

06

Excavar la piedra

Técnicas en la construcción
de túneles ferroviarios

Trenes 'todoterreno' para Alta Velocidad

Se ponen en servicio los modelos S120 y S130

Proyecto CREDOS

Estudio de las estelas turbulentas en aeronaves

+ NOTICIAS / GESTIÓN / ENTREVISTA

AGENDA

GRANDES OBRAS

Nuevo Canal de Panamá

VIAJES

Caminos de la vieja Europa

LITERATURA

Novedades del mes



50 años ayudando a cambiar el mundo.

Un plato de comida elimina el hambre de una persona. Un tractor, la de todo un pueblo. En Intermón Oxfam necesitamos personas dispuestas a luchar contra las causas de la pobreza, las injusticias, y no simplemente contra sus consecuencias. Necesitamos gente convencida de que es posible lograr que algún día los más desfavorecidos dejen de necesitar ayuda. Gente como tú. Gente IO.

Para uno



Para todo un pueblo



Para ayudar hoy



Para que algún día
nadie necesite
ayuda



Con el apoyo de tu empresa, podemos conseguirlo.

HAZ UNA APORTACIÓN para que nuestros programas de Acción Humanitaria lleguen a miles de personas en situación de emergencia.

FINANCIA proyectos de cooperación al desarrollo que cambiarán la vida de cientos de personas.

ASÓCIATE como Pyme a nuestro fondo *Transforma* y suma esfuerzos en favor de un mundo más justo y solidario.

COMPRA nuestros productos de comercio justo, postales solidarias, publicaciones o *Algo más que un Regalo* para sorprender a tus colaboradores.

Gracias al compromiso de empresas como la tuya, miles de personas podrán mejorar sus condiciones de vida. **GRACIAS** en nombre de todas ellas.

INFÓRMATE
www.IntermonOxfam.org/empresa
902 330 331


Intermón Oxfam
Soy IO

SUMARIO

NOTICIAS	04
EN PORTADA	06
Túneles ferroviarios en España	
INTERNACIONAL	10
Tren entre São Paulo y Guarulhos	
Un 'expreso' para aliviar el tráfico de acceso	
EN IMÁGENES	14
Alta Velocidad en España	
Trenes 'todoterreno'	
A FONDO	18
Proyecto CREDOS	
INNOVACIÓN	20
Un impulso al medio ambiente	
Carreteras fabricadas con materiales reciclados	
GESTIÓN	22
Controladores ferroviarios	
Misión: coordinar el tráfico durante las obras	
ENTREVISTA	24
Casimiro Iglesias Pérez	
Director general de Planificación y Coordinación Territorial del Ministerio de Fomento	
DE ESTRENO	28
Nuevo edificio en El Prat	
Una terminal intermodal, amplia y funcional	
AGENDA	30

Edita INECO TIFSA

Consejo editorial: JUAN TORREJÓN, ANTONIO MONFORT, M^a EUGENIA ORTIZ

Asesores: MARCOS GARCÍA CRUZADO, JUAN BARRÓN, JORGE DEL FRESNO

Comité de Redacción: Paula Abad, Antonio Caballero, Alejandra Furth, Violeta Larrad, Enrique López del Hierro, Juan Masana, José de Oña, José Miguel del Pozo, Elena Sánchez

Directora: Bárbara Jiménez-Alfaro
Tel. 91 452 12 56 / barbara.jimenez@ineco.es
www.inecotifsa.com

Realización
Te-corp (Taller de Ediciones Corporativas)
c/ José Abascal, 56 7ª Planta / 28003 Madrid
Tel. 91 456 47 30 Fax: 91 456 46 96

Fotomecánica LCH COLOR
Imprime OFFO, S.L.

Depósito Legal M-26791-2007



14 En España ya circulan por las vías los modernos S120 y S130.



18 Estudio sobre las estelas turbulentas que producen las aeronaves al despegar.

ENTREVISTA



20 Casimiro Iglesias Pérez.

EN PORTADA La reciente construcción en nuestro país de los que serán algunos de los mayores túneles ferroviarios del mundo nos convierte en grandes expertos en la materia **EN IMÁGENES** Los modelos S120 y S130 son los primeros trenes que pueden circular en España por cualquiera de los dos anchos de vía disponible sin detenerse **GESTIÓN** El control de la circulación de trenes durante la fase de construcción de nuevas líneas se basa en las comunicaciones verbales que se establecen entre el Jefe de Circulación de la base con diversos trabajadores sobre el terreno **AGENDA** Comienzan las obras en el futuro Gran Canal de Panamá, una intervención única que durará hasta el año 2014

CONSULTORES DE INECO TIFSA SE TRASLADAN A EL PRAT DE BARCELONA

Trece profesionales de INECO TIFSA se han desplazado al aeropuerto de El Prat para reforzar al equipo que está realizando los trabajos de consultoría previos a la puesta en explotación de la nueva Terminal Sur, prevista para 2009. Estos expertos colaborarán con AENA en la consultoría y



reingeniería de procesos de El Prat, un trabajo que comprende diversas tareas, desde coordinación de equipos hasta la contratación de personal.

EL EUROSTAR SE MUDA A LA REMODELADA ESTACIÓN LONDINENSE DE ST PANCRAS

El 14 de noviembre entra en funcionamiento la estación de San Pancraccio (Saint Pancras), situada en la zona norte de Londres. Este cambio responde a la conversión de todo el tramo de Alta Velocidad desde la capital inglesa hasta el Canal de La Mancha, lo que implica una importante reducción de los

tiempos de viaje a París y el resto de destinos con Europa. Las dos ciudades distan ahora por tren dos horas y 15 minutos. El Eurostar acapara en la actualidad más del 70% del tráfico total de pasajeros entre Londres y París, mientras que la concesionaria confía en que, gracias a la remodelación de la línea, el ejercicio se cerrará con una cuota superior al 80%. Las autoridades británicas calculan que el Eurostar alcanzará los 10 millones de pasajeros anuales en 2010.



La estación victoriana de San Pancraccio fue construida en 1868 y su reforma ha supuesto una considerable inversión.

PROYECTO DE INECO TIFSA

Estudio de viabilidad de un nuevo enlace ferroviario en Brasil

La Secretaría de Transportes Metropolitanos del Estado de São Paulo ha adjudicado a INECO TIFSA el estudio de viabilidad del enlace de la conexión ferroviaria entre São Paulo-Campinas con el aeropuerto de Viracopos. Las autoridades brasileñas han valorado el estudio que la Agrupación realizó con anterioridad para la conexión ferroviaria São Paulo-Campinas, que en su momento recibió una calificación muy favorable.

El objetivo es estudiar la posibilidad de incluir el enlace con el aeropuerto de Viracopos dentro de la conexión ferroviaria entre São Paulo y Campinas desde el punto de vista técnico y económico, para lo que se realizará un modelo financiero que incorpore a la iniciativa privada en la explotación de la futura línea. Viracopos, situado en las proximidades de Campinas, es hoy el segundo aeropuerto de Brasil en transporte de carga. Su situación en una zona de condiciones favorables para el tráfico aéreo y las escasas posibilidades de expansión de los otros dos aeropuertos de la región lo convierten en la mejor opción para absorber el incremento del transporte de carga en el país. ■



UN ESTUDIO DECIDIRÁ CUÁL ES LA MEJOR ALTERNATIVA

En marcha la futura conexión de la autovía Trujillo-Cáceres

El Ministerio de Fomento ha adjudicado a INECO TIFSA los trabajos de consultoría y asistencia técnica para el estudio de la conexión por el sur de Cáceres entre la autovía Trujillo-Cáceres (A58) y la autovía de La Plata (A66). Tras la realización de este estudio se decidirá por dónde circulará el nuevo tramo. Este tendría una longitud aproximada de entre 11 y 15 kilómetros si se realiza por el sur y de 21 kilómetros si se hace por el norte. El nuevo trazado tiene previsto

enlazar con la N630 y la N520, mejorando con ello el entramado viario de la zona y aumentando las posibles conexiones entre localidades, así como disminuyendo los tiempos de recorrido. El tramo de carretera entre Cáceres y Trujillo presenta en la actualidad un tráfico cercano a los 7.000 vehículos/día y hay una previsión de que alcance para el año 2020 un tráfico de unos 9.500 vehículos/día. La Autovía de La Plata, a su paso por Cáceres, tiene

un tráfico aproximado de 8.000 vehículos/día y la previsión para el año 2020 es de 11.000 vehículos/día. En la imagen de arriba se puede ver la alternativa elegida por el norte de Cáceres y una posible alternativa por el sur, que atraviesa el entorno de La Montaña y Sierra de Fuentes. Fomento ha precisado que se dedicará especial atención al estudio de impacto ambiental sobre la zona afectada, respetando los terrenos de alto interés paisajístico. ■

TERCER ENCUESTO DEL AÑO

El Consejo Asesor del Aula Carlos Roa se reunió en octubre

El Consejo Rector del Aula Carlos Roa celebró el pasado 17 de octubre la tercera sesión del año, en la que se pasó revista a las actividades del propio Aula y se acordó la realización durante este mes de una nueva jornada monográfica con el nombre de "El ruido en el transporte: demanda social y respuesta institucional". También se prepararon nuevas líneas de actuación, como la prospectiva general del sistema de transporte o el apoyo a situaciones de crisis en el sector del transporte. El Consejo manifestó, así mismo, su satisfacción por el desarrollo de las dos jornadas monográficas de debate realizadas a lo largo del presente ejercicio. ■

Fuerte incremento del número de pasajeros en los aeropuertos

Más de 20 millones de pasajeros pasaron en septiembre por los aeropuertos que gestiona AENA, lo que supone un incremento cercano al 10% respecto al mismo mes de 2006. En dicho período operaron desde estos aeropuertos un total de 223.000 vuelos (el 6,5% más que en septiembre de 2006). ■

EL PROYECTO PODRÍA COSTAR 2.000 MILLONES DE EUROS

Luz verde en Alemania al Transrapid, primer modelo de su clase en Europa

El Gobierno de Baviera (Alemania) aprobó a finales de septiembre la construcción del Transrapid, un tren de levitación magnética, capaz de superar los 500 km/h, que conectará el centro de Múnich con su aeropuerto en apenas 10 minutos (el servicio de tren actual tarda 40 minutos). Se trata de la primera línea comercial de Europa por la que circulará un tren de estas características. El desarrollo del Transrapid ha sido posible gracias a la labor conjunta de la empresas alemanas Siemens

y ThyssenKrupp. El coste del proyecto, sin embargo, se ha disparado desde que fuera calculado por vez primera en el año 2002 debido a los retrasos y los cambios realizados sobre el diseño original. Fuentes del Gobierno alemán aseguran que éste podría alcanzar los 2.000 millones de euros, una cantidad que no están dispuestos a sufragar por completo. El Ministerio de Finanzas germano ha informado de que su presupuesto para este proyecto es sólo de 925 millones de euros. ■



PRIMERA EDICIÓN

Buenos resultados de BcnRail 2007

Alrededor de 7.000 profesionales asistieron a la primera edición de BcnRail, el Salón Internacional de la Industria Ferroviaria, que se celebró en Barcelona entre los días 2 al 5 de octubre. BcnRail está organizado por Fira de Barcelona con la colaboración del cluster de empresas Railgrup. El presidente de INECO TIFSA, Juan Torrejón, acompañó a Magdalena Álvarez y Joaquim Nadal, ministra de Fomento y consejero de Política Territorial de Obras Públicas de la Generalitat de Catalunya, respectivamente, durante su visita al stand con el que la Agrupación ha participado junto a los principales protagonistas del sector ferroviario europeo que estuvieron en el certamen. La intención de los organizadores es celebrar BcnRail cada dos años y convertirla en el evento de referencia para el sur de Europa y norte de África. ■

El Ministerio de Educación y Ciencia, las Escuelas de Arquitectura y el Consejo de Colegios han llegado a un acuerdo para que los estudios de Grado de Arquitectura duren cinco años (300 créditos) más un proyecto

de fin de carrera, cumpliendo los requisitos de la Directiva europea

OBRAS DE TODO TIPO

España ha pasado a ocupar un lugar destacado en el mundo en la construcción de obras subterráneas. En la tabla adjunta se pueden ver los 11 túneles más largos del mundo: los de Seikan, Iwate, y el Canal de la Mancha ya están en servicio y los de Suiza y España en plena construcción.



TUNELES FERROVIARIOS MAS LARGOS

1	GOTARDO BASE	Suiza	57.072m
2	BRENNERO BASE	Austria-Italia	55.000m
3	SEIKAN	Japón	53.850m
4	MONT D'AMBIN BASE	Francia-Italia	52.110m
5	CANAL DE LA MANCHA	RU-Francia	50.450m
6	LOTSCHBERG	Suiza	34.577m
7	KORLAM	Austria	32.800m
8	GUADARRAMA	España	28.377m
9	HAKKODA	Japón	26.455m
10	IWATE	Japón	25.810m
11	PAJARES BASE	España	24.667m

Túneles ferroviarios en España Grandes proyectos

Las sociedades modernas se caracterizan por el alto nivel de complejidad y especialización de los sistemas de transporte de personas y mercancías, así como por su continuo crecimiento. Estas circunstancias han permitido que el túnel sea la solución para muchos proyectos, lo que ha conducido a un desarrollo espectacular en las tecnologías de las obras subterráneas. En breve se inaugura en nuestro país el túnel de Guadarrama, que con cerca de 29 kilómetros se convertirá en el octavo más largo del mundo.

Por Mario Peláez, director de Geotecnia y Túneles (Proyectos Ferroviarios).

Por todo el mundo se están realizando grandes túneles, ya sea por la necesidad de cruzar montañas o por el soterramiento de vías urbanas. España no es una excepción, sino que se encuentra en una posición destacada en cuanto a la construcción de este tipo de obras, debido principalmente a nuestra accidentada geografía y al desarrollo económico de los últimos años. En la actualidad estamos construyendo dos de los diez túneles ferroviarios más largos del mundo, Guadarrama y Pajares, pero son muchos más los de menor longitud en las diferentes líneas de Alta Velocidad que se están creando.

La construcción de túneles en España está siendo observada con gran interés a escala internacional, si bien no debemos olvidar la construcción de autopistas en las décadas de los 80 y 90 con abundantes túneles de gran sección, así como obras hidráulicas con largos túneles de pequeña sección –aunque contruidos en zonas de montaña poco accesibles– o la complejidad de los emisarios submarinos. Estos años de gran actividad han permitido que haya diversas empresas y profesionales

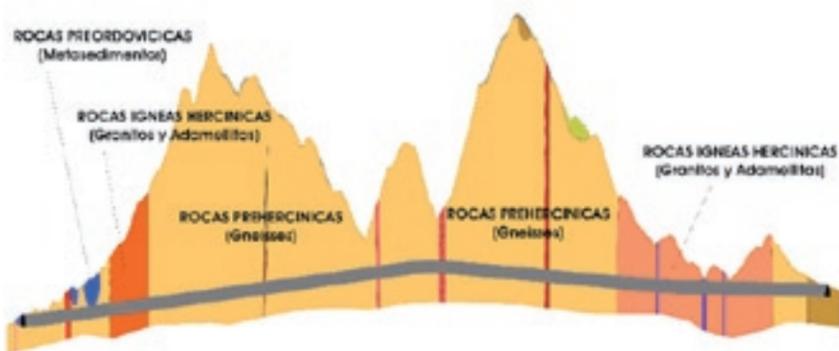
especializados capaces de realizar numerosas obras subterráneas de gran complejidad. INECO TIFSA es una de ellas, especialmente en el sector ferroviario, donde ha desarrollado proyectos desde sus primeros pasos. Su labor más reciente está ligada, por ejemplo, a la dirección de obra y asistencia técnica en los proyectos y obras de los túneles de Guadarrama y Pajares.

La construcción de túneles tuvo una importancia grande a finales del siglo XIX con el desarrollo del ferrocarril. En Suiza se construyeron los más largos: Simplon (19,8 km), San Gotardo (15 km) y Lötschberg (14,6 km), cuyo récord han mantenido hasta el tercer cuarto del siglo XX cuando, otra vez para el ferrocarril, se han abordado enormes retos, como el paso entre islas del Japón (Seikan), el cruce del Canal de la Mancha o las líneas de Alta Velocidad en Europa.

La obra subterránea depende del terreno, que unas veces es duro y consistente, y otras blando y deleznable. La mayor dificultad de la obra subterránea no proviene de los primeros, que se excavan con maquinaria pesada o explosivos, sino de los segundos, que cuando no son estables durante su excavación precisan

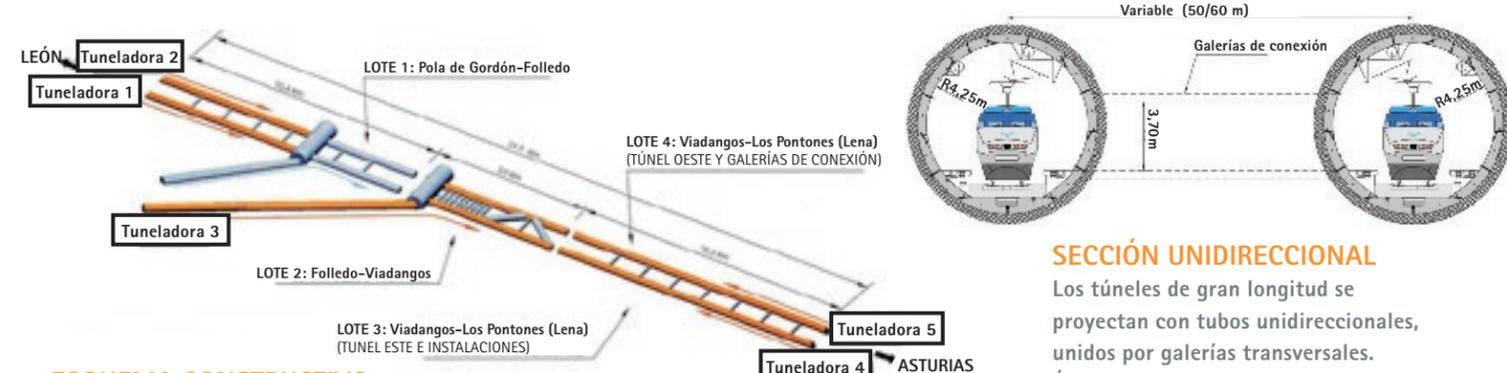


APLICACIÓN MASIVA. A lo largo del siglo XX se han desarrollado diversas técnicas que se han ido aplicando a la obra civil subterránea, aunque han sido las máquinas integrales de excavación (TBM), como la de la foto, las que han experimentado un mayor auge en la última década.



TÉCNICAS DE RECONOCIMIENTO

Una técnica de reconocimiento fundamental es la geología: conocer las estructuras del terreno basándose en los afloramientos superficiales y en la inspección visual de cuantos testigos se puedan obtener en profundidad. Existen sofisticados métodos de prospección (sondeos y técnicas geofísicas), pero no se puede prescindir del apoyo de la geología convencional.



ESQUEMA CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PAJARES

Cuando la morfología del terreno lo permite, se utilizan accesos intermedios para disminuir los plazos de ejecución y aumentar la seguridad.

SECCIÓN UNIDIRECCIONAL

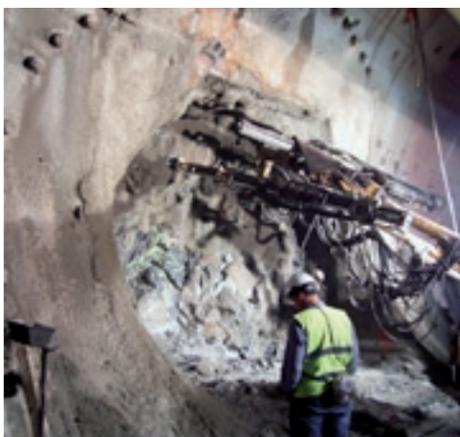
Los túneles de gran longitud se proyectan con tubos unidireccionales, unidos por galerías transversales. Éstas permiten la rápida evacuación en caso de incendio, accidente o cualquier otra incidencia.



EVOLUCIÓN PERMANENTE DE LAS TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS

Las técnicas de construcción de los grandes túneles actuales han pasado de ser artesanales

y peligrosas, a procesos muy industrializados y de gran seguridad, aunque no debemos pensar que siempre es así, ni que las obras subterráneas son todas iguales o fáciles de estandarizar.



APERTURA DE CORREDORES. La apertura de galerías secundarias a la sección principal del túnel se suele realizar utilizando métodos convencionales de excavación.



GUNITADO. La proyección de hormigón líquido sobre los revestimientos del túnel sirve para asegurar la zona excavada para evitar pequeños desprendimientos y seguir avanzando.



DISEÑO 'A LA CARTA': Las tuneladoras (TBM) sólo son efectivas cuando se conoce bien el terreno sobre el que se va a trabajar y se diseña una máquina de acuerdo con las características y problemáticas del mismo. Hay casos en los que son más adecuados los métodos convencionales de excavación.



DIFICULTADES. Hay túneles que por sección, longitud, pendiente o características del terreno no son susceptibles de ser excavados con tuneladora (TBM).

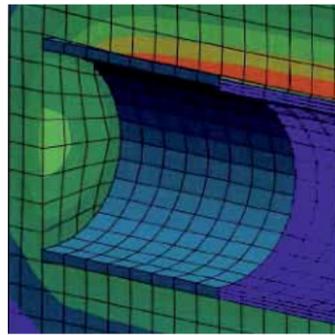
→ de fuertes sostenimientos y provocan deformaciones alrededor de la cavidad excavada. En estos casos, la presencia del agua siempre complica la situación. El terreno se comporta de muy diferente manera según sus características geotécnicas, el grado de humedad, estado tensional... A la hora de proyectar la construcción de un túnel es fundamental conocer estas variables, algo que no resulta sencillo debido a su naturaleza heterogénea, así que con nuestros estudios debemos simplificar las innumerables circunstancias que nos encontraremos. Es por esta razón por lo que la incertidumbre siempre existe hasta el día de la finalización de la excavación, aunque el conocimiento de la propia excavación va permitiendo ajustar los métodos de excavación y sostenimiento.

Reconocimiento del terreno

Las técnicas geotécnicas de reconocimiento son variadas, desde las clásicas de obtener testigos del terreno mediante sondeos mecánicos para su observación y ensayo en el laboratorio, a los ensayos *in situ* para conocer el comportamiento del terreno a determinadas acciones. También se utilizan modernas técnicas geofísicas en las que se analiza la variación de ciertos parámetros tras el estímulo con acciones físicas (ondas de presión, campos eléctricos y electromagnéticos, emisión radioactiva, etc.) ante los diferentes terrenos existentes alrededor del túnel. Estas prospecciones geotécnicas no son siempre fáciles de acometer: los grandes recubrimientos y la difícil accesibilidad en el caso de las zonas de montaña, o las edificaciones en las ciudades, impiden a veces realizar los estudios necesarios. Otras veces es el propio terreno el que dificulta su reconocimiento, sobre todo cuando su calidad es mala (imposibilidad del avance del sondeo o de extraer los testigos).

MODELIZACIÓN DEL PROCESO

Contrastar las situaciones reales con las previstas en el proyecto constructivo es muy importante. Para ello se utilizan programas de cálculo (elementos finitos y diferencias finitas) que realizan simulaciones muy precisas sobre el comportamiento del interior y del entorno del túnel. Estos resultados se comparan con mediciones que se efectúan con métodos topográficos (nivelación y colimación) e instrumentos (niveles, convergencias, inclinómetros y extensómetros) que miden inclinaciones o movimientos relativos entre puntos.



MEDIDAS DE SEGURIDAD

La longitud de los grandes túneles presenta un problema de seguridad ante una eventual evacuación. Las rutas de salida bien cuidadas y las cámaras estancas de auto-rescate son medios importantes que siempre deben mantenerse en perfectas condiciones durante toda la duración de la obra.



IMPERMEABILIZACIÓN

La foto de portada de este número de la revista ilustra la fase de impermeabilización del interior de un túnel construido por métodos convencionales.

ACTUACIONES DE INECO TIFSA

Línea de Alta Velocidad ferroviaria	Longitud tramo (km)	Nº de túneles	Estudios básicos				
			Proyecto constructivo	Supervisión de proyectos de ejecución	Dirección facultativa	Asistencia a la dirección facultativa	Supervisión y coordinación
Madrid-Córdoba-Sevilla	471	14	*	*	*	*	*
Córdoba-Málaga	150	7	*	*	*	*	*
Bobadilla-Granada	112	4	*	*	*	*	*
Madrid-Zaragoza	327	19	*	*	*	*	*
Zaragoza-Barcelona	315	24	*	*	*	*	*
Barcelona-Frontera francesa	132	16	*	*	*	*	*
Madrid-Valladolid	200	5	*	*	*	*	*
Murcia-Almería	33	5	*	*	*	*	*
Vitoria-Bilbao	60	65	*	*	*	*	*
León-Asturias (variante de Pajares)	50	12	*	*	*	*	*
Medina del Campo-Ourense	350	59	*	*	*	*	*
Ourense-Santiago	82	26	*	*	*	*	*
Madrid-Valencia	430	20	*	*	*	*	*



DOVELAS A PIE DE OBRA. El desarrollo en los sostenimientos ha sido grande: hormigones proyectados sin necesidad de encofrados y con resistencias adecuadas, anclajes de todo tipo que permiten un rápido sostenimiento de la roca, arcos metálicos (cerchas) y, finalmente, dovelas prefabricadas que permiten la aplicación de procesos muy industrializados cuando se utilizan máquinas TBM.



BALSA DE AGUA

PROBLEMAS LOGÍSTICOS
Los problemas logísticos han tomado una gran importancia en estas obras, especialmente cuando los plazos de ejecución son fundamentales.

ARIDOS RECICLADOS

FÁBRICAS DE DOVELAS



INSTALACIONES COMPLEJAS
El desarrollo de las técnicas ha supuesto una mayor implantación de instalaciones de obra, tanto en el interior como en el exterior del túnel. Los buenos accesos, talleres, alimentación de energía, ventilación... se definen con criterios más generosos que en el pasado.

INSTALACIONES EN LA BOCA NORTE DEL TÚNEL DE GUADARRAMA

DESMONTES VÍA

→ Cuando se conoce la estructura del terreno y cada una de sus partes, se aborda el estudio de los métodos constructivos. A lo largo del siglo XX se han desarrollado diversas técnicas mineras que se han ido aplicando a la obra civil subterránea: uso de explosivos más potentes y seguros en su manipulación, máquinas de perforación con refrigeración por agua y cada vez más automatizadas, maquinaria pesada en el interior de los túneles y máquinas integrales de excavación (TBM = Tunnel Boring Machine), cuya aplicación en la última década ha sido espectacular en España. No sería correcto concluir que las tuneladoras (TBM) son la solución definitiva para la construcción de túneles. Esta tecnología sólo es aplicable cuando se conoce bien el terreno y la máquina es diseñada de acuerdo con sus características. Pero cuando hay dudas sobre el comportamiento del terreno, el riesgo de fracaso debe tomarse en consideración, pudiendo ser más adecuados los métodos convencionales. Hay túneles que no pueden ser excavados con estas máquinas. La obra subterránea es un "modelo a escala real": un correcto conocimiento de los primeros metros facilita el ajuste y mejora del proyecto en el resto. Este proceso se lleva a la máxima eficacia con la aplicación simultánea de la auscultación y el retro-análisis, es decir, saber cómo se comporta el túnel y contrastarlo con las hipótesis del proyecto, analizando la sensibilidad ante diferentes variables. La auscultación se fundamenta en la medición de las deformaciones provocadas alrededor del túnel y en el interior del mismo durante la excavación. Estas mediciones se realizan con métodos topográficos e instrumentos que miden inclinaciones o movimientos relativos entre puntos. También se miden tensiones en elementos estructurales y niveles piezométricos en el terreno.

Esta metodología se emplea en el proyecto y durante la construcción para ajustar el tipo de sostenimiento que se debe emplear, determinar las fases de excavación y el valor de las deformaciones esperadas... Las simulaciones matemáticas permiten acercarnos a la cuantificación de las variables que definen su comportamiento y marcar criterios para la interpretación de la auscultación (deformaciones máximas admisibles, repercusión en los edificios cercanos u otras estructuras, etc.).

Evolución de la tecnología
Cada año vamos conociendo avances en los métodos de cálculo e investigación geotécnica, en la maquinaria y materiales de obra... e indudablemente la tecnología seguirá evolucionando, pero nunca podremos prescindir de la experiencia ni de la razón aplicada al detalle. No parece posible la mecanización total ni en el proyecto ni en la obra, y mucho menos cuando se trata de cruzar importantes accidentes tectónicos o terrenos con grandes presiones, presencia de agua, gas, etc. La obra subterránea finalizada no llama la atención ni es comparable con la majestuosidad o audacia de un gran puente, ni con los valores estéticos de otras construcciones. Apparentemente sólo puede "competir" en longitud y sección con otros túneles. Respecto a la seguridad en la explotación, lo que más preocupa en un túnel es el riesgo de incendio. En España no se han dado casos graves en este sentido, pero se han intentado asumir las enseñanzas de los ocurridos en Europa en los últimos 10 años y que removieron la sensibilidad de la opinión pública y de las administraciones. Esperemos no tener que comprobar nunca que nuestros criterios e hipótesis de proyecto para estos casos no eran correctos. ■



UN CORREDOR YA EXISTENTE

Las autoridades tienen previsto utilizar en gran parte del trazado la franja ferroviaria existente de la CPTM (Compañía Paulista de Transportes Metropolitanos), sobre la que tenderían una nueva línea exclusiva de 32 km con dos estaciones terminales, una en São Paulo y otra en el aeropuerto.

Tren de São Paulo al aeropuerto de Guarulhos

Un 'expreso' para aliviar el tráfico de acceso

El Gobierno del Estado de São Paulo ha emprendido uno de los proyectos de infraestructuras ferroviarias más importantes del país: la conexión por tren entre el centro histórico de la urbe más poblada del continente sudamericano y el Aeropuerto Internacional de Guarulhos.

Con la colaboración de Ignacio Monfort, Alfonso Parra y Paula Barreto (Consultoría).

El desarrollo de una red de infraestructuras ferroviarias en Brasil es una de las prioridades en la política actual de transportes del país, de manera que se mejoren las conexiones entre las grandes ciudades y sus aeropuertos. En el caso de São Paulo, una de las mayores urbes del mundo, se pretende descongestionar además el saturado aeropuerto de Congonhas que, ubicado en el centro de la ciudad, atiende un promedio de 630 vuelos diarios. La futura conexión con el aeropuerto de Guarulhos dará, sin duda, un respiro a una población de casi 20 millones de habitantes, que hasta ahora sólo puede realizar este trayecto por carretera en autobuses y vehículos privados.

La Secretaría de Transportes Metropolitanos del Estado paulista convocó un estudio para la concepción y diseño de un nuevo servicio ferroviario que atendiera a las poblaciones de São Paulo y Guarulhos, y conectara con la red de Metro y Cercanías. Un consorcio de empresas brasileñas y europeas ha realizado un estudio de prefactibilidad y planificación del nuevo sistema ferroviario. INECO TIFSA participa como asesor técnico del consorcio, cuyo socio mayoritario es la empresa española Isolux Corsán –y en el que están también la española CAF, la constructora

italiana Ghella y las empresas brasileñas Encalco Construções y Engevix Engenharia–.

La integración con la red ferroviaria del Estado, la rentabilidad financiera y los diferentes aspectos medioambientales son los requisitos básicos contemplados en este proyecto, una de las principales actuaciones del PITU (Plan de Infraestructura de Transporte Urbano). Con el impulso de esta línea se pretende descongestionar un área densamente poblada, con fuertes aglomeraciones de tráfico y retrasos en los desplazamientos. Las autoridades quieren que la línea esté operativa en 2011, fecha en la que el Aeropuerto Internacional de Guarulhos tendrá una demanda de 30 millones de pasajeros.

El *expreso* de Guarulhos realizaría el trayecto de 32 km que separa el aeropuerto de la estación de Luz en 20 minutos. La línea contará con 2,5 km de túnel, 22,5 km en superficie y hasta 7 km en viaducto.

En el diseño de la infraestructura se han tenido en cuenta aspectos medioambientales, ya que la línea discurre por zonas de alto interés ambiental –como el Parque Ecológico del Tieté–, además de contar con edificios que forman parte del patrimonio histórico en el entorno de las estaciones de Luz y Bras. ■



Siete millones de pasajeros. El nuevo 'expreso' al aeropuerto transportará anualmente a unos siete millones de pasajeros, según los diversos estudios de tráfico que maneja el Ejecutivo paulista.



Participación de INECO TIFSA

- Asesoría al Consorcio en la elaboración de los estudios de demanda realizados en el ámbito de la nueva infraestructura.
- Concepción ferroviaria del nuevo sistema.
- Diseño funcional de las estaciones propuestas.
- Reordenación de talleres y playa de vías.
- Plan de explotación.
- Estimación de los costes de explotación.
- Dimensionamiento de la plantilla operativa.
- Elaboración de los planes de emergencia, mantenimiento de las infraestructuras y material móvil, formación del personal.
- Evaluación de inversiones.

Alta Velocidad en España Trenes 'todoterreno'

Son los primeros ferrocarriles que pueden circular en el país por cualquiera de los dos anchos de vía disponibles sin detenerse, reduciendo la duración del viaje para mayor comodidad de los pasajeros. Ingenieros de INECO TIFSA, expertos en inspección y en sistemas eléctricos y mecánicos, colaboran con RENFE en la definición y recepción de los S120 y S130.

Por **Jon Aizkorbe** (Instalaciones y Sistemas Ferroviarios).

Con el avance en el desarrollo de la red ferroviaria española, en la que coexisten trazados de ancho "ibérico" y ancho UIC, se hace necesario disponer de material rodante capaz de prestar servicio en toda la red. El objetivo de esta adquisición de material es poder sacar el máximo partido a las líneas ya existentes y a las que actualmente se encuentran en proyecto o ejecución, mejorando los tiempos de viaje entre las ciudades situadas en trayectos unidos por vías de diferente ancho.

RENFE-Operadora, dentro de su proceso de expansión y modernización, ha adquirido trenes eléctricos autopropulsados dotados con el sistema de cambio de ancho que ofrece la posibilidad de circular indistintamente por vías de ancho "ibérico" (1.668 mm) e internacional (1.435 mm), que disponen de sistemas de captación y tracción capaces de funcionar con tensiones de alimentación de 3kV en corriente continua y 25kV en corriente alterna. Para circular por la red actual, ambas series van equipadas con diferentes sistemas de señalización instalados, tales como varios niveles de ERTMS o el nuevo ASFA Digital, así como un sistema de comunicación al exterior vía GSMR.

Los consorcios Talgo-Bombardier (S130) y CAF-Alstom (S120) son los encargados de la

fabricación de estos trenes, cuya velocidad máxima comercial es de 250 km/h. Existen 12 unidades del S120 que bajo la denominación comercial de "Alvia" prestan servicio principalmente en la ruta diaria Madrid-Barcelona. Y están en fase de fabricación unidades evolucionadas del S120: 28 destinadas a servicios de Media Distancia y 16 para Larga Distancia.

Modelos en fase de pruebas

En cuanto al S130 de Talgo-Bombardier, RENFE ha adquirido 45 unidades para servicios de Alta Velocidad-Larga Distancia que se dividen en dos subseries: una con 27 unidades formadas por cabezas motrices nuevas y 11 coches Talgo serie 7 remodelados, así como 18 unidades de nueva construcción. Actualmente, los trenes S130 se encuentran en fase de pruebas para conseguir la autorización de circulación con el objetivo de su puesta en explotación antes de que finalice el año.

INECO TIFSA colabora con RENFE-Operadora como asistencia técnica en las fases de seguimiento del proyecto funcional y constructivo, fabricación, ejecución de las pruebas, gestión de la documentación y evaluación en los procesos de obtención de autorización de circulación para ambas series de trenes. ■



FOTOS: ARCHIVO FOTOGRÁFICO ADIF



DISEÑO FUNCIONAL

El diseño interior de ambas series está orientado hacia la comodidad y el entretenimiento durante el viaje. La distribución interior es moderna y funcional, con sistemas de climatización e información al viajero de última generación (vídeo y audio digital), asientos deslizables, servicios de 'catering'...



MAGNÍFICAS PERSPECTIVAS. Las prestaciones de velocidad y cambio de ancho y tensión, así como la posibilidad de circular por todo tipo de vía electrificada con cualquier sistema de protección confieren a estas series de trenes unas magníficas perspectivas de explotación en el ámbito de la Alta Velocidad.

S_130 Alto de gama

Los trenes de la serie 130 están compuestos por dos cabezas motrices y 11 coches remolcados Talgo de séptima generación, de los que tres son de clase preferente, uno cafetería y siete turista. Su capacidad total se sitúa en 299 plazas y su longitud es de 180 metros. También se pueden acoplar dos unidades para formar un tren de ocho coches. Se trata de una unidad eléctrica autopropulsada bitensión de rodadura desplazable, cuya velocidad máxima comercial es de 250 km/h en vía UIC y 220 km/h en ancho "ibérico".

La tracción del S130 está concentrada en las cabezas motrices. Cada cabeza está equipada con un transformador principal que va montado bajo bastidor, descentrado del eje longitudinal del vehículo por motivos de distribución de carga entre filas de ruedas. Además, cada cabeza está equipada con un convertidor doble refrigerado por agua y con semiconductores del tipo IGBT como electrónica de potencia.

Motor eléctrico trifásico

Cada eje de los bogies dispone de un motor eléctrico trifásico asíncrono montado solidariamente con un reductor. La transmisión de par desde el reductor a los ejes se realiza mediante un sistema de árbol hueco y un eje nervado para conexión de los dos conjuntos de rueda independientes.

La tecnología de cambio de ancho variable en los S130 permite realizar el cambio de ancho sin necesidad de detener el tren, llegando a alcanzar los 15 km/h en el paso por el cambiador, evitándose así las maniobras de acople

FOTO: ARCHIVO FOTOGRÁFICO ADIF

→ y desacople de locomotoras que es necesario realizar en los actuales modelos de "Altaria" (una operación que requiere un mínimo de 20 minutos de espera).

Cambio de tensión automático

Durante la operación de cambio de ancho de vía, el cambio de tensión puede realizarse de forma automática –teniendo en cuenta que la cabeza motriz no puede tener tracción en el momento del paso por el cambiador–. Por lo tanto, es la motriz de cola la que debe empujar a la composición, hasta que la motriz de cabeza haya realizado el cambio de ancho por completo y alcance la catenaria activa del nuevo ancho de vía. En ese punto, la primera cabeza tracciona arrastrando la composición, mientras que la de cola abre disyuntor y baja su pantógrafo al llegar a la sección de separación. Cuando la totalidad del tren se encuentra bajo la nueva catenaria se procede a disponer la configuración normal de pantógrafos establecida para continuar con el viaje. Todas estas operaciones se realizan en servicio regular y a tren en marcha.

Durante todo el proceso de cambio de ancho se mantienen activos una serie de servicios como el audio-vídeo para pasajeros o la iluminación interior gracias a su alimentación directa por batería ■.

Prestaciones del S130

VELOCIDAD MÁXIMA
250 km/h a 25 kV ca - 220km/h a 3 kV cc
POTENCIA MÁXIMA DE TRACCIÓN
4,8 MW a 25 kV ca - 4 MW a 3 kV cc
ESFUERZO DE TRACCIÓN FRENO/FRENO ELÉCTRICO MÁXIMO: 160 kN
ACELERACIÓN RESIDUAL A 250 KM/H
6,1 cm/s²

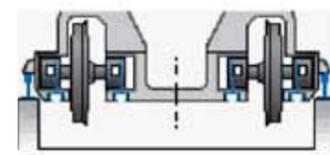
Sistema de rodadura desplazable

El sistema de rodadura desplazable del S130 permite el cambio de ancho de vía sin necesidad de detener el tren, a un máximo de 15 km/h.

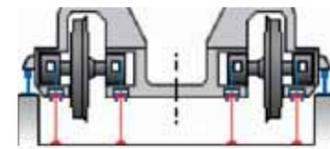


La operación de cambio de ancho de la rodadura del S130 se realiza fundamentalmente en cinco fases (que aparecen representadas esquemáticamente en la figura que aparece a la derecha). Estas operaciones son independientes de que el vehículo se encuentre en vacío o con la carga máxima admisible. Por su parte, el cambio de ancho variable en los S120 (que también se muestra esquemáticamente en la figura de la

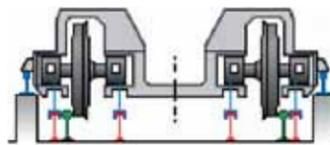
página opuesta) se basa en el sistema universal BRAVA (Bogie de Rodadura de Ancho Variable Autopropulsado), que consiste en dos conjuntos de ruedas que pueden desplazarse lateralmente, de forma preestablecida, sobre un cuerpo de eje no rotativo. Cada uno de los cuatro coches de los que se compone la unidad descansan sobre dos 'bogies' BRAVA con un único eje motor, lo que supone contar con ocho ejes motores y ocho portadores.



1. Los patines de que está dotado el marco del 'bogie' entran en contacto con una guías de la instalación de cambio y se deslizan sobre ellas. Las ruedas quedan liberadas de su carga.

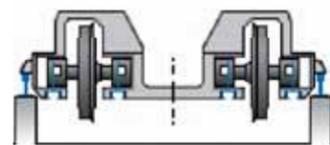


2. Los pies de los cerrojos que bloquean lateralmente los conjuntos de ruedas se introducen en unas guías con perfil en T de la instalación de cambio y descienden, a medida que el tren avanza, obligados por el perfil longitudinal de estas guías. Los conjuntos de ruedas quedan desenclavados y libres de moverse lateralmente.



3. Los conjuntos de ruedas se desplazan transversalmente hasta su nueva posición obligados por unas guías en forma de cajón.

4. Los cerrojos vuelven a ascender y los conjuntos de ruedas quedan enclavados en su nueva posición.



5. Las ruedas vuelven a entrar en contacto con la nueva vía y comienzan a rodar tomando la carga del tren.

S_120 Los 'Alvia'

El S120 es una unidad eléctrica autopropulsada bitensión de rodadura desplazable, cuya velocidad máxima comercial es de 250 km/h en vía UIC y 220 km/h en ancho "ibérico". Cada unidad está formada por 4 coches, pudiendo acoplarse 2 unidades para formar un tren de 8 coches mediante enganches automáticos con mando desde una única cabina. Su capacidad es de 238 plazas (81 de clase preferente, 156 de turista y 1 para viajeros con movilidad reducida). Las estructuras de las cajas son de aluminio y disponen de un sistema de protección contra choques.

El modelo dispone de un sistema de tracción distribuida, con un transformador principal ubicado en el coche MIP y con un inversor de tracción por coche que actúa sobre los dos motores de tracción de ese coche mediante una unión cardán. El control de los motores se realiza mediante conmutadores electrónicos de potencia IGBTs. Los motores proporcionan asimismo freno eléctrico regenerativo y reostático, que es complementado por frenos de disco de accionamiento neumático con sistema de antibloqueo. ■

Prestaciones del S120

VELOCIDAD MÁXIMA
250 km/h a 25 kV ca - 220 km/h a 3 kV cc
POTENCIA MÁXIMA DE TRACCIÓN
4 MW a 25 kV ca - 2,7 MW a 3 kV cc
ESFUERZO DE TRACCIÓN FRENO/FRENO ELÉCTRICO MÁXIMO: 160 kN
ACELERACIÓN RESIDUAL A 250 KM/H
5 cm/s²



GENERACIÓN DE AUXILIARES
En cada unidad del S120 existen tres convertidores auxiliares de 200 KVA ubicados en los coches MCT, MIT y MCP para alimentación de servicios auxiliares del tren, refrigerados por aire y con tensión de salida de 400V y 50Hz en trifásica, de los cuales dos funcionan simultáneamente y el

tercero únicamente actúa en caso de fallo de uno de los dos anteriores. Los cargadores de batería, de 12kW y con tensión de salida de 72V en continua, están integrados en los convertidores auxiliares y refrigerados por aire.



1. Centrado de los ejes montados mediante contracarriles a la entrada de la instalación.



2. Las ruedas descienden por los carriles que tienen una ligera inclinación hasta quedar suspendidas y descargadas, transmitiéndose el peso del coche a los carriles laterales.



3. Simultáneamente se acciona el patín del cerrojo, liberando las ruedas, que pueden ser desplazadas por medio de resbaladeras de guiado lateral hasta alcanzar el nuevo ancho.



4. Al seguir avanzando, llega un momento en el cual las ruedas vuelven a entrar en contacto con los carriles principales ascendentes.



5. Al seguir ascendiendo, llega un momento en el que los rodillos dejan de apoyar sobre los carriles laterales, quedando el eje montado en condiciones de rodar por el nuevo ancho de vía.

Proyecto CREDOS

Las estelas turbulentas: objeto de estudio

El paso de un avión enrarece el aire debido a los gases que emiten sus turbinas y el efecto aerodinámico generado por el propio vuelo, lo que se denomina estela turbulenta y vórtice. Estas estelas son peligrosas para las aeronaves que siguen la misma trayectoria de vuelo.

Por **Ana Sáez Sánchez** y **Álvaro Urech**
(Sistemas y Navegación Aérea).

Uno de los problemas del transporte aéreo comercial en Europa radica en la saturación de aeropuertos y espacio aéreo. Las previsiones de futuro son de crecimiento, por lo que se busca la forma de reducir tiempo, separaciones y esperas a fin de agilizar el tráfico y hacer más eficientes las infraestructuras. Entre aquellos proyectos surgió S-Wake, que estuvo orientado a mejorar los procedimientos operacionales de las aeronaves aprovechando el viento cruzado. Derivado de éste –y alineado con SESAR– surgió CREDOS, orientado a reducir los retrasos en los despegues.

Las estelas turbulentas son peligrosas para las aeronaves que siguen la misma trayectoria de vuelo a pocos minutos de la precedente, sin dar tiempo a que se estabilice el aire. Es por ello por lo que se establecen tiempos mínimos de separación entre la operación de aeronaves contiguas. Por otro lado, el viento cruzado, que

a primera vista es una complicación para la operación de aeronaves, es algo bastante habitual en los aeropuertos europeos. CREDOS es un análisis de la viabilidad de disminuir los tiempos de separación utilizando el viento cruzado para desplazar la estela.

Los objetivos de CREDOS son el estudio del comportamiento de las estelas turbulentas, la viabilidad de la reducción de separación en condiciones de viento cruzado y su posible implementación en el mercado. Se han realizado ya varias campañas de pruebas y medidas para identificar el comportamiento de las estelas en presencia de viento cruzado. Los resultados aún no son definitivos, pero sí prometedores.

Participación de la Agrupación

La contribución de INECO TIFSA al proyecto está dividida en tres apartados: Estudio de Negocio –en el que se analizan los beneficios operacionales y que incluirá la realización de un Análisis Coste Beneficio–, estudio de los aspectos medioambientales del concepto y, por último, análisis de una posible implementación del concepto en un aeropuerto concreto.

Para analizar los beneficios operacionales, con la colaboración del DLR y mediante simulaciones se espera identificar el aumento de la eficiencia que se puede alcanzar implementando CREDOS en términos de reducción de separación y la mejora del índice de uso de la pista. Esto conllevará una estimación de la disminución de los retrasos y, a su vez, del consumo de combustible, datos que se podrán expresar en

CONCEPTO OPERACIONAL

Dentro de este particular proyecto se está elaborando un concepto operacional (CONOPS) para el mismo CREDOS, que esencialmente describe el funcionamiento de los diferentes actores implicados para conseguir reducir la separación entre aeronaves en presencia de viento cruzado.

A lo largo del presente mes de noviembre se presentará dicho concepto operacional al conjunto



de usuarios implicados –como controladores aéreos y pilotos– para recabar su opinión y optimizar el concepto. INECO TIFSA contribuye a sacar adelante el proyecto participando en tres áreas específicas.



39 MESES DE ESTUDIO. CREDOS está englobado en el VI Programa Marco de la Comisión Europea, con un presupuesto de cinco millones de euros. El proyecto está liderado por Eurocontrol y, además de INECO TIFSA, participan como socios del proyecto Airbus, M3Systems, DFS, NATS, DLR, NLR, Onera, TUB y UCL. Se ha establecido también un acuerdo de colaboración con la FAA estadounidense. El proyecto comenzó en junio de 2006 y tiene una duración prevista de 39 meses.

términos de flujos de caja anuales y modelos de coste de operación de aviones.

La información obtenida servirá de entrada, junto con la información de costes, para la realización del Análisis Coste Beneficio a alto nivel del concepto para la zona ECAC. El análisis de sensibilidad que está previsto realizar permitirá identificar los parámetros técnicos del concepto que más impacten en el aspecto económico del proyecto, permitiendo su ajuste fino en posteriores iteraciones.

Estudio en Madrid-Barajas

La salida de las simulaciones también se utilizará para el análisis medioambiental de alto nivel. El objeto del mismo será estudiar que el concepto CREDOS no tiene consecuencias adversas para el medio ambiente y, en caso de existir, si produce alguna mejora. Se analizará, por ejemplo, si la reducción de demoras puede implicar una reducción en las emisiones debida a la disminución de los tiempos de espera. El análisis medioambiental que se realizará en CREDOS sólo tendrá en cuenta los ruidos y las emisiones en el entorno local (en los límites del aeropuerto y TMA) y no en términos de un impacto global medioambiental.

El trabajo final que realizará INECO TIFSA será llevar todos los aspectos y estudios generales producidos por el proyecto a un caso particular, Madrid-Barajas. El estudio proveerá una imagen detallada de las cuestiones relacionadas con la implementación en un aeropuerto particular. A pesar de que el estudio de caso será específico, estará diseñado de tal manera que el enfoque tomado sea fácilmente adaptable a otros aeropuertos. De esta manera, el estudio de caso servirá de modelo de implementación que puede ser aplicado por otros aeropuertos para proporcionarles un marco para la aplicación de CREDOS en su emplazamiento. ■



Un impulso al medio ambiente

Carreteras de nueva construcción a base de hormigón reciclado

Una obra innovadora: utilizar escombros de hormigón reciclados para la construcción de viales. INECO TIFSA ha realizado el proyecto y colabora con labores de asesoramiento técnico.

Por Amador Álvarez Cózar (Carreteras).

El cambio propuesto en la sección de los viales de la urbanización Pegaso Park (Madrid) ha sido un acierto desde el punto de vista técnico y medioambiental, al tiempo que supone un impulso al creciente interés por el aprovechamiento y reciclado de materiales. La utilización de desechos como neumáticos o escombros de hormigón se está incorporando cada vez más a la construcción de carreteras, una medida que mejora el medio ambiente al reducir el consumo energético, los costes de construcción y el volumen de desperdicios. Con una superficie de 403.077 m², el proyecto está definido dentro del Plan Parcial de Reforma Interior de la Junta Municipal de San Blas, en los terrenos junto a la fábrica Iveco-Pegaso. La urbanización es un conjunto de viales paralelos y perpendiculares a la A2, formado por 11 calles y siete glorietas. El contrato incluye, además, otros dos proyectos que resuelven, por un lado,



Imágenes de uno de los viales de la urbanización antes y después del extendido.

la conexión de la urbanización con la vía de servicio de la A2 (con tres accesos mediante la construcción de un carril segregado de la vía de servicio) y, por otro, el acceso a la urbanización desde la M-21 (antigua M-40R). Conjuntamente a la realización de los trabajos de explanación y pavimentación hubo que llevar a cabo una serie de demoliciones. La existencia de un volumen considerable de escombros de hormigón procedente de estas

ALGUNAS RAZONES PARA ACOMETER EL RECICLADO

- 1. Disponibilidad del material:** El volumen aproximado de hormigón procedente de estas demoliciones asciende a 6.000 m³, cantidad suficiente para garantizar el suministro a la totalidad de los viales de la urbanización.
- 2. Técnicas:** Las principales características del material reciclado mediante machaqueo son su alta capacidad portante, baja o nula plasticidad, elevado equivalente de arena, adecuado coeficiente de desgaste, alta durabilidad y granulometría constante.
- 3. Medioambientales:** El aprovechamiento del material evita su transporte a vertedero y tratamiento posterior. Igualmente se evita el transporte a la obra y el consumo de la arena de miga a la que, en este caso, sustituye.

demoliciones planteó en obra la posibilidad de su reutilización, en lugar de su envío a vertederos controlados, como estaba previsto. INECO TIFSA estableció un plan de ensayos para el control de la producción –con ensayos cada 1.000 m³, donde se analizaban los diferentes parámetros que caracterizan el comportamiento de los suelos– y la ejecución –controlando la compactación con el ensayo de humedad y densidad *in situ*, pasada del camión cargado

en el 100% de los viales y varios ensayos complementarios de placa de carga–. Los resultados obtenidos han sido satisfactorios. El ensayo de huella, realizado al comienzo del extendido y compactación del hormigón de machaqueo, determinó que la capa apenas se deformaba tras el paso del camión cargado (dio asientos inferiores a 1 mm), lo que confirmó el buen comportamiento del material, dando unos resultados por encima de los esperados. ■

Protocolos de actuación

INECO TIFSA estableció un protocolo de actuación al material para todo el proceso de ejecución en sus sucesivas fases: durante la aceptación del material, en acopio (una vez machacado) y durante la puesta en obra.

A. Durante la aceptación del material. Se toman muestras a lo largo del período de machaqueo y se exigen tres condiciones:

1. Que cumpla como suelo adecuado, según la normativa vigente.
2. Que se obtenga un adecuado coeficiente de desgaste (Coeficiente de Los Ángeles, LA ≤ 35).
3. Que la capacidad portante del suelo sea adecuada (ensayo CBR ≥ 30).

B. En acopio. Durante el tiempo en que el material permanezca acopiado en la obra se le exige:

- Que sea una mezcla homogénea, evitando segregaciones.
- Que se evite en todo momento la contaminación con el suelo.

C. Durante la ejecución del material.

- Al inicio de los trabajos, como comprobación para todo el proceso de extendido, se verificará que el asiento medio según el ensayo de huella, según norma NLT-256, sea menor de 3 mm.
- Densidad del material compactado: 100% del Proctor Modificado (PM).
- No se extenderá la capa de hormigón magro sobre la capa reciclada sin haber pasado un camión por los carriles y verificar que no existen zonas blandas.



UN PROCESO SIMPLE. El proyecto está siendo ejecutado por Dragados. Ingenieros de la Agrupación participan en esta fase.

1. Hormigón demolido.
2. Proceso de molienda.
3. Extendido y compactación del material.
4. Ensayo de huella realizado al inicio.
5. Comprobación de la densidad del material compactado.





FOTOS: ARCHIVO FOTOGRAFICO ADIF



TRABAJOS EN LA VÍA

En la primera foto se muestra la descarga de balasto, que da estabilidad a la vía, distribuye las presiones que transmite la vía al terreno y permite el correcto drenaje del agua de lluvia. En las otras fotos se pueden ver trabajos posteriores a la ejecución de una soldadura y el montaje de catenaria.

Controladores ferroviarios

Misión: coordinar el tráfico durante las obras de Alta Velocidad

Por Juan Miguel Sastre Herranz (Obras y Mantenimiento).

Donde se construyen líneas de Alta Velocidad en España, allí están ellos. Desde hace siete años, técnicos de INECO TIFSA se han desplazado a lugares tan distantes como Bobadilla, Los Prados, Calatayud, La Cartuja, Medina del Campo, Montagút o El Goloso con la misión de controlar y coordinar cada paso en el montaje de las vías, ya sean traviesas, catenarias o sistemas eléctricos. Su objetivo: regular el tráfico durante la fase de obras para garantizar la seguridad de todos los trabajadores.



1.



2.



3.



4.



5.



6.

Además de la diferencia de velocidades para la que se diseña, la red ferroviaria de Alta Velocidad que se está construyendo en España, tiene dos características básicas que la diferencian de la red convencional: el ancho de vía y la tensión de catenaria. Estas nuevas líneas se están construyendo en ancho 1.435 mm –el estándar de los ferrocarriles de la mayoría de los países de nuestro entorno–, frente a los 1.668 mm de nuestra red convencional. Se equipan, por otra parte, con un sistema de electrificación a 25 kV en corriente alterna, frente a los 3 kV en corriente continua de la red clásica.

Las diferencias impiden una permeabilidad frecuente y fácil entre líneas en construcción y red convencional. Para materializar las operaciones de montaje de vía y de las instalaciones que las equipan se definen determinados espacios que permiten la conexión de unas infraestructuras con las otras y realizar el acopio de materiales

de fábrica para su distribución a lo largo de las nuevas líneas en construcción. A estos espacios se los denomina Bases de Trabajo. Todo ello hace de las Bases de Trabajo el lugar idóneo para la ubicación del centro regulador de tráfico ferroviario que circulará por las nuevas vías hasta su puesta en servicio, ya que será el principal "apartadero" durante la construcción de los tramos de vía nueva que lo utilizarán.

Comunicaciones verbales

La gestión de la circulación se basa en las comunicaciones verbales que se establecen entre el jefe de circulación de la base con los maquinistas, operadores de maquinaria de vía y encargados de trabajos de los diferentes tajos, autorizando y ordenando la circulación de vehículos por la nueva vía en construcción. Las comunicaciones son registradas en libros de telefonemas como garantía de seguridad del

cumplimiento por ambas partes de las órdenes que contienen.

El objetivo es compatibilizar los diferentes trabajos que se desarrollan de forma simultánea a lo largo de los tramos en construcción, garantizando las condiciones idóneas de seguridad en el movimiento de los vehículos por la vía y de los trabajadores que materializan los trabajos ocupando la vía. Esta labor de gestión de la circulación de los trenes se realiza conforme a la denominada "Normativa Temporal de Circulación" de Adif, y su cumplimiento garantiza no sólo los movimientos de los trenes en condiciones seguras, sino también el correcto estacionamiento de vehículos y la adecuada protección de los trabajos que se desarrollan en la "Zona de Seguridad de la Vía".

El control de la circulación durante la fase de obras de montaje de vía e instalaciones en las nuevas líneas de Alta Velocidad se viene desarrollando con un grupo de trabajo enmarcado

ACTIVIDAD INTENSA. (1) Descarga de carril a vía paralela. (2) Soldadura eléctrica de carril. (3) Señal de 'Parada Diferida'. (4) Locomotora S/319 en pruebas de aceptación de ERTMS. (5) Locomotora TRAVCA de ancho variable en un cambiador de anchos. (6) Oficina de Circulación de la Base de Vilafranca.

en la dirección de Vía y Explotación de INECO TIFSA desde principios del año 2001, con la construcción de la línea de Alta Velocidad Madrid-Barcelona-Figueras en el tramo entre Madrid y Lleida, así como con la construcción del Tramo de Ensayos Olmedo-Medina del Campo. En la primera se ubicaron oficinas de circulación en las bases de Madrid Sur, Brihuega, Calatayud, Salillas de Jalón, La Cartuja y Montagút. Con la puesta en servicio de la línea Madrid-Lleida se instalaron oficinas de circulación en Puigverd y Alcocer, y cuando se puso en servicio el tramo Lleida-Roda de Bará se abrió otra en Vilafranca

del Penedés, oficina que permanece prestando servicio en la actualidad.

Al margen de la citada línea, este grupo de trabajo ha desarrollado su actividad en el ramal La Sagra-Toledo, en la línea Córdoba-Málaga, en las bases de Almodóvar del Río y Bobadilla hasta la puesta en servicio del tramo Almodóvar-Santa Ana, y desde esta puesta en servicio, en Los Prados, base que permanece activa. En la línea Madrid-Valladolid, su actividad se ha desarrollado desde las bases de Valdestillas, Olmedo, Segovia, Soto del Real y El Goloso, bases que permanecen en servicio.

Avanzadas las labores de montaje de la vía y de las instalaciones en las nuevas líneas, se inician las pruebas de aceptación de los sistemas de seguridad, actividad en la que viene participando este grupo de trabajo de forma habitual, tanto en el manejo de PLO's y CTC's, como a bordo de los vehículos de pruebas como jefes operativos de las mismas. ■

BASES DE TRABAJO

Las Bases de Trabajo son los puntos desde los que se inicia el montaje de la vía de los diferentes tramos, los centros neurálgicos de los diferentes tramos de vía en fase de montaje. Son los lugares adecuados para el estacionamiento y mantenimiento del material, tanto motor como remolcado, que participa en la construcción de las nuevas líneas, así como de la maquinaria de vía necesaria para el desarrollo de los trabajos. Desde estos centros se lleva a cabo la formación y las maniobras de los trenes de trabajos y se reciben, además, todo tipo de materiales llegados por ferrocarril en otros anchos de vía o por carretera, que posteriormente son expedidos hacia los tramos de la nueva vía en construcción.



UN PROBLEMA DE BASE

Iglesias Pérez explica que, en la sociedad actual, el automóvil es mucho más que un medio de transporte. Este condicionante provoca que las políticas de transporte tengan limitaciones a la hora de alcanzar los objetivos marcados. Su uso no siempre obedece a factores relacionados con la movilidad.



CONVERSACIÓN CON MIEMBROS DE INECO TIFSA

Javier Cos, director general de Consultoría de INECO TIFSA, intercambió impresiones con Casimiro Iglesias Pérez sobre el estado actual de los diferentes modos de transporte en nuestro país y el papel de la ingeniería y la consultoría dentro de este panorama.

Casimiro Iglesias Pérez

Director general de Planificación y Coordinación Territorial del Ministerio de Fomento

“El PEIT dedica casi el 50% de sus inversiones al ferrocarril”

La Dirección General de Planificación y Coordinación Territorial del Ministerio de Fomento tiene como función básica la proyección estratégica de las infraestructuras y el transporte, lo que debe servir de marco global y coherente para el desarrollo de las distintas líneas de actuación en cada modo de transporte.

Antes de llegar a Planificación y Coordinación Territorial de Fomento pasó un año como director del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras del mismo ministerio. Iglesias Pérez es ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Escuela Superior de Madrid y pertenece al Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Estado.

Su dirección es la única transversal del Ministerio al abarcar todos los modos de transporte, infraestructuras y servicios.

Somos una unidad transversal que tiene una visión de conjunto sobre todos los modos de transporte, pero no somos la única que existe en Fomento. El Ministerio cuenta también con la División de Prospectiva y Estudios del Transporte, dependiente de la Secretaría General de Transportes y con la que mantenemos una estrecha colaboración en el análisis de diversos aspectos de carácter horizontal, especialmente en los relativos a cuestiones ambientales.

¿Cuál es su principal instrumento para lograr una mayor coordinación de las actuaciones del Ministerio?

El principal instrumento de coordinación, no ya de la Dirección de Planificación, sino del propio Ministerio, son las directrices que establece el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2005-2020 (PEIT) para el conjunto del sistema y para cada modo de transporte.

Usted ha sido miembro durante años del Grupo de Expertos sobre Transporte y Medio Ambiente de la UE. ¿En qué cree que el aumento del control de emisiones y las exigencias de Kioto influirán en los sistemas de transporte en Europa?

Los criterios ambientales ya tienen un peso relevante en la definición de las políticas de transporte en Europa, que irá aumentando acorde con la creciente sensibilidad ambiental de los ciudadanos. Ya se han obtenido logros importantes en la reducción de determinados impactos ambientales del transporte y, particularmente, en materia de emisiones a la atmósfera. De acuerdo con el informe TERM 2006 (Transport and Environment Reporting Mechanism) de la Agencia Europea de Medio Ambiente, las emisiones de algunos de los principales contaminantes (partículas, sustancias

acidificantes y precursores del ozono) han experimentado reducciones significativas (entre el 30% y el 40%) en el período 1990-2004. Si tenemos en cuenta el gran crecimiento de la demanda de transporte en Europa, esto quiere decir que, en el caso de estos contaminantes, estamos logrando mantener el alto nivel de movilidad que requieren las sociedades y economías desarrolladas, al tiempo que se reducen las emisiones, lo que sin duda ha sido posible por la utilización de tecnologías de motores y combustibles cada vez más limpios.

Pero determinadas emisiones de contaminantes siguen aumentando a pesar de las medidas que se están tomando...

El citado informe, además de estos avances, subraya algunos aspectos negativos: se siguen superando en ocasiones los límites de determinados contaminantes en las ciudades europeas y, por otro lado, siguen creciendo las emisiones de gases de efecto invernadero debidas al transporte (el 32% entre 1990 y 2004). Esto último muestra que la mayor eficiencia energética lograda por todos los modos de transporte no ha podido compensar el fuerte aumento de



Entre sus diversas labores se encuentra el reto de aplicar las directrices del PEIT y observar cómo se ejecutan las mismas



El actual predominio del transporte por carretera es consecuencia de un largo proceso de sustitución modal en el que la carretera ha ido ganando cuota frente a otros modos

→ la demanda. Calidad del aire en las ciudades y emisiones de gases de efecto invernadero son dos de los principales condicionantes ambientales a los que tendrán que hacer frente los sistemas de transporte en Europa.

La carretera representa el 90% del transporte interior del país. ¿Hay alguna posibilidad de que cambie esta situación?

El actual predominio del transporte por carretera es consecuencia de un largo proceso de sustitución modal en el que la carretera ha ido ganando cuota frente a otros modos, como el marítimo y el ferroviario. El crecimiento del transporte aéreo también ha contribuido a reducir la cuota modal del ferrocarril en el transporte de viajeros. Este proceso, que se inició hace más de 50 años, ha discurrido paralelo a la creciente motorización de la población. En líneas generales esta situación es común a todos los países de Occidente, si bien España se sitúa entre los que el transporte por carretera ha logrado un mayor predominio. Ello se debe en parte a factores que se derivan de las propias características de nuestro territorio o de nuestra posición geográfica, pero también a las carencias que históricamente han afectado al ferrocarril. No podemos modificar los factores geográficos, aunque sí superar las carencias de nuestro ferrocarril a fin de que pueda competir en condiciones adecuadas con la carretera y con el transporte aéreo.

El ferrocarril padece carencias estructurales que han retardado su desarrollo. ¿Qué establece el PEIT al respecto?

El PEIT realiza una decidida apuesta por el ferrocarril, al que dedica casi el 50% de sus inversiones. Se trata de abordar un problema estructural que viene desarrollándose a lo largo de los últimos 50 años. Sólo con una política

como la del PEIT, que ofrezca soluciones a los problemas estructurales del ferrocarril en España, puede plantearse con éxito el objetivo de lograr un reparto modal más equilibrado.

Las mercancías ferroviarias experimentan un proceso aparentemente imparable de pérdida de cuota. ¿Cuáles son las claves para revertir esta situación?

El transporte de mercancías había sido el gran olvidado en los últimos años, situación que el PEIT pretende corregir. Por ello, contempla el uso mixto para viajeros y mercancías de gran parte de la red de Altas Prestaciones e incluye diversas líneas de actuación específicas para mercancías, como son la adecuación de la longitud de los apartaderos en los principales ejes para que puedan operar trenes más largos, la construcción de vías específicas para mercancías en los principales núcleos de población que eviten las interferencias con otros tráficos, además de la mejora de los accesos a los principales puertos.

El ferrocarril tiene su mejor oportunidad en el transporte internacional. ¿Cómo se ha avanzado en la interoperabilidad con la red ferroviaria europea?

La interoperabilidad de la red europea constituye un aspecto esencial para el desarrollo del ferrocarril. Así lo ha entendido la UE, que ha hecho de la interoperabilidad una de las líneas básicas de la política común de transporte. La Península Ibérica ha tenido históricamente un problema de falta de interoperabilidad con el resto de Europa debido al diferente ancho de vía. Esta dificultad, a pesar de ser importante, no es el único problema que se plantea dentro de la red ferroviaria europea. Los diferentes sistemas de electrificación y señalización también constituyen obstáculos a la interoperabilidad,

La lucha por mejorar la movilidad urbana

La elección del vehículo privado frente a otras alternativas no sólo obedece a las características de la oferta de transporte, sino también a factores sociológicos y de comportamiento individual. Esto supone una limitación que deberá estar siempre presente en el diseño, aplicación y evaluación de las políticas de transporte. La complejidad del proceso de elección modal hace que no exista una única medida que permita reducir el uso del vehículo privado en la movilidad cotidiana, sino que es preciso combinar líneas de actuación y hacerlo, si es posible, de manera coordinada, conforme a un planteamiento global para cada ciudad. Las medidas adoptadas de una manera aislada pierden eficacia e, incluso, pueden generar efectos no deseables. Partiendo de este enfoque global, las medidas que se apliquen en cada ciudad deben ser objeto de un análisis específico, aunque cabe identificar diversas líneas de actuación que deberían estar siempre presentes con mayor o menor intensidad:

■ Mejora de la oferta de transporte público, en la que además de las actuaciones sobre las infraestructuras y el material móvil, es preciso facilitar la coordinación de la oferta de los diversos servicios y modos de manera que los usuarios puedan acceder a

incluso entre redes con el mismo ancho de vía. España está haciendo un gran esfuerzo en materia de interoperabilidad. Además de las nuevas líneas de Alta Velocidad de ancho UIC, el PEIT contempla la definición de una estrategia para la progresiva transformación al ancho UIC del resto de la red. También hemos apostado

un oferta integrada, minimizando el efecto penalizador que tienen los trasbordos.

■ Protección del transporte público de superficie de la propia congestión causada por el vehículo privado mediante, por ejemplo, el establecimiento de plataformas reservadas.

■ Desincentivar el acceso con el vehículo privado a los grandes centros de atracción de viajes. Las políticas municipales de dotación de aparcamientos de rotación en los centros urbanos y la tarificación del aparcamiento en la calle pueden ser herramientas útiles, aunque deben complementarse con otras medidas que eviten efectos indeseables, como la agudización de los problemas de tráfico y aparcamiento en las zonas exteriores.

■ Adopción de medidas favorecedoras de la movilidad no motorizada mediante diseños urbanos que hagan atractivo y seguro el desplazamiento a pie y en bicicleta. Es aconsejable mantener unas cuotas elevadas de movilidad no motorizada, no sólo desde el punto de vista del transporte, sino desde la óptica de unos hábitos de vida saludables.

■ Las políticas urbanísticas deberán tener más en cuenta los criterios de movilidad. El proceso de expansión territorial de nuestras ciudades, con desarrollos de baja densidad y segregación espacial de usos del suelo, constituye una tendencia preocupante desde la óptica de una movilidad urbana sostenible.

claramente por el sistema europeo de señalización ERTMS, lo que ha permitido que seamos un país líder en Europa en la implantación de este sistema.

¿Se van a resolver entonces los cuellos de botella en los enlaces con Francia?



BUEN NIVEL PROFESIONAL DENTRO DEL SECTOR

Iglesias Pérez aseguró que España tiene buenos profesionales en el terreno de la ingeniería y la consultoría. "Hay firmas españolas de muy alto nivel... e INECO TIFSA es una potencia en estos ámbitos". El futuro para los profesionales del sector "será prometedor".



nuevas conexiones por la costa mediterránea y atlántica como en la travesía central de los Pirineos. Las tres conexiones forman parte de los proyectos prioritarios de la UE y, recientemente, ambos países han presentado candidaturas conjuntas para obtener ayudas comunitarias para dichos proyectos con cargo al Programa Multianual 2007-2013 de los Fondos Red.

Otro modo de transporte que está fomentando la UE es el transporte marítimo y, en concreto, el 'short sea shipping', algo que por nuestra situación geográfica parece una oportunidad. ¿Qué papel puede llegar a representar en España? ¿Qué medidas se están adoptando al respecto?

Nuestra posición geográfica y extenso litoral suponen condicionantes favorables para el transporte marítimo de corta distancia y el PEIT le otorga un papel relevante en su estrategia de potenciación de los modos más sostenibles, con un especial énfasis en el desarrollo de las denominadas "autopistas del mar". En este campo estamos trabajando en estrecha colaboración con Francia, lo que nos ha permitido lanzar el pasado mes de abril un concurso conjunto para la implantación de una o varias "autopistas del mar" en la fachada atlántica. Hemos iniciado también un trabajo similar con Italia para el desarrollo de las "autopistas del mar" en el Mediterráneo.

¿Los países que están apostando por la sostenibilidad corren el riesgo de perder competitividad?

No, pues dentro del propio concepto de desarrollo sostenible deben integrarse necesariamente tres componentes: económico, social y medioambiental. Un verdadero desarrollo sostenible no puede hacerse en detrimento de ninguno de ellos. ■

Nuevo edificio intermodal en El Prat

Claridad y funcionalidad

AENA ha puesto en servicio recientemente la terminal intermodal del aeropuerto de Barcelona, un edificio situado entre las terminales A y B que servirá de conexión con las estaciones de ferrocarril, metro y autobuses. INECO TIFSA se encargó de la redacción del proyecto constructivo bajo la supervisión de la oficina ejecutiva del Plan Barcelona.

Por Gabriel Díaz-Roncero (Proyectos Aeroportuarios).

En una primera fase, hasta junio de 2010, se encontrarán operativas las dependencias que aumentan la capacidad de distintos subsistemas aeroportuarios: vestíbulo de facturación con 35 nuevos mostradores, área para el tratamiento de equipajes, zona de seguridad para paso desde el lado tierra hasta el lado aire con 10 nuevos filtros, oficinas de compañías... y será a partir de entonces cuando entren en servicio los espacios que proporcionarán al edificio el carácter intermodal (vestíbulo subterráneo de conexión con las estaciones de ferrocarril y metro, núcleos de comunicación de las salas aeroportuarias con el vestíbulo previo a las estaciones...). En ese momento, el edificio quedará integrado, con-

juntamente con las estaciones de ferrocarril, metro y autobuses en el denominado intercambiador multimodal norte.

Integración con los vestíbulos

El edificio consta de dos plantas diseñadas con claridad espacial y carácter funcional. En la planta baja (acceso a la terminal) está el vestíbulo de facturación, que permite la integración con los vestíbulos de los edificios existentes, de manera que aparecen flujos de pasajeros desde sus extremos, desde la terminal A hasta la terminal B, y viceversa. En este nivel se localiza, al fondo del vestíbulo, el área de facturación con los nuevos mostradores y, en el lado aire, las oficinas para compañías, los cuartos técnicos



de instalaciones, un centro de transformación y el área de tratamiento de equipajes. En el centro del vestíbulo se ubican los núcleos de comunicación entre plantas. En la primera se localiza un pasillo de acceso a la zona previa a los filtros de seguridad y a la pasarela de conexión con la actual estación ferroviaria.

El edificio intermodal recogerá a los pasajeros procedentes de las estaciones de Metro y ferrocarril. Por debajo discurrirá un túnel asociado al tren, por lo que se ha resuelto la estructura con grandes luces con objeto de evitar que la futura construcción del túnel interfiera en la cimentación del edificio. De esta forma, los elementos de la cimentación quedarán, como mínimo, a 1,5 m del túnel. La cimentación es profunda, mediante pilotes prefabricados de 50 m de longitud que se apoyan sobre un estrato de gravas situado por debajo de la cota correspondiente a la contra-bóveda del túnel.

Como medida de precaución se han ejecutado columnas de *jet-grouting* entre los pilotes y el futuro túnel con una doble finalidad: se reducirán los coeficientes de pérdida de suelo y agua en el entorno de los pilotes y, por otro lado, se facilitará el avance de la tuneladora reduciendo el empuje sobre el escudo y ofreciendo mejor reacción a los gatos de avance. ■

Magnitudes relevantes

Fachada de policarbonato	2.800 m ²
Paramento vidrio moldeado	2.300 m ²
Falso techo malla metálica	2.400 m ²
Falso techo aluminio	2.100 m ²
Fachada aluminio anodizado	1.700 m ²
Hormigón estructural	3.100 m ³
Aceros corrugado	210.000 kg
Forjado colaborante	10.000 m ²
Aceros laminado	1.800.000 kg
Pernos conectores	35.000 unidades
Granito surafricano	6.500 m ²
Chapa conductos climatización	12.000 m ²

Proyecto de intercambiador

Debido a su estrecha interrelación con la terminal intermodal, AENA acaba de encargarse a la Agrupación la realización del proyecto del intercambiador multimodal. La necesidad del proyecto se basa en dos premisas elementales:

1) Está prevista la construcción de las estaciones de ferrocarril y metro en la zona próxima a la actual estación ferroviaria, frente a la nueva terminal intermodal.

Estas actuaciones son promovidas por la Dirección General de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento y por GISA (Empresa Pública de la Generalitat de Catalunya). 2) AENA necesita una conexión entre la terminal intermodal y la futura ciudad aeroportuaria, además de un edificio centralizado para estación de autobuses ya que, debido al crecimiento del aeropuerto, el tráfico de autobuses se ha disparado.

UN TRABAJO EN EQUIPO

La obra ha sido ejecutada por una UTE formada por las empresas OHL y Soclesa. Su finalización se produjo en junio de 2007, aunque en julio y diciembre de 2006 ya habían entrado en servicio dos partes del edificio con la finalidad de atender las necesidades del aeropuerto de forma inmediata

y minimizar las afecciones a su operatividad. INECO TIFSA, además de realizar íntegramente el proyecto constructivo bajo la supervisión de la oficina ejecutiva del Plan Barcelona, fue la encargada de realizar las tareas de asistencia técnica de control, vigilancia y dirección de la obra.



COLABORACIÓN DE LUJO. Para el desarrollo de la parte arquitectónica se ha contado con la colaboración de los prestigiosos estudios de Carlos Ferrater y de Artigas & Sanabria. La superficie total construida del nuevo edificio supera los 11.400 metros cuadrados.



UNIFORMIDAD. Uno de los objetivos que se ha perseguido es la uniformidad del conjunto de fachadas frontales de las distintas terminales.

Agenda INGENIERÍA

El futuro Gran Canal de Panamá

La capacidad actual del Canal de Panamá está próxima al colapso, lo que ha provocado su ampliación inmediata.

Las obras de la ampliación del Canal de Panamá, que ya son consideradas el mayor proyecto de ingeniería del siglo XXI, han comenzado y durarán hasta el año 2014. Se trata de una ampliación en la que se construirá un tercer juego de esclusas que ampliará la capacidad de este canal de 80 km de longitud que une el Océano Pacífico con el Atlántico.

Las nuevas esclusas tendrán 427 m de largo, 55 m de ancho y 18,3 m de profun-

dididad, permitiendo el paso de barcos de hasta 366 m de eslora. Hasta ahora el Canal de Panamá sólo admitía como máximo los llamados barcos "panamax", de 32,3 m de manga y 291,1 m de eslora, unos barcos que atravesaban el canal a sólo 60 cm de las esclusas. Sin embargo, tras las obras de ampliación, podrán circular los llamados "postpanamax", unos grandes buques de más de 150.000 toneladas.

El proyecto de ampliación, que incluye la creación del nuevo juego de esclusas, así como la construcción de cauces de acceso, supondrá la excavación y disposición de unos 135 millones de metros cúbicos

de materiales, con un presupuesto que asciende a cerca de 7.500 millones de euros. Según el jefe del Proyecto de Ampliación, Jorge Quijano, se ha llevado a cabo un Estudio de Impacto Ambiental (Categoría III) para mantener un absoluto respeto al entorno durante la realización de las obras. Gracias al nuevo juego de esclusas, el Canal de Panamá podrá atender la demanda de los grandes buques contenedores y se prevé que en los próximos 20 años el volumen de carga que transite por el canal crecerá el 3%, lo que se traducirá en una tasa de crecimiento económico medio para el país de más del 5% anual. ■



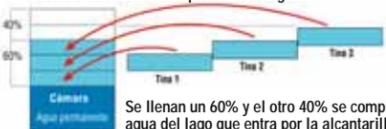
UNA OBRA ÉPICA

Durante la construcción de la obra original (1879-1914) se removieron más de 153 millones de metros cúbicos de tierra. Se calcula que en ese tiempo fallecieron unos 20.000 obreros por los corrimientos de tierra, accidentes y las enfermedades tropicales (malaria y fiebre amarilla).

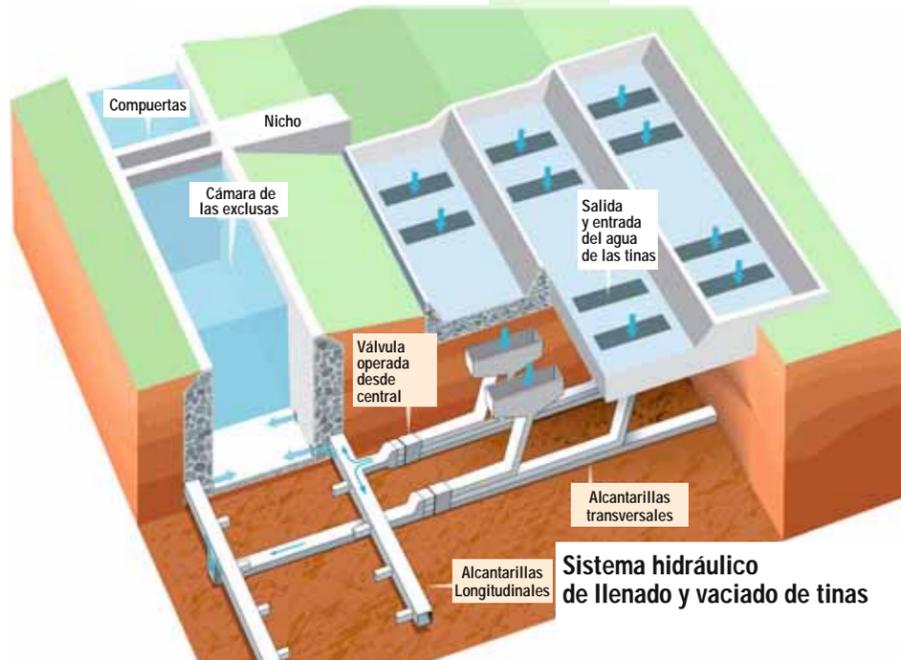
Corte transversal de las tinas de reutilización de agua

Sistema de gravedad

Cuando el buque va en subida el agua pasa de las tinas a la cámara por medio de gravedad



Cuando el buque va en bajada se llenan las tinas con agua de la cámara reutilizando el 60%



GRANDES CIFRAS. La construcción de un tercer juego de esclusas a ambos extremos y la ampliación de las áreas de navegación supondrán el movimiento de más de 135 millones de metros cúbicos de materiales.

Ubicación de las nuevas esclusas



Agenda

VIAJES

Caminos de la **vieja Europa**

Las Rutas Culturales Europeas son una buena propuesta para los amantes de la cultura, propuestas para un recorrido diferente por las sendas del Viejo Continente.

Nacieron hace ya 20 años con el fin de rehabilitar una vía densamente transitada desde la Edad Media: el Camino de Santiago –que experimenta un nuevo auge–. Hoy rinden pleitesía a tiempos pasados y, directamente, se saltan las fronteras siguiendo itinerarios creados para mantener viva la historia, el arte, la arquitectura de un período concreto o el espíritu que nos llevó a surcar los mares en busca de otros mundos. Son los denominados Itinerarios Culturales Europeos que, seleccionados cada año por el Consejo de Europa, han alcanzado la cifra de 40 diseminados por toda Europa.

A lo largo de 2007 se han producido cinco nuevas incorporaciones: la Ruta de Don Quijote, las vías Carolingia y Transrománica, los Caminos del Mont Saint-Michel y los Caminos del Hierro.

Tras el éxito inicial fueron surgiendo otras rutas e iniciativas. Vinculadas al Camino de Santiago surgieron la de la Vía Regia –destinada a recuperar este camino comercial que partía desde Ucrania y cruzaba el continente hasta unirse al camino francés– o los caminos del Mont Saint-Michel –que unen Cornualles, en la costa sur de Reino Unido, con la Baja Normandía–.

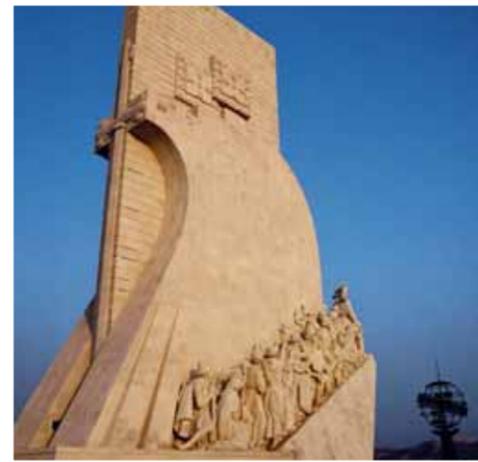
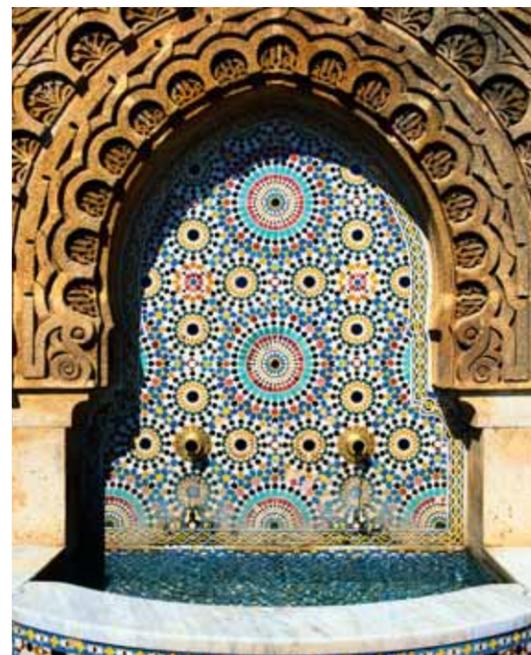
Aunque en su mayoría son recorridos transnacionales, la última ruta española agregada a la lista discurre íntegramente por suelo nacional. El inmortal personaje creado por Cervantes, Alonso Quijano, se ha convertido en el primer ser ficticio en



inspirar un Itinerario Europeo. La Ruta de Don Quijote recorre 148 municipios manchegos tras haberse convertido en el corredor ecoturístico más largo de Europa. Gracias a él se han recuperado cerca de 2.500 km de veredas, caminos y cañadas reales. Sólo otras tres rutas están dedicadas a personajes concretos: Mozart –el célebre compositor–, Schickhardt –arquitecto e ingeniero militar– y San Martín de Tours –patrono de Francia–.

El legado de otros pueblos

Pueblos y etnias, presentes y pasados, también tienen espacio propio entre estas rutas. Las hay dedicadas al patrimonio judío –en un intento por revitalizar las juderías que perviven en media Europa–, a



HOMENAJE A LA ERA DE LOS DESCUBRIMIENTOS

La Ruta de las Ciudades de los Grandes Descubrimientos rinde homenaje a las urbes que, entre los siglos XIV y XVII, vieron partir a las naves que convertirían esa época en la Era de los Descubrimientos. Varias ciudades belgas, portuguesas y españolas forman parte de este recorrido por los puertos que vieron partir a navegantes como Cristóbal Colón y Vasco da Gama.



los fenicios, celtas, vikingos o normandos. Siria, Chipre, España, Grecia, Malta, Libia, Túnez, Argelia, Marruecos, Portugal, Francia, Gran Bretaña, Egipto, Italia, Sicilia y Cerdeña componen el itinerario dedicado a revivir los pasos de los grandes mercaderes del Mediterráneo: los fenicios.

En otro mar, el Báltico, se intentan conservar las huellas de uno de los pueblos que aterrizaron al continente: los vikingos. Esta ruta netamente escandinava discurre por Dinamarca, Suecia y Noruega. Para sumergirse en el misterio de la cultura celta, la mejor opción es perderse por los paisajes de Escocia o Irlanda.

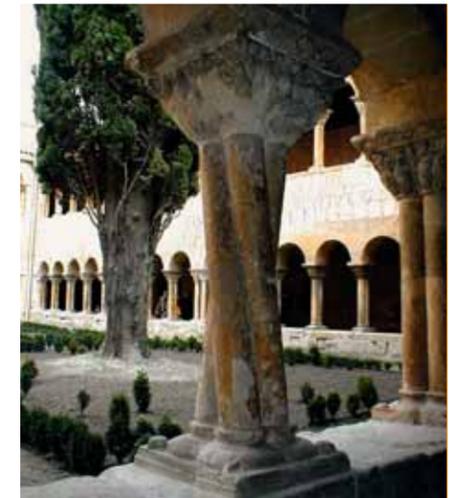
Arquitectura y comercio

La Ruta de las Luces del Norte recorre fiordos y glaciares y permite disfrutar del sol de medianoche y la aurora boreal. Desde Vardo, Tromsø o Cabo Norte –el punto más septentrional del continente– partieron numerosas expediciones en busca del mítico “pasaje del norte”, que llevaba a Japón o India a través de aguas árticas.

El espíritu comercial también tiene eco. Las Rutas del Olivar proponen un recorrido por los países productores de aceite de oliva, y la dedicada a la Liga Hanseática, un itinerario por el legado de esta unión comercial que en el siglo XII agrupó a casi un centenar de ciudades germanas, bálticas, inglesas y holandesas. Otras nos introducen en el mundo de la arquitectura militar fortificada –itinerarios Wenzel y Vauban, en Luxemburgo– o en las particularidades de la arquitectura rural de la Europa del Este o los Pirineos.

Toda la información está disponible en www.culture-routes.lu. ■

Victoria Ramos



RUTAS ESPAÑOLAS

Al-Ándalus y Sefarad

El camino de la lengua castellana o Ruta de los Sefardíes está compuesto por varios círculos. San Millán de la Cogolla (La Rioja), Santo Domingo de Silos (Burgos), Valladolid, Salamanca, Ávila y Alcalá de Henares integran el núcleo, mientras Estambul, Jerusalén, Salónica, Sofía y Tetuán componen un primer círculo en torno a él. Lisboa, Ferrara, Sarajevo y Bucarest integran el segundo. Otra ruta española es la dedicada al legado de Al-Ándalus, que consta de tres itinerarios. El de los omeyas nace en La Meca y Medina y llega a Damasco, para bordear la orilla sur del Mediterráneo hasta cruzar el estrecho y alcanzar Córdoba y Granada. El de los almorávides y almohades consta de varios ramales que parten de Marrakech y se abren en abanico por territorio español. El tercero discurre por ciudades hispanoamericanas.

ENSAYO / HISTORIA DE LA FEALDAD

Umberto Eco se divierte

Desde un punto de vista lógico, nada tan fácil para acotar la fealdad como darle la vuelta a la "Historia de la belleza", publicada en 2004 por Umberto Eco. Sin embargo, el semiótico y novelista italiano introduce en este último ensayo un factor sólo inherente a lo antiestético: la fascinación que ejerce lo horrible sobre el ser humano, mucho más poderosa que la capacidad revulsiva de lo hermoso que, como mucho, aburre. Si en la primera obra hacía un ejercicio de balizamiento sobre la belleza y sus manifestaciones a lo largo de la Historia, al tra-



zar el círculo de la fealdad, Eco descubre que la circunferencia es mucho más amplia y que el contenido es más rico y complejo que lo meramente estético,

ya que se adentra también en lo esperpéntico, lo violento, lo truculento, lo repugnante, lo raro, lo monstruoso... En la presentación de la obra admitió haberse divertido más al componer este libro que en la elaboración de su gentil antecedente. Con una estructura similar, el autor de "El nombre de la Rosa" vuelve a trastear por la filosofía y el arte en busca de manifestaciones y descripciones de la fealdad y dedica 15 capítulos profusamente ilustrados con imágenes para ofrecernos un tratado sobre la fealdad. ■

Historia de la fealdad
 UMBERTO ECO
 454 páginas 45 euros
 Lumen



PENSAMIENTO ENCUENTRO CON EL OTRO

Ryszard Kapuscinski

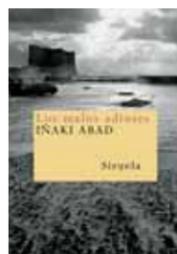
Su reciente muerte no ha logrado apagar la voz de Kapuscinski, reportero en numerosas tragedias del siglo XX y profundo conocedor de su tiempo. Este libro se compone de seis conferencias en las que el reportero polaco analiza la diversidad de las personas: desde la dimensión humana de cada uno –lo que nos iguala–, hasta la identidad de cada uno –lo que nos diferencia– y cómo dichos aspectos evolucionan a lo largo de cada vida. Anagrama



DIARIO DE UN MAL AÑO

J. M. Coetzee

El Nobel surafricano propone una desconcertante estructura para una novela de pocas páginas en la que se entremezclan debates de actualidad, pequeñas tragedias humanas, un añoso escritor y una joven pareja. Mondadori



LOS MALOS ADIOSES

Iñaki Abad

Nápoles, ciudad de fuertes contrastes en la que el autor ejerció como director del Instituto Cervantes, es el único escenario posible para este thriller de espionaje bajo el que se esconde una historia de amor. Siruela



LORD JIM

Joseph Conrad

El 150 aniversario del nacimiento de Joseph Conrad marca la nueva edición de esta historia de marinos que explora la capacidad humana para la villanía y la redención... sin salir de un mismo personaje. Grandes Clásicos Mondadori



EL ALIENTO DEL CIELO

Carson McCullers

Primera edición de los cuentos completos de Carson McCullers –13 de ellos inéditos en castellano–, considerada por la crítica como uno de los mejores representantes de la narrativa "sureña" de EE UU. Seix Barral

Viajes por el mundo

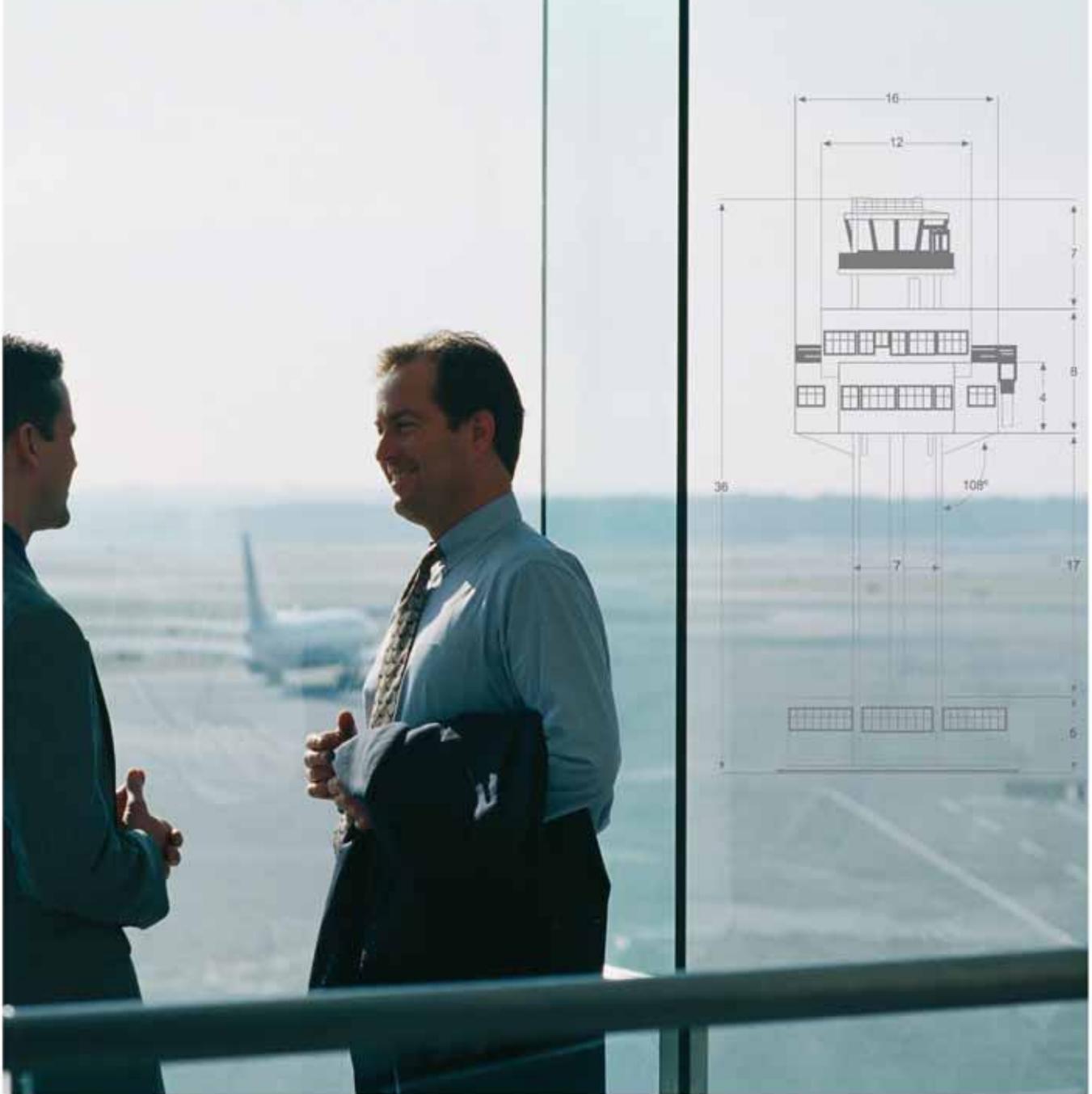
Gran Selección

PROMOCIÓN NOVIOS
REGALO SEGURO
 Imagen y sonido
 o Juego de maletas completo

AMÉRICA	ASIA	ASIA
TRIANGULO DEL ESTE 3 NOCHES EN NEW YORK Y CIRCUITO DE 5 DIAS VISITANDO: CATARATAS DEL NIÁGARA, TORONTO, WASHINGTON D.C. Y PHILADELPHIA. H. PENNSYLVANIA ^{TUR.} 9 DÍAS (HD) DICIEMBRE: 1.344€ ENERO: 1.157€ H. MILFORD ^{TUR. SUP.} 9 DÍAS (HD) DICIEMBRE: 1.470€ ENERO: 1.227€	NORTE DE LA INDIA CIRCUITO 6 NOCHES VISITANDO DELHI, SAMODE, JAIPUR, AMBER, FATEHPUR SIKRI Y AGRA. HOTEL SEGÚN PROGRAMA ^{CAT. A} 8 DÍAS (SP) DICIEMBRE: 1.240€ ENERO: 1.208€ HOTEL SEGÚN PROGRAMA ^{CAT. B} 8 DÍAS (SP) DICIEMBRE: 1.744€ ENERO: 1.699€	LEYENDAS DE CHINA CIRCUITO 7 NOCHES VISITANDO BEIJING, XIAN Y SHANGHAI. HOTEL SEGÚN PROGRAMA ^{LUJO} 9 DÍAS (SP) DICIEMBRE: 1.480€ ENERO: 1.441€
LO MEJOR DE COSTA RICA 2 NOCHES EN SAN JOSÉ, CIRCUITO DE 6 DIAS VISITANDO P.N. TORTUGUERO, SARAPIQUÍ, VOLCÁN ARENAL Y 3 NOCHES PLAYA EN PACIFICO NORTE (GUANACASTE). H. SLEEP INN ^{1STTUR.} 12 DÍAS (SP) DICIEMBRE: 1.844€ ENERO: 1.740€ H. INTERCONTINENTAL SAN JOSÉ ^{LUJO/TUR.} 12 DÍAS (SP) DICIEMBRE: 1.962€ ENERO: 1.969€	THAI ADVENTURE 2 NOCHES EN BANGKOK, CIRCUITO DE 7 NOCHES VISITANDO KANCHANABURI, AYUTHAYA, LOPBURI, PHITSANULOKE, SUKHOHAI, PHRAE, PAYAO, CHIANG RAI, CHIANG MAI, MAE HONG SON Y TRIBU DE LAS MUJERES JIRAFÁ. H. THE TAWANA BANGKOK ^{1ST} 12 DÍAS (SP) DICIEMBRE: 1.588€ ENERO: 1.548€ H. HOLIDAY INN SILOM ^{1ST} 8 DÍAS (SP) DICIEMBRE: 1.631€ ENERO: 1.690€	ÁFRICA KENYA CLASICA SAFARI 7 NOCHES VISITANDO NAIROBI, SAMBURU, P.N. ABERDARES, LAGO NAKURU/ LAGO ELMENTAITA, MASAI MARA. HOTEL/LODGE 9 DÍAS (SP) DICIEMBRE: 1.813€ ENERO: 1.766€

Salidas desde Madrid. Precios por persona en habitación doble salvo y régimen indicado, válido para determinadas salidas de los meses publicados, consulte fechas exactas. No incluido en los precios: Tasas, visado e incremento de carburante consultar según destino. Gastos de gestión 10€. Las tasas, visados e incremento de carburante son por persona y los gastos de gestión son por reserva. Régimen alimenticio: HA: Solo Alojamiento; HD: alojamiento y desayuno; MP: Media Pension; SP: Según Programa y TI: Todo Incluido. Precios válidos salvo error tipográfico. PLAZAS LIMITADAS.





Trabajamos para que exista una oficina tan grande como el mundo.

Diseñamos terminales para que hacer negocios sea más fácil, organizamos el espacio aéreo para regalar fines de semana de los que no se olvidan y gestionamos servicios de ingeniería aeronáutica para que alguien pueda decir "ya estoy aquí". En INECO-TIFSA trabajamos para mejorar la vida de las personas. Llevamos más de 35 años desarrollando proyectos de consultoría de transporte aéreo, aeroportuarios, sistemas de navegación aérea y gestión de obra civil en aeropuertos.

Ingeniería y consultoría aeroportuaria
Ampliación de la navegación por satélite a todos los medios de transporte
Participación en programas internacionales de I+D+i para avanzar en la implantación del transporte aéreo del futuro

Referente en ingeniería y consultoría de transporte.

