MBJ Airports Limited, el consorcio privado que gestiona el aeropuerto

con una concesión por 30 años, ha encargado a INECO TIFSA la realización de un *Master Plan* o Plan Director, que permita prever con el mayor rigor el crecimiento de la demanda y asegurar que la capacidad del aeropuerto se ajuste a ella a corto, medio y largo plazo, con el horizonte temporal de 2028, dentro de una visión integrada y global.

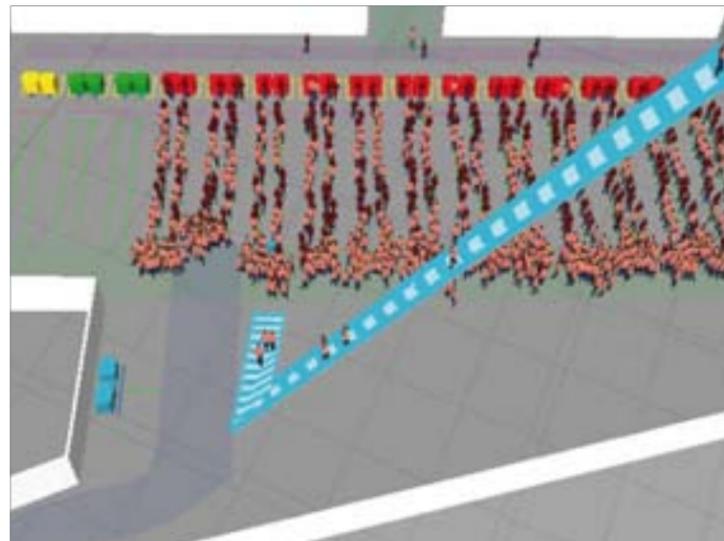
El documento elaborado por la Agrupación analiza el impacto económico del aeropuerto y su relación con el entorno, proyecta el crecimiento futuro del tráfico e incluye propuestas de desarrollo de las infraestructuras con diferentes alternativas de ejecución, con sus correspondientes cálculos de coste. El trabajo tiene en cuenta los condicionantes medioambientales, como el hecho de que el aeropuerto esté ubicado junto al mar, dentro del Parque Marino de Montego Bay, y la proximidad de zonas de viviendas. ■

### Análisis y previsiones de tráfico

El Plan Director toma como punto de partida la situación actual de la actividad aeroportuaria, por lo que realiza un detallado análisis de tráfico. Para elaborarlo se han tenido en cuenta diversos factores: la evolución histórica del aeropuerto entre 1978 y 2008, el tipo de operaciones, aeronaves y operadores, los mercados de origen y la estacionalidad. Así, en el documento se constata la influencia del principal operador, Air Jamaica, que ostenta el 40% de la cuota de mercado; la preponderancia de Estados Unidos como mercado de origen, con el 70% del total, y la mayor actividad registrada en los meses de enero a abril, especialmente los fines de semana.

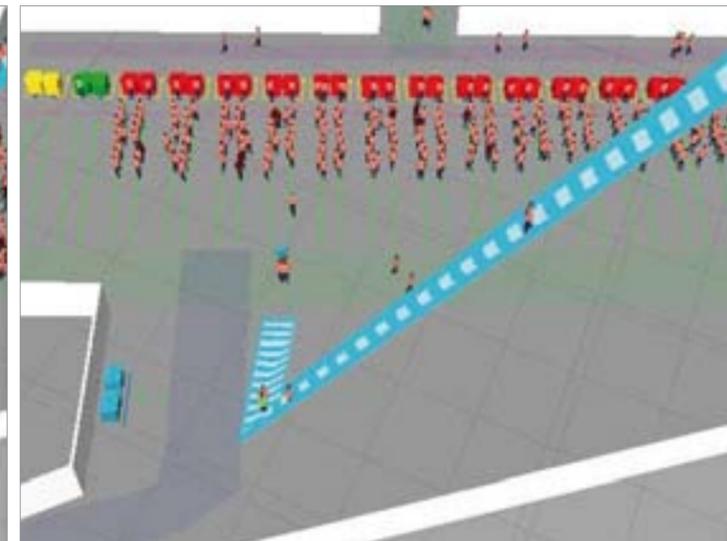
Una vez analizada la situación actual, el elemento imprescindible para determinar la imagen futura del SIA –y por tanto las actuaciones necesarias para asegurar que su capacidad se ajuste a ella– son las previsiones de tráfico. A corto plazo, el Plan Director sigue un modelo estadístico basado en dos variables: la evolución del PIB estadounidense en los ejercicios 2009 a 2011 (-0,9%, 1,9% y 3,1%, respectivamente) y la actividad del principal operador, Air Jamaica. A medio y largo plazo, donde la incertidumbre es mayor, se ha recurrido a tres métodos de análisis: primero, aplicando el modelo econométrico utilizado también en el corto plazo; en segundo lugar, una línea de tendencia, y, finalmente, el *benchmarking* o comparativa. Para ello se han tomado como referencia aeropuertos con características →

### LADO AIRE Y TERMINAL



La simulación de capacidad de la pista arroja un resultado total de 33 operaciones/hora: 16 llegadas y 17 salidas (imagen superior).

En las imágenes inferiores se muestra la simulación realizada para el área de control de inmigración: a la izquierda, la configuración



actual; a la derecha, con dos nuevos mostradores, que acelerarían la velocidad media de procesamiento del área.

→ diferenciales similares a las de Sangster: la situación insular, el tráfico internacional y la competencia de otros destinos cercanos. Se han comparado así parámetros como el número de turistas, la renta per cápita y el entorno económico de los aeropuertos de Tenerife e Ibiza, el estadounidense de Oahu (Hawaii) y los de República Dominicana.

#### 4,7 millones de pasajeros en 2028

Los resultados son coincidentes e indican que la media global de crecimiento anual del tráfico en Sangster para los próximos 20 años será del 1,7%, teniendo en cuenta el crecimiento cero del próximo quinquenio derivado de la crisis mundial, mientras que a medio plazo (2013-2018) se espera un crecimiento medio del 2,25%. Finalmente, para el último período de 10 años se han

definido tres posibles escenarios, que se desarrollarían en función de distintos factores que también se recogen en el Plan Director. El escenario *alto*, que daría lugar a un crecimiento medio de 3,9% (5,5 millones de pasajeros/año), se plantearía si el aeropuerto siguiese una senda de expansión similar a las de los casos de referencia estudiados y, particularmente, si se logran abrir mercados como el asiático,

### EXPANSIÓN DEL AEROPUERTO

El SIA se construyó en 1940 y desde entonces ha experimentado diversas actuaciones. Entre 1974 y 1977 se amplió el terminal de pasajeros, se construyó una nueva calle de rodadura, un terminal chárter y un bloque administrativo. A finales de la década siguiente se realizaron mejoras en los sistemas de iluminación y en la plataforma de estacionamiento de aeronaves. También se instaló el sistema ILS, que mejoró la operación en condiciones climatológicas adversas. En 2001 se construyó una nueva plataforma de estacionamiento y un pequeño terminal para aviación ejecutiva. En 2003 comenzó un proceso de ampliación que incluía la construcción de un nuevo dique y la instalación de pasarelas de embarque. La inauguración tuvo lugar el pasado febrero y contó con la presencia de los Reyes de España en su visita oficial a la isla.

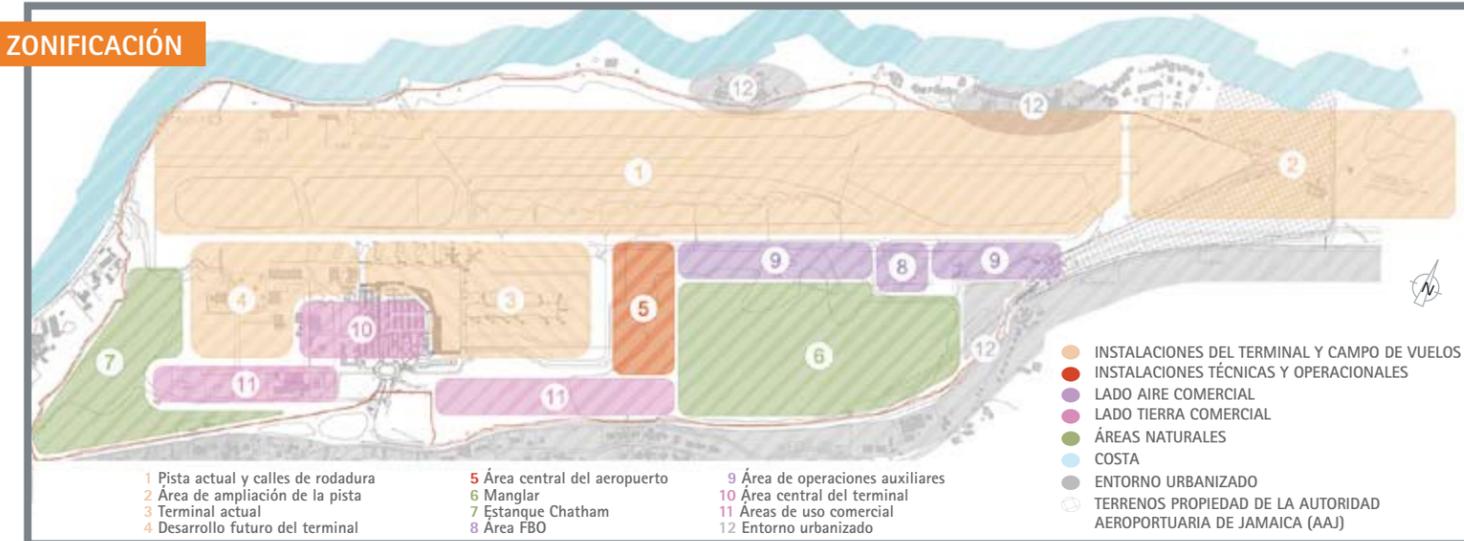
además de mantener los ya existentes. En el caso contrario, un escenario *bajo* –derivado de la falta de mejoras y de desarrollo de la industria turística–, la previsión se situaría en 4,53 millones de pasajeros, con un crecimiento medio del 1,81%. El escenario considerado más probable, sin embargo, se encontraría entre ambas opciones: 4,71 millones de pasajeros/año en 2028 y un incremento medio anual del 2,22%. ■



### ENTORNO NATURAL

Sangster, en pleno mar Caribe, está muy próximo a Montego Bay, paralelo a la costa, rodeado de edificaciones y zonas de gran valor ambiental. Una propuesta del Plan Director que debería tener en cuenta este aspecto es el oleoducto de suministro de combustible, de 4.065 m (cuyo trazado se aprecia en la imagen).

### ZONIFICACIÓN



Distribución de zonas de uso del aeropuerto de acuerdo al máximo desarrollo previsible, recogido en el Plan Director con el horizonte 2028.

## Propuestas de desarrollo

El Plan Director del SIA incluye el análisis de la capacidad del aeropuerto expresada en pasajeros/hora, tanto del lado aire como de todas las áreas del edificio terminal: facturación, controles de emigración e inmigración, recogida de equipajes, aduanas, etc. El estudio de capacidad resulta relevante teniendo en cuenta el proceso de ampliación finalizado recientemente por el gestor aeroportuario, que ha representado una inversión de 185 millones de dólares (132,4 millones de euros). Los métodos utilizados son, por una parte, un análisis teórico basado en el Manual de Referencia de IATA para el Desarrollo de Aeropuertos y otros textos, y, por otra, simulaciones elaboradas con la herramienta informática ARCport®.

El plan elaborado por INECO TIFSA plantea tres propuestas concretas, cada una con al

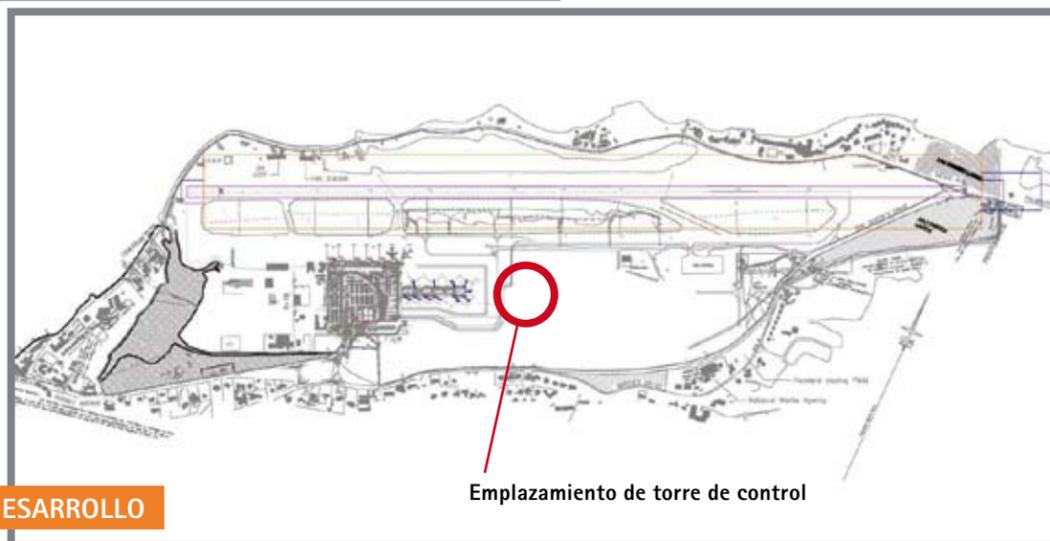
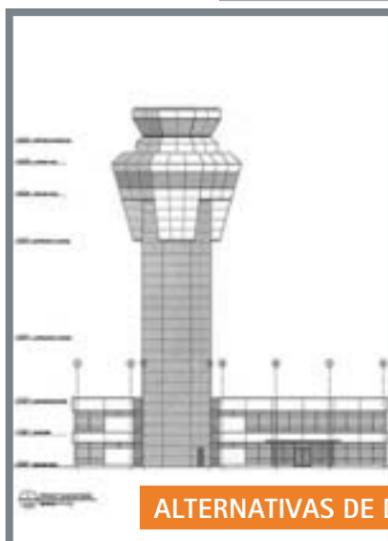
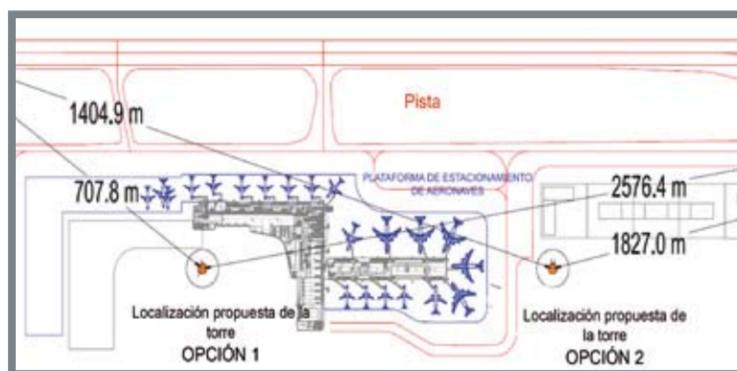
menos tres alternativas de ejecución: las orientadas a satisfacer la demanda prevista, las mejoras funcionales y las destinadas a cumplir con los estándares internacionales establecidos por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

**Dentro del primer apartado** se encuadrarían las actuaciones de mejora de las instalaciones aeroportuarias, como la ampliación de los mostradores de control de emigración e inmigración, controles de seguridad en salidas internacionales, etc.

**En segundo lugar**, las propuestas de mejoras funcionales persiguen un doble objetivo: incrementar el nivel de servicio y la satisfacción del pasajero –basado en el principio de que *el aeropuerto es lo primero*

*y lo último que ve el turista al llegar o partir de Jamaica*– y, a la vez, propiciar la apertura de mercados para la industria turística jamaicana. Un ejemplo es la propuesta de prolongación de la pista, presentada con cuatro alternativas, que surge de la necesidad de dotar al aeropuerto de Áreas de Seguridad de Extremo de Pista (RESAs) en ambas cabeceras para cumplir con los estándares fijados por OACI. En caso de no ampliarse la pista, la dotación de estas áreas implicaría la reducción de los recorridos disponibles de despegue y la pérdida de mercados por las restricciones impuestas por una pista más corta en la carga de pago de las aeronaves.

La alternativa elegida, que propone una extensión de 408 m, daría la opción de que los vuelos de Sangster llegaran a Varsovia, Helsinki o San Petersburgo. Otra mejora



Algunas de las propuestas del Plan Director son el cambio de ubicación de la torre de control, con lo que se evitaría limitar el futuro desarrollo

del aeropuerto; o la prolongación de la pista en 408 m. La longitud total pasaría de los 2.662 m actuales a 3.130 m y se instalaría una RESA en

la cabecera 25. Para llevar a cabo esta actuación sería necesario trasladar el umbral 07 y adquirir 8,7 hectáreas de terreno.

→ funcional detallada en el Plan Director es la reorganización de las diferentes zonas del aeropuerto con el fin de permitir su máximo desarrollo previsible. Se incluye así una alternativa de ubicación de la nueva torre de control y, próxima a ella, una nueva localización del servicio de bomberos. En esta misma área se instalarían los servicios de *handling* y carga aérea.

Otras actuaciones propuestas para el futuro desarrollo del SIA son, entre otras, la reconfiguración de la plataforma de estacionamiento de aeronaves y las calles de rodadura, la reordenación del tráfico de vehículos en los accesos al recinto aeroportuario y la construcción de una tubería submarina para el suministro de combustible desde el cercano puerto de Montego Bay, con lo que se evitaría la

congestión provocada por los camiones de transporte. El Plan Director elaborado por la Agrupación ofrece, además, una estrategia de uso del suelo que asegure la viabilidad de las actuaciones propuestas con el fin de alcanzar el objetivo estratégico de su cliente: convertir el aeropuerto de Montego Bay en una puerta de entrada al Caribe a escala mundial y en un emblema del orgullo nacional de Jamaica. ■

### CAPITAL ESPAÑOL

La Autoridad Aeroportuaria de Jamaica transfirió en 2003 al consorcio MJB Airports Limited la gestión del Aeropuerto Internacional Sangster, con una concesión de 30 años. El consorcio está integrado por la española Desarrollo de Concesiones Aeroportuarias (DCA), subsidiaria de Abertis (con el 74,5% de la participación), y la canadiense Vancouver Airport Services (con el 25,5% restante). En cuanto a los operadores, el principal es Air Jamaica, que en 2008 gestionó el 30% del tráfico de pasajeros y el 40% de las operaciones, y duplica la cuota de su inmediato competidor, American Airlines. El principal mercado es el norteamericano, que mueve tres cuartas partes del tráfico, mientras que el europeo representa entre el 12% y el 15% del total. Destaca también la existencia de grandes hoteles de cadenas españolas, como Iberostar y Riu.



### PRESENTACIÓN DEL PROYECTO EN ATLANTA

INECO TIFSA presentó el caso del Aeropuerto Internacional Sangster en el seminario 'Airport Management and Economic Development: The Caribbean', celebrado del 2 al 3 de abril en Atlanta (EE UU). Miguel de Bernardo y Carlos Amigo, del área de Consultoría Aeronáutica de la Agrupación, realizaron

una presentación al respecto. El seminario, organizado por CIFAL Atlanta (organismo dependiente de la ONU) y ACI Fund (el fondo para formación del Airports Council International) y patrocinado por SITA, DELTA y el Aeropuerto de Atlanta, reunió a importantes representantes del sector aeroportuario.



La insularidad de Jamaica ha convertido al transporte aéreo en el principal modo de acceso al país, que cuenta con algo menos de 3 millones

de habitantes. El Plan Director del SIA define con claridad el papel esencial de la infraestructura aeroportuaria en la economía local y nacional.

### PLANIFICACIÓN INTEGRAL

La Agrupación cuenta con una amplia experiencia en la elaboración de planes directores de aeropuertos, que de acuerdo a lo establecido por la OACI se definen como una herramienta de planificación del máximo desarrollo previsible de una infraestructura aeroportuaria, teniendo en cuenta aspectos aeronáuticos y no aeronáuticos (medioambientales, sociales, comerciales, integración del territorio y otros). Tomando como punto de partida la situación actual, un plan director realiza una proyección de las necesidades de crecimiento a corto, medio y largo plazo (en períodos de aproximadamente 5, 10 y 20 años). Esta planificación integral, aun siendo flexible y sujeta a ajustes y revisiones, resulta imprescindible



para garantizar que las infraestructuras aeroportuarias estén listas para responder a la demanda prevista, además de facilitar el proceso de toma de decisiones. Al mismo tiempo, ofrece a toda la comunidad aeroportuaria –incluidos los ciudadanos– una perspectiva global del desarrollo del aeropuerto unificada en un solo documento. En el caso del

Plan Director del SIA se ha tenido en cuenta este aspecto de la planificación: la difusión de la información. Así, el equipo de INECO TIFSA comenzó a trabajar en diciembre de 2008 con un proceso de consultas y toma de contacto con los agentes implicados o vinculados a la actividad del aeropuerto: las autoridades aeroportuarias y de aviación civil de Jamaica (AAJ y JCAA), la agencia nacional de turismo (JTB), su cliente MJB Airports, representantes de los ministerios de Hacienda (en relación con Aduanas), Interior (Inmigración), líneas aéreas, operadores turísticos, agentes de 'handling', hoteleros y Cámara de Comercio local, entre otros. El documento fue presentado a la comunidad aeroportuaria durante un acto público celebrado en mayo en Montego Bay.



**UNA LARGA LISTA DE TRABAJOS**

Algunos de los proyectos redactados por parte de la Agrupación son la nueva central eléctrica del aeropuerto de Barcelona-El Prat –que actualmente da el servicio de emergencia que necesita la nueva terminal T1–, la central del aeropuerto de Málaga, la existente en el lado aire del aeropuerto de

Gran Canaria, la reforma del sistema eléctrico de Tenerife Sur, la nueva central eléctrica del recién reformado aeropuerto de Menorca (en la imagen) y la remodelación completa del sistema eléctrico en Salamanca, además de una larga lista de remodelaciones o ampliaciones, como las de Gerona, Reus o La Coruña.

## Centrales eléctricas para los aeropuertos



Fotografía finalista del Concurso 40/25 Aniversario INECO TIFSA.

FOTO DE RAÚL URBINA ÁLVAREZ (AENA)

# Alimentando a la red de Aena

**La fiabilidad del suministro eléctrico a los aeropuertos es decisiva para la seguridad y la calidad de los servicios. INECO TIFSA lleva a cabo desde hace tiempo trabajos de ingeniería eléctrica para Aena, tanto para el mantenimiento y explotación de las infraestructuras existentes como para la creación de nuevas.**

Por **José Alberto Sánchez, Juan González, Ana Luz Cubo y Juan Carlos Ramiro** (Aeronáutica).

La posibilidad de que el suministro eléctrico a un aeropuerto pueda faltar debe ser evitada. Para garantizarlo, conforme a los niveles exigidos por la OACI, estos cuentan con una segunda fuente de alimentación para casos de emergencia. Con este fin se dotan a los aeropuertos de una o varias centrales eléctricas, desde donde se distribuye la energía que

es proporcionada por la compañía o bien es generada por grupos electrógenos propios.

INECO TIFSA lleva a cabo diversos trabajos de ingeniería eléctrica para Aena. El fin, en algunos casos, es dar apoyo al mantenimiento y explotación de las infraestructuras eléctricas de los aeropuertos, por ejemplo, redactando manuales de mantenimiento y operación o creando un simulador de entrenamiento para el personal de explotación de las instalaciones eléctricas.

En otros casos, el objetivo es apoyar la creación o modificación de infraestructuras eléctricas, normalizando el diseño y las metodologías de ejecución y puesta en marcha de las infraestructuras eléctricas, o redactando proyectos de reforma o de creación de nuevas centrales.

La Agrupación está redactando el proyecto para la nueva central eléctrica del aeropuerto de Valencia y finaliza la redacción de otros tres: Córdoba, León y Almería. ■

## Central eléctrica de Córdoba Preparada para el futuro

El aeropuerto de Córdoba, situado a menos de 6 km del centro de la ciudad, cuenta con toda una serie de infraestructuras aeroportuarias que datan de los años 60, si bien se han realizado algunas actuaciones para su modernización, como es el caso de la ejecución del nuevo edificio de servicios y la actual central eléctrica, un proyecto que data del año 2002. Con el paso del tiempo han ido surgiendo nuevos retos para el aeropuerto y, como consecuencia de las necesidades del mercado, debe llevarse a cabo una renovación, tanto en el lado aire como en el lado tierra, proyecto de ampliación que ha sido redactado íntegramente por INECO TIFSA (ver el número 16 de *itransporte*).

Estas actuaciones dan lugar a la aparición de nuevos consumidores que demandan una potencia eléctrica muy superior a la capacidad que posee la actual central, dotada de dos transformadores redundantes de tipo seco con una potencia unitaria de 400kVA. Es por ello necesaria la construcción de una central que constituya el núcleo principal de un nuevo sistema eléctrico diseñado bajo unos criterios de elevado grado de fiabilidad, facilidad de

mantenimiento, facilidad de operación, seguridad y que tenga en cuenta las peculiaridades propias de los consumidores específicos aeronáuticos.

### Aumento de potencia y fiabilidad

Esta central, que podrá ser objeto de futuras ampliaciones, cuenta con una superficie construida de más de 1.800 m<sup>2</sup>, repartidos en un sótano y una planta baja, y una previsión de potencia contratada de 1 MW que será suministrada por la compañía eléctrica a través de dos líneas subterráneas independientes y que se dedicarán en exclusiva para el suministro del aeropuerto, con un nivel de tensión de 20kV. El nuevo edificio estará constituido por tres zonas claramente diferenciadas: una parte técnica compuesta por las salas de los equipos dispuestas alrededor de una sala central de control, otra parte donde se encuentran las dependencias necesarias para el personal y un tercer área de autogeneración donde se ubican dos grupos electrógenos redundantes de 1000kVA cada uno de ellos y con generación a 400V, con una autonomía mínima de 24 ho-

ras a plena potencia por tiempo limitado, con posibilidad de acoplamiento entre sí y con la compañía eléctrica.

La central da servicio a los nuevos centros de transformación a través de un anillo eléctrico de potencia y otro de control. Los servicios alimentados desde la actual central se mantienen en su mayoría, pasando ésta a convertirse en un centro de transformación, adecuando tanto el equipamiento eléctrico como el edificio para tal fin, teniendo en cuenta que la potencia instalada se reduce desde las actuales 400kVA hasta 160kVA mediante dos transformadores redundantes de llenado integral en éster vegetal. Por otra parte, las peculiaridades de ciertos consumidores con responsabilidad aeronáutica, como son los reguladores de intensidad constante para el alumbrado aeronáutico de superficie, hacen necesaria la incorporación de un sistema de alimentación ininterrumpida estática (SAI) de 200kVA, constituido por dos máquinas que dan servicio a dos barras de baja tensión (400V), evitando cualquier interrupción en el servicio. Este sistema eléctrico permitirá hacer frente a las previsiones futuras. ■



Cabinas 220 kV.



Grupo de continuidad.



Grupo electrógeno IV.



### PROFESIONALES EXPERTOS

El Departamento de Instalaciones de la Agrupación (en la imagen), perteneciente a la Dirección General Aeronáutica, es el encargado de realizar los trabajos de ingeniería eléctrica para Aena. En julio entregó el proyecto del aeropuerto de León y en septiembre los de los aeropuertos de Almería, Córdoba y Valencia.



Alzado de la central eléctrica del aeropuerto de León.

### CRITERIO UNIFICADO PARA LOS AEROPUERTOS

Para el diseño de las instalaciones eléctricas se han tenido en cuenta los principios de la Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios, redactada por INECO TIFSA:

- Criterio de fallo único de determinados elementos mediante la redundancia y separación física de los mismos.

- Mínimo número de elementos de maniobra posibles.
- Facilidad de mantenimiento.
- Facilidad de operación.
- Seguridad del operario.
- Selección de equipamiento y aparataje estándar empleando los requisitos típicos de la mayoría de las redes de distribución pública.

## Central eléctrica de León Dos edificios independientes

El aeropuerto de León está situado al oeste de la ciudad, a una distancia aproximada de 7,5 km. En mayo de 2009 se iniciaron los trabajos de construcción del nuevo edificio terminal, así como de la ampliación de la plataforma civil para estacionamiento de aeronaves, ambos proyectos redactados por INECO TIFSA (ver el número 11 de *itransporte*). Como consecuencia de esta actuación será necesaria la reforma del sistema eléctrico del aeropuerto. Para ello se llevará a cabo la construcción de una nueva central eléctrica, diseñada con arreglo a criterios de alta fiabilidad, de fallo único de determinados elementos mediante la redundancia y la separación física de los mismos, de facilidad de mantenimiento y de operación, así como de seguridad.

La central eléctrica del aeropuerto de León es singular, ya que está compuesta por dos edificios totalmente separados y de dimensiones desiguales. El edificio de menor superficie, cuya función era de antigua central eléctrica, ha sido reformado interiormente, siendo el de mayor superficie de nueva construcción. El espacio total ocupado por ambos edificios

ahora es de 1.150 m<sup>2</sup>, distribuidos en tres zonas diferenciadas: una parte administrativa (oficinas, salas de reunión...), otra con las salas técnicas y una última para el control de la instalación. Cada uno de los edificios alberga la mitad del equipamiento eléctrico integrante de la central, de tal forma que los elementos redundantes del sistema eléctrico de la central se encuentran en edificios distintos, cumpliendo así de forma inequívoca con el criterio de independencia física.

### Mayor calidad en el suministro

Para abastecer con suficiencia la demanda requerida por el volumen de tráfico del aeropuerto ha sido necesario contratar una potencia de 1,26 MW, lo que dará servicio a la nueva central eléctrica mediante dos acometidas a 13,2kV redundantes e independientes físicamente. Para dotar de un mayor nivel de calidad en el suministro de energías eléctricas a las radioayudas (localizador y senda de planeo), situadas en el campo de vuelos, se ha optado por sustituir su alimentación en antena por una alimentación en anillo, rodeando completamente la pista de

vuelo e incorporando un nuevo consumidor: el radiofaro DVOR. Asimismo, se han remodelado o construido, según el caso, los centros de transformación asociados a estos consumidores. En la central eléctrica se han destinado salas exclusivas para la instalación de los reguladores de intensidad constante que alimentan a los circuitos de balizamiento. Dichas salas se han diseñado para permitir instalar en el futuro un sistema de balizamiento de categoría II/III. Un proyecto singular que servirá para abastecer todas las necesidades del aeropuerto. ■

### LOS DATOS MÁS SIGNIFICATIVOS DE LA CENTRAL DE LEÓN

- Central eléctrica formada por dos edificios.
- Una subestación transformadora en la acometida.
- Tres centros de transformación.
- 7.500 m de canalizaciones de banco de tubos.
- 33.000 m de cable de alta tensión.
- 10.000 m de cable de fibra óptica.
- Dos grupos generadores de 1.500kVA de potencia.
- Puente grúa de 16 toneladas.

## Central eléctrica de Almería Profunda renovación de las instalaciones

El aeropuerto de Almería está situado en el corazón de la bahía, a 8 km de la ciudad. Construido en la década de los 60 para la exportación de productos agrícolas, hoy se ha convertido en una de las principales vías de entrada de turismo a la provincia. Las constantes ampliaciones realizadas han producido un aumento de la potencia consumida que las instalaciones actuales no podrán soportar. Además, están obsoletas y no cumplen con la normalización de los sistemas eléctricos de Aena (NSE), de manera que es necesaria la construcción de una nueva central, además de remodelar por completo el sistema de distribución eléctrico para adecuarlo a la normativa vigente y aumentar su potencia para que pueda abastecer con garantías a todos los usuarios.

La nueva central es un edificio de planta rectangular, configurado en dos alturas: sótano y planta baja, con una superficie construida de 2.504 m<sup>2</sup>. El edificio contará con una parte técnica compuesta por salas alrededor de un espacio de control-vigilancia y otra zona donde se desarrollan las dependencias necesarias de personal y las oficinas.

La central eléctrica dispondrá de dos acometidas, con una potencia contratada de 2.500kVA cada una, que funcionarán de forma redundante. La potencia máxima instalada en la central eléctrica pasará de las 3.000kVA de los transformadores actuales, con un consumo máximo facturado de 1.200 KW, a una potencia máxima instalada de 10.000kVA, con un consumo máximo previsto de 3.600kVA. La distribución de esta energía se realizará a 20kV, igual a la tensión de la compañía suministradora, eliminando el escalón actual de 3kV que impedía el crecimiento energético del aeropuerto dada la imposibilidad de distribuir más energía por los anillos.

### Nuevo sistema de distribución

Esta central dispondrá de un sistema de emergencia formado por dos grupos electrógenos de 2.250kVA, redundantes, que generarán en baja tensión y alimentarán al sistema de 20kV a través de sendos transformadores de 2.500kVA, que arrancarán automáticamente en caso de pérdida de la red normal. Además, la central existente dispone de un grupo de

continuidad de 500kVA que se trasladará a la nueva central y se incluirá en el nuevo sistema de distribución para alimentar de forma segura a los reguladores de intensidad constante que alimentan los circuitos de balizamiento de la pista. Este grupo de continuidad se mantendrá en funcionamiento siempre que esté encendido el balizamiento. Para la alimentación a las cargas propias de la nueva central eléctrica se utilizarán dos transformadores redundantes de 1.000kVA cada uno de relación de transformación 20/042kV. Para la distribución de la energía eléctrica a todas las cargas distribuidas por el aeropuerto, existen 13 centros de transformación con potencias comprendidas entre 100 y 1.000kVA, alimentados a 3kV, que se reformarán completamente para adaptarlos a la nueva tensión de distribución de 20kV.

Una vez finalizadas completamente las obras de remodelación, el aeropuerto de Almería contará con un total de 11 centros de transformación, con potencias instaladas entre 100 y 3.200kVA. La potencia total instalada en los centros de transformación pasará de los 7.640kVA actuales a 11.920kVA. ■



Cuadro de Control de Grupos.



Cuadro General BT II.



Cuadro General BT.



Silenciadores sala de grupos.



Salas de transformadores.



Reguladores de luces aeronáuticas de superficie.

## José Manuel Hesse

Director de Medio Ambiente de Aena

# "Realizamos un gran esfuerzo para reducir nuestro impacto medioambiental"

Con una gran experiencia acumulada a sus espaldas en materia de gestión, planificación y actuaciones medioambientales en los distintos aeropuertos que componen la red de Aena, Hesse se muestra impaciente por transmitir a la sociedad los trabajos que la industria está llevando a cabo en su apuesta por la sostenibilidad.

Hesse dejaba recientemente su puesto como director de Planificación de Infraestructuras de Aena para ponerse al frente de la nueva Dirección de Medio Ambiente. La novedad no sólo supone un reto, sino también una ventaja, ya que al ser el primero, "no puede haber comparaciones".

### ¿Qué destacaría de este nuevo reto?

Pues el hecho mismo de la creación de la Dirección de Medio Ambiente de Aena. Se trata de una decisión acertada. Una empresa como Aena, que gestiona 47 aeropuertos, no podía tener el medio ambiente en un segundo nivel, sobre todo porque el medio ambiente se puede convertir en un freno al desarrollo aeroportuario, a la vez que puede ser una fuente importante de éxitos de cara a la relación entre Aena y la sociedad. Es el momento de enseñar lo mucho que hacemos al respecto. La industria en general, no sólo Aena, realiza un gran esfuerzo para reducir el impacto medioambiental de sus operaciones.

### Usted ha visto crecer Barajas como director del aeropuerto y como director del Plan Barajas. ¿Qué destacaría del proyecto?

Muchas cosas, pues lo he visto desde muchos ángulos. Pero sobre todo destacaría que se trata de un claro ejemplo de buena planificación aeroportuaria. Es también un ejemplo de que

**"El medio ambiente se puede convertir en un freno al desarrollo aeroportuario por un lado, pero por otro puede ser una fuente importante de éxitos de cara a la relación entre Aena y la sociedad"**

tener una cierta dosis de ambición es algo importante cuando se hacen grandes apuestas. No hay que limitarse a satisfacer la demanda existente en un determinado momento. Con

la ampliación de Barajas se aspiró a convertir este aeropuerto en la puerta del sur de Europa. Conviene destacar, por último, la profesionalidad de la gente que ha participado en el Plan Barajas y de todo Aena.

### Desde su experiencia en Barajas, ¿cómo ha vivido la ampliación de Barcelona-El Prat?

Barcelona vuelve a ser otro ejemplo de capacidad de hacer cosas de Aena. Errores que habíamos cometido en Barajas se han solventado ahora en Barcelona, donde se ha llevado a cabo un proceso con perfecta coordinación entre el aeropuerto, el Plan Barcelona y Transición. Este último ha hecho un papel francamente bueno y ha demostrado que tiene metodología, experiencia y procedimientos que le permiten llevar cabo labores tan complejas como poner en marcha una terminal como la de Barcelona de una forma prácticamente perfecta. Veo con alegría que avanzamos, que mejoramos y que hemos dado un paso adelante, lo que demuestra que nuestra empresa tiene un gran potencial.





# La ampliación de Barajas es un claro ejemplo de buena planificación aeroportuaria... y de una cierta dosis de ambición



## 'EL AULA CARLOS ROA ES TODO UN ACIERTO'

Hesse, que ha participado en algunas de las jornadas que organiza regularmente el Aula Carlos Roa, cree que es un todo un acierto reunir a un grupo de gente, contrastar opiniones y hacer que los asistentes participen. 'Me parece una iniciativa fantástica', aseguró durante la entrevista.

### → Y ahora le toca el turno a Málaga...

Efectivamente, es la siguiente gran ampliación. Las obras están muy avanzadas. De hecho, hay actuaciones que ya se han puesto en servicio. Creo únicamente que va a tener el *handicap* de que ahora no acompaña el tráfico: no es lo mismo inaugurar una terminal que al día siguiente se llena de gente, que hacerlo en una situación de baja demanda. Pero lo cierto es que las infraestructuras hay que pensarlas de cara al futuro, y tanto Barcelona como Málaga nos permitirán tener una posición privilegiada, ya que podremos ofrecer capacidad a las compañías desde el primer momento.

### ¿En qué medida afecta la actual situación económica a la planificación de inversiones en los aeropuertos?

Se suele decir que en las épocas de poco tráfico hay que seguir invirtiendo, porque se debe estar preparado para cuando crezca. Pero la realidad es que cuando el tráfico es escaso hay menos recursos y se deben limitar las inversiones. Lo más significativo de la situación actual es que se han podido ralentizar las inversiones y dar un pequeño respiro desde el punto de vista financiero. Este respiro, sin embargo, no puede prolongarse más de dos años, hasta que volvamos a ponernos en marcha, porque de

### "Es perfectamente válido hablar de aviones verdes"

lo contrario, cuando vuelva a crecer el tráfico, no tendremos capacidad de reacción. Lo cierto es que tanto en aeropuertos grandes como medianos nos pilla con una situación muy buena. Cuando el tráfico se reactive seguiremos teniendo la ventaja de tener capacidad suficiente, aunque debemos pensar un poquito más allá y tener ya planificadas

las actuaciones que llevaremos a cabo para atender una demanda que, sin duda, volverá a dispararse en los próximos años.

### ¿Esta bajada del tráfico puede afectar al despegue de los aeropuertos privados?

Valoro mucho la aparición de los aeropuertos privados. Aena no debe tener miedo a la competencia. Tenemos mayor capacidad de gestión y podemos ofrecer servicios aeroportuarios de calidad similares a cualquier otro gestor del mundo en la actualidad. La situación económica está dando pie a que los futuros desarrollos

### AENA LIDERA UNA INICIATIVA DECISIVA

La industria (DGAC, AESA, COPAC, ALA, ACETA, Boeing, Airbus y Aena) se ha unido en el Grupo de Trabajo para la Mejora de la Compatibilidad de las Operaciones Aeroportuarias con el Entorno con el objetivo de liderar la realización de programas avanzados que permitan disminuir el impacto acústico y la contaminación atmosférica.

Se han identificado cinco áreas de actuación. Dos de ellas tienen que ver con la potenciación de la aplicación de nuevas tecnologías / procedimientos, como la generalización de las maniobras P-RNAV y la utilización de maniobras de descenso continuo (CDA). Otra está relacionada con la eliminación del ruido en origen mediante un plan para la prohibición de aeronaves marginalmente conformes. Una cuarta se centra en facilitar información ambiental mediante la creación de una web. Y la última tiene que ver con la difusión de la información mediante una campaña para la comunicación de las actuaciones realizadas y las mejoras medioambientales de las nuevas generaciones de aeronaves.

de aeropuertos privados se están ralentizando e, incluso, pasando por situaciones francamente preocupantes, algo que no es bueno para Aena. Sería deseable poder compararnos con otros y demostrar a las compañías que la oferta de los aeropuertos privados no mejora en absoluto su negocio.

### ¿La incorporación de nuevas tecnologías contribuye a la sostenibilidad? ¿En qué aspectos?

Es algo poco conocido, en general, por la sociedad. Como ejemplo, si uno se pone al lado del avión de pasajeros más grande del mundo, el A380, y de un avión antiguo como el MD-87, la diferencia del impacto acústico es abismal. Hay quien dice que al A380 le falta el ruido. La industria está haciendo en este campo un esfuerzo importantísimo. De igual manera que existen campañas sobre coches verdes, sería perfectamente válido empezar a hablar de aviones verdes, porque cada vez consumen menos, generan menos CO<sub>2</sub>, menos partículas contaminantes, menos ruido y son más eficientes aerodinámicamente... Hay un camino claro hacia la mejora medioambiental y la aplicación de nuevas tecnologías en la consecución de ese objetivo. Las nuevas familias de aviones, como los Boeing 787 o los A350, son buenos ejemplos. Cuando salgan al mercado se venderán con la etiqueta de ecológicos porque lo son: tienen una aerodinámica muy favorable, una fabricación mucho más garantista con el medio ambiente y unos motores que consumen menos y hacen menos ruido.

### El recién inaugurado aeropuerto de El Prat ha apostado fuerte por las energías renovables y la accesibilidad. ¿Se va a seguir esta línea en otros aeropuertos?



### DOCENCIA Y AVIONES

Hesse presta sus servicios en Aena desde hace más de una década. Este doctor ingeniero aeronáutico, que fuera director del aeropuerto de Barajas y Plan Barajas, ha dedicado gran parte de su vida a la docencia, siendo referencia para muchos profesionales, como Fernando Gómez Comendador, director ejecutivo de Sistemas y Navegación Aérea de INECO TIFSA, otro doctor ingeniero aeronáutico con una significativa actividad docente. Ambos analizaron la creación de la Dirección de Medio Ambiente de Aena y charlaron sobre las últimas ampliaciones aeroportuarias o la sostenibilidad en la industria.

Sí. A mí me gusta diferenciar entre dos aspectos: una cosa son los impactos que se producen en el aire y otra los que se producen en el aeropuerto. En el aire, los impactos medioambientales los producen las aeronaves y su mitigación es objeto de un importante esfuerzo, con numerosas medidas que están dando sus frutos. En el propio aeropuerto hay también varias vías de actuación. Una es la sostenibilidad global, que busca que el aeródromo,

como gran consumidor de energía, lo sea cada vez más de fuentes renovables, lo que lo convierte en un consumidor más eficiente, más responsable, que emite menos dióxido de carbono. En los aeropuertos, como el tráfico se concentra mucho en determinadas zonas, es posible disminuir el ruido producido por la circulación de vehículos o por las aeronaves en tierra. La idea es conseguir aeropuertos eficientes que permitan lograr una sostenibilidad que

garantice una mayor eficacia en el conjunto del uso de la energía y que, a la vez, produzcan menos contaminación atmosférica y menor impacto acústico.

### Ha sido profesor durante muchos años e imparte conferencias en distintos foros... ¿Qué le ha aportado esa experiencia?

Mi experiencia docente me deparó años muy agradables. Disfruté y aprendí muchas cosas, entre ellas a hablar en público de forma organizada y convincente. También aprendí que, casi siempre, cuando uno expone argumentos razonables y escucha al que tiene enfrente se acaba siempre llegando a acuerdos. Ahora tengo la satisfacción de encontrarme con muchos antiguos alumnos en mi trabajo diario.

### También ha sido consultor y ha trabajado en empresas de ingeniería... ¿Qué papel cree que está haciendo INECO TIFSA y adónde debe dirigir sus esfuerzos en el sector?

El papel de una empresa de consultoría es ir por delante de sus clientes. El trabajo diario absorbe mucho tiempo, impide mirar al horizonte para ver hacia dónde se va y tener la tranquilidad necesaria para interiorizar nuevas cosas... Ése es el papel del consultor. Tiene que ser capaz de analizar el mercado, que tenga tiempo para estudiar las tendencias y transmitirselas a su cliente. Y por eso veo a INECO TIFSA en dos campos. Uno, que realiza francamente bien, está relacionado con la ejecución de proyectos, controles y apoyos a la ejecución de obras. Y otro, que valoro mucho, implica tener personas con un alto grado de capacidad de análisis, dispuestos a apoyar a sus clientes orientándoles. Ese camino de ir por delante, en la excelencia del conocimiento, es importantísimo. La consultora tiene que ser capaz de aportar conocimiento de calidad. ■

# Agenda

EXPOSICIONES

## Las citas extraordinarias del otoño madrileño

El final del verano trae consigo un cambio en el color de los museos de Madrid. De la serenidad y luz cálida de los cuadros de Sorolla hemos pasado a la fuerza y color de la muestra de Popova; del impresionismo de Matisse a las vanguardias de Vantongerloo.

### David Maljkovic

MUSEO NACIONAL CENTRO DE ARTE REINA SOFÍA (MNCARS)

>09 de septiembre 2009 / 18 de enero 2010

El Reina Sofía producirá una película, fruto de la colaboración entre Maljkovic y el departamento de diseño del constructor de vehículos Peugeot, donde se mostrará el choque entre la población más anciana en relación con su idea del automóvil. Maljkovic es uno de los artistas más importantes de Croacia. Su obra se centra en la memoria y la amnesia colectiva, retratando la transición del comunismo al capitalismo en la historia reciente de su país.

### Fantin-Latour, pintor de lo íntimo (1836-1904)

MUSEO THYSSEN-BORNEMISZA

Salas de Exposiciones Temporales

>29 de septiembre 2009 / 10 de enero 2010

Primera retrospectiva en España y Portugal del pintor francés, organizada en colaboración con la Fundação Calouste Gulbenkian de Lisboa. Compañero de generación de Manet, Degas y Whistler, Fantin-Latour compartió con ellos muchas de sus aspiraciones estéticas. Esta exposición presentará una ambiciosa selección de más de 70 piezas, tanto óleos como dibujos, reuniendo lo más destacado de su producción.

### Rodchenko/Popova: Definiendo el Constructivismo

MUSEO NACIONAL CENTRO DE ARTE REINA SOFÍA (MNCARS)

>20 de octubre 2009 / 11 de enero 2010

Extraordinaria colección de dos figuras claves de la formación estilística y teórica del Constructivismo ruso: Liubov Popova y Alexander Rodchenko. Con la convicción de que el lenguaje abstracto tenía el potencial de alterar la vida cotidiana, ambos artistas transformaron la pintura en un campo de pruebas de formas abstractas. La muestra pondrá de manifiesto su influencia en la moda, los medios audiovisuales, el teatro y el cine del siglo XX.

### Lágrimas de Eros

MUSEO THYSSEN-BORNEMISZA

Salas de Exposiciones Temporales

>20 de octubre 2009 / 31 de enero 2010

La íntima relación entre pulsión sexual e instinto de muerte –Eros y Thanatos– en las artes visuales es el tema de esta exposición. Figuras y escenas que proceden tanto de la mitología clásica como de la tradición judeo-cristiana configuran un recorrido a través de dos grandes apartados: *De la tentación al sacrificio*, que abordará los indicios de muerte en la pasión erótica, y *El sueño eterno*, que tratará de mostrar el tema de la muerte o la agonía convertida en un trance similar al éxtasis amoroso.

### Georges Vantongerloo

MUSEO NACIONAL CENTRO DE ARTE REINA SOFÍA (MNCARS)

>03 de noviembre 2009 / 25 de febrero 2010

Escultor, pintor, arquitecto y teórico del arte, de origen belga. La exposición que presenta el Reina Sofía tratará de mostrar



1



2



3



4



5



### ARQUITECTURA EN LA BIBLIOTECA NACIONAL

Exposición singular de algunos de los más bellos dibujos de arquitectura, proyectos, bocetos y otros apuntes que ayudan a explicar la cultura de los arquitectos y artistas españoles, italianos y franceses del siglo XVIII, y su manera de entender

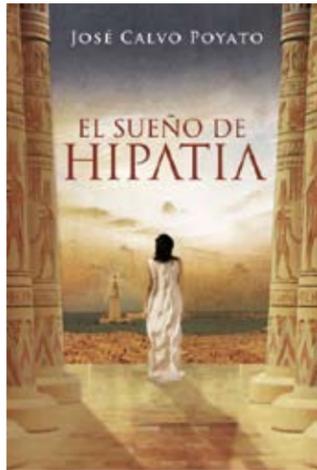
la idea y la práctica de su profesión. La muestra coincide con el estudio, restauración y publicación del 'Catálogo razonado de los Dibujos de Arquitectura y Ornamentación del siglo XVIII de la Biblioteca Nacional de España'.

# Agenda LIBROS

THRILLER HISTÓRICO / EL SUEÑO DE HIPATIA

## Damas de enorme talento

Musa, heroína, autora o lectora, el protagonismo de la mujer en la literatura actual es indiscutible. Escritoras de siglos atrás como George Sand o Jane Austen se sorprenderían hoy de la proyección, solidez y *royalties* que sus colegas contemporáneas logran en cualquier campo literario. La desdichada Ana Ozores, cuya afición a la lectura ridiculizaban otros protagonistas de *La Regenta*, encontraría hoy miles de compañeras de *hobby*.



Illa García (*El jardín de Hipatia*, Espasa-Calpe) la convierte en el sostén del protagonista de su novela. Luis de la Luna Valero (*Hipatia de Alejandría*, Suma) ofrece una biografía centrada en su rebeldía. Marta Sofía la rodea de amor en su narración (*Ágora*, Planeta). Clelia Martínez Maza (*Hipatia: la estremecedora historia de la última gran filósofa de la Antigüedad*, La esfera de los libros) escribe su nombre entre los sabios. Y Siruela reedita la solvente biografía *Hipatia de Alejandría*, escrita por Maria Dzielska. Muchos ángulos desde los que acercarse a ella. ■

**EL SUEÑO DE HIPATIA**  
JOSÉ CALVO POYATO  
Plaza & Janés  
19,90 €

magnetismo de este personaje, las recreaciones, más o menos noveladas, de su vida y trágica muerte aparecen en torrente.

José Calvo Poyato, reconocido autor de *bestsellers*, propone convertir su historia en un trepidante *thriller* histórico. Ola-



**El viudo**  
RAY KLUUN

Tras la publicación de *Una mujer va al médico*, la historia continúa y consolida a un autor capaz de hablar de tragedias cotidianas, como la pérdida de la esposa, que alimenta este relato.

Planeta



**Lo mejor de la vida**  
RONA JAFFE

Aclamado por la crítica como un clásico por la autenticidad de sus personajes y diálogos. Cuatro mujeres trabajadoras sumergidas en un mundo de tiburones persiguen sus sueños.

Lumen



**La isla bajo el mar**  
ISABEL ALLENDE

Una de las autoras en español más reconocidas vuelve a tejer una historia de mujeres. La protagonista es una esclava vendida de niña que busca la libertad.

Plaza & Janés



**Fotografía digital**  
DAVID POGUE

Cámaras superpotentes, ópticas sofisticadas y cuarto oscuro superado, pero... ¿cómo hacer buenas fotos digitales? El crítico de fotografía del *New York Times* revela todas las claves.

Anaya Multimedia



NARRATIVA

**El cielo es azul, la tierra blanca**  
HIROMI KAWAKAMI

Ella se cree no apta para el amor. Él ya lo ha perdido. Pero su reencuentro años después y el establecimiento de un pacto para sobrellevar sus respectivas soledades engendra una nueva historia de amantes tierna, sensual, delicada y con la autenticidad de lo incompleto, pues ninguno de los dos ha renunciado a seguir rebuscando en sus aspiraciones. La autora japonesa Hiromi Kawakami es todo un descubrimiento literario. El acantilado

## Casi siempre creemos que la ingeniería es...



## pero la ingeniería también es...



Conducción de agua para abastecimiento de población rural (Tanzania). Foto: Elena Pachtal / ISF.

Instalación de una placa solar en un centro de salud (Alto Amazonas, Perú). Foto: EHAS / ISF.

Formación en Informática a agentes de desarrollo (Benín). Foto: Javier Simó / ISF.

## cuando la tecnología se pone al servicio del desarrollo humano

**Hazte socio**



C/ Cristóbal Bordini, 19-21, 4º D • 28003 Madrid  
Tfno.: 91 590 01 90 • Fax: 91 561 92 19  
info@apd.isf.es • www.apd.isf.es

