itransporte

www.revistaitransporte.es

NOVIEMBRE 2008

Revista de la ingeniería y consultoría del transporte

INECO TIFSA

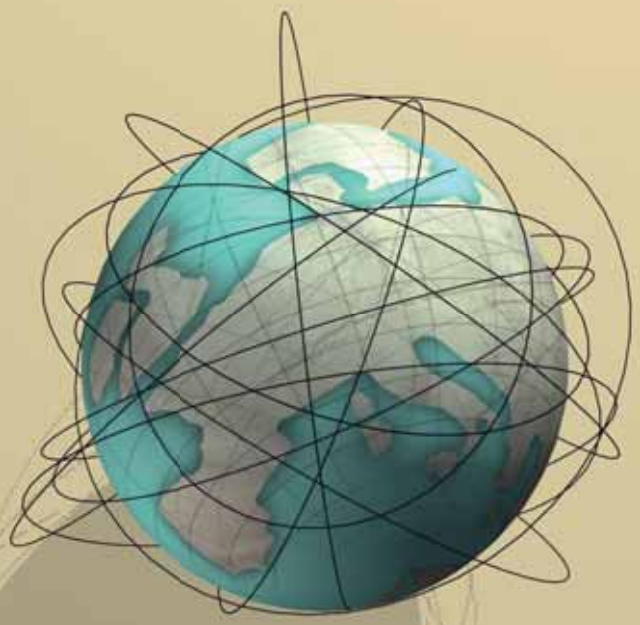
16

AGENDA

ARQUITECTURA

El museo más ecológico del mundo, en San Francisco

LIBROS



Corredores europeos de transporte

Las grandes vías del futuro

Túnel de Pajares

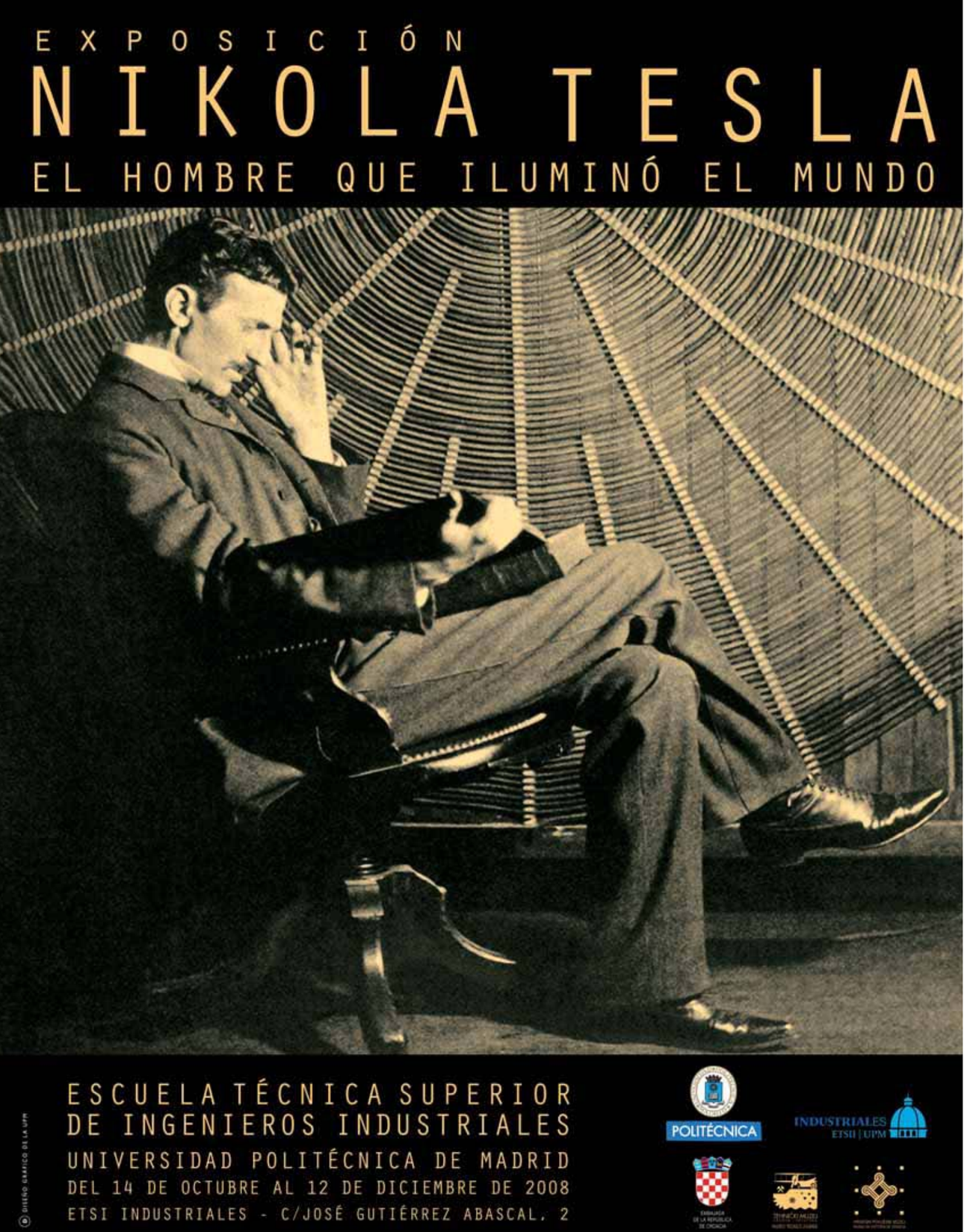
25 kilómetros bajo la Cordillera Cantábrica

Aeropuerto de Córdoba

Ampliación de pista y nuevo edificio terminal

+

NOTICIAS / SOBRE PLANO / ENTREVISTA



SUMARIO

NOTICIAS 04
Concurso internacional de ideas para la Villa Olímpica Madrid 2016
Swisstrains y Google Maps revolucionan las vías

EN PORTADA 06
Las grandes vías del futuro
Los corredores europeos de transporte

SOBRE PLANO 12
Córdoba amplía su horizonte
El aeropuerto se abre al tráfico comercial

A FONDO 16
Un largo recorrido
Más de dos siglos de historia del ferrocarril

DE ESTRENO 20
Solución a medida
Torre modular en el aeropuerto de Burgos

EN IMÁGENES 22
Bajo la Cordillera Cantábrica
Túnel de Pajares, el 7º más largo del mundo: Un reto para la ingeniería

ENTREVISTA 28
Jorge Rebelo
Gerente de Proyectos del Banco Mundial

AGENDA 32
El museo más ecológico del mundo

LIBROS 34

Edita INECO TIFSA
Consejo editorial: JUAN TORREJÓN, ANTONIO MONFORT, Mª EUGENIA ORTIZ
Asesores: MARCOS GARCÍA CRUZADO, JUAN BARRÓN, JORGE DEL FRESNO
Comité de Redacción: Paula Abad, Antonio Caballero, Ángel Villa, 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
Realización
Te-corp (Taller de Ediciones Corporativas)
c/ Juan Ignacio Luca de Tena, 6 4ª Planta / 28027 Madrid
Tel. 91 342 14 19 Fax: 91 456 46 96
Fotomecánica LCH COLOR
Imprime GAMACOLOR
Depósito Legal M-26791-2007

www.ineco.es

Ilustración de portada: Balawat.

22 La obra permitirá el paso del AVE a lo largo de 25 kilómetros subterráneos.

12 El aeropuerto se abre al tráfico aéreo comercial, amplía su pista y proyecta un nuevo terminal.

ENTREVISTA

28 Jorge Rebelo.

EN PORTADA Los corredores europeos son una apuesta segura en el transporte de personas y mercancías. Por toda Europa están surgiendo nuevas vías, indispensables para el desarrollo y buen funcionamiento del mercado único A FONDO Desde que James Watt presentara la primera máquina de vapor, en el año 1769, hasta hoy, han pasado más de dos siglos de historia en los que el ferrocarril ha experimentado notables cambios DE ESTRENO La primera torre modular de España que controla el tráfico aéreo se ha instalado en el aeropuerto de Burgos, con el soporte de ingeniería especializada de INECO TIFSA ENTREVISTA Jorge Rebelo, especialista principal del Banco Mundial en transporte para América Latina, trabaja para mejorar la calidad de vida de miles de personas.

CONCURSO INTERNACIONAL DE IDEAS

Ya se conoce el nombre de los proyectos ganadores del concurso para la Villa Olímpica de Madrid 2016. *12 bloques 12 torres* de los arquitectos Jorge Javier Camacho y María Eugenia Macía Torregrosa, y *Family Tree*, por Fernando García Pino y Manuel García de Paredes, han sido los seleccionados por el Ayuntamiento de Madrid para el trazo de la zona residencial de la Villa y la zona de servicios, respectivamente. Los espacios verdes y las circulaciones peatonales son dos de los aspectos que se han tenido en cuenta a la hora de seleccionar los proyectos. La construcción de los edificios se regirá por criterios de rendimiento y sostenibilidad energética. Así, las fachadas más expuestas al sol se edificarán, al menos en un 60%, con elementos que sirvan para proteger del sol y, al mismo tiempo, para captar energía.

UN TRAMO DE 1.807 METROS Y DOS PARADAS

El proyecto unirá Leioa y la Universidad del País Vasco

Tranvía de Bilbao.

INECO TIFSA será la encargada de realizar el estudio previo del tranvía que conectará, a través de un puente móvil sobre la ría de Bilbao, las localidades de Leioa y Sestao. Este tramo, que tendrá una longitud de 1.807 metros y dos paradas, se enmarca dentro del proyecto para unir Leioa con la Universidad del País Vasco. El Gobierno vasco también ha adjudicado a la Agrupación la elaboración de un estudio que determine si la implantación del tranvía en Baracaldo es factible.

La Agrupación realizará, por otra parte, los proyectos de electrificación en las líneas de Alta Velocidad Antequera–Granada y en el tramo Navalmoral–Badajoz, de la línea Madrid–Extremadura–Frontera Portuguesa. ■

FOTO: DANIEL SEOW/EARTHRACE

LOS BIOCOMBUSTIBLES MÁS EFICACES

El barco más rápido del mundo

60 días, 23 horas y 49 minutos es el tiempo que ha invertido el Earthrace para dar la vuelta al mundo. Este trimarán de 2,4 metros de altura y ocho metros de ancho fue diseñado por el ingeniero neozelandés Peter Bethune. Su mayor logro es haberlo conseguido usando tan sólo biocombustibles. ■

UNA NUEVA APLICACIÓN Y LA TECNOLOGÍA DE GOOGLE MAPS REVOLUCIONAN LAS VÍAS

Precisión suiza

Los usuarios de los trenes suizos ya pueden conocer, a tiempo real, la situación de sus ferrocarriles. La compañía SwissTrains ha desarrollado una aplicación que les permite seguir el trayecto de todos sus trenes gracias a la tecnología de Google Maps. Además, ofrece información puntual sobre el número de tren, la procedencia y el destino, la velocidad o el estado actual del tren, si está parado o circulando. ■

© SBB PHOTO.

HASTA EL 12 DE DICIEMBRE

Nikola Tesla, el mago de la electricidad

La Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UPM, acoge la exposición *Nikola Tesla, el científico que iluminó el mundo*. Conocido como un mago de la electricidad y de la luz, se presenta esta muestra en la que a través de conferencias, imágenes y proyecciones, se nos repasa la trayectoria de este inventor que revolucionó el mundo con sus descubrimientos. ■

LA AGRUPACIÓN ASESORARÁ EN LA TECNOLOGÍA DE ALTA VELOCIDAD

Acuerdos ferroviarios entre España y Rusia

FOTO: PEDRO LÓPEZ

INECO TIFSA, Adif y Renfe han firmado un acuerdo de colaboración con los Ferrocarriles Rusos (RZD), con el fin de fomentar las actividades conjuntas para el fortalecimiento del transporte ferroviario en España y Rusia. La Agrupación trabajará para la construcción de líneas de Alta Velocidad con Adif y los Ferrocarriles Rusos. Esta colaboración se enmarca dentro de distintos tratados de amistad y cooperación firmados por los dos países.

El acto contó con la presencia de la Ministra de Fomento, Magdalena Álvarez, de los presidentes de Adif, Antonio González; de Renfe, José Salgueiro; de INECO TIFSA, Juan Torrejón; y de RZD, Vladimir Yakunin. En la imagen, Juan Torrejón firma el acuerdo con el presidente de RZD, junto a la Ministra. ■

SEGURIDAD VIAL

Picanya contará con un nuevo paso elevado

La Agrupación, junto a la Generalitat Valenciana, está construyendo un paso superior sobre las vías de la línea de FGV Valencia-Villanueva de Castellón, en Picanya. INECO TIFSA lleva a cabo la dirección de la obra, que finalizará en enero de 2009, así como la asistencia técnica y la coordinación de seguridad y salud. Esta supresión del paso a nivel en la localidad supone una mejora de la seguridad vial. ■

NUEVO LIBRO DE AENA

Balance de un siglo de avances

Descubrir la operación de aeropuertos es el nuevo libro escrito por Marcos García Cruzado, asesor aeronáutico de INECO TIFSA y catedrático de la UPM, dentro de la colección Descubrir. La gestión del espacio aéreo, los servicios en tierra, las ayudas visuales o el mantenimiento de las áreas de movimiento de los aviones son algunos de los temas que de una manera sencilla y accesible, se exponen en esta nueva publicación. Autor de un gran número de artículos y libros, Marcos García Cruzado ha sido galardonado tanto por la calidad de sus obras, como por su trayectoria profesional. ■

Infraestructuras de transporte, economía y territorio fue el título de la V Jornada de Reflexión y Debate del Aula Carlos Roa. Casimiro Iglesias, vocal asesor del Ministerio de Fomento y Gustavo Nombela, investigador de FEDEA, expusieron las ponencias principales.

El puente combinado tren-carretera de Oresund es el más largo de Europa y conecta la capital danesa con la ciudad sueca de Malmö.

Los corredores europeos de transporte

Las grandes vías del futuro

La Europa del futuro se teje con una red de rutas supranacionales que conforman una compleja malla, una serie de vías indispensables para el desarrollo y buen funcionamiento del mercado único, ya que garantizan la libre circulación de mercancías, personas y servicios.

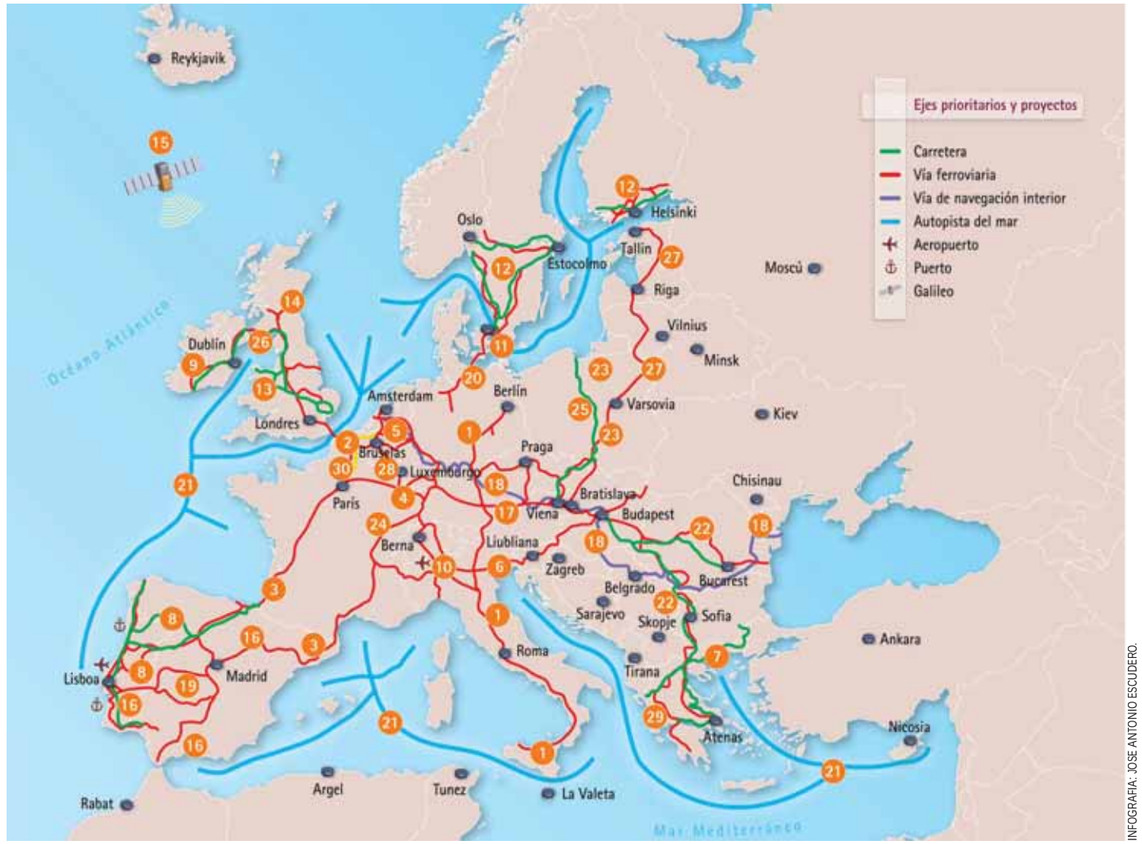
Por Javier Figuera (Ingeniero industrial).

El concepto de *corredor multimodal de transporte de mercancías* está ligado al de Redes Transeuropeas (RTE, en inglés TEN) que apareció al final de los años 1980 en relación con el Mercado Único propuesto por entonces. Las redes transeuropeas tienen la finalidad de conectar las regiones europeas mediante una infraestructura moderna y eficaz que vaya más allá de la simple yuxtaposición de las redes nacionales. El objetivo prioritario de la política europea de transportes es crear condiciones que garanticen la eficacia y la sostenibilidad de los transportes transeuropeos, mientras que el subyacente consiste en adoptar una acción común para resolver los problemas cuya resolución resulta menos racional individualmente para cada estado miembro, región y ciudad. ■

CONSOLIDACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL TRÁFICO

Distintos departamentos de INECO TIFSA participan activamente en diversos proyectos estrechamente relacionados con las RTE, en particular con la interoperabilidad técnica y operativa. Destacan varios proyectos encaminados a la consolidación de las especificaciones del ERTMS (proyecto EMSET, línea piloto Albacete-Villar de Chinchilla), y otros encaminados a la armonización de las reglas operativas del ERTMS (proyecto HEROE) o a la optimización del tráfico en los principales corredores europeos mediante la aplicación del ERTMS (proyectos OPTIRAILS y OPTIRAILS II).

Redes transeuropeas: la Europa del siglo XXI



INFOGRAFÍA: JOSE ANTONIO ESCUDERO.

Las RTE abarcan tres sectores de actividad: las RTE-Energía (RTE-E) que cubren los sectores de electricidad y gas natural, las RTE-Telecomunicaciones (eTEN en sus siglas inglesas) y las RTE-Transporte (TEN-T en las siglas inglesas), que abarcan el transporte por carretera y ferrocarril, las vías navegables y los puertos marítimos, además de la red ferroviaria de alta velocidad. También forman parte de esta categoría los sistemas inteligentes de gestión del transporte, así como Galileo, el sistema europeo de radionavegación por satélite.

Las directrices de la RTE-T definen las prioridades de la Unión al poner la etiqueta de la red a determinadas rutas, centrando así la ayuda financiera de la UE en los proyectos con mayor valor añadido comunitario. Cada corredor está integrado por un conjunto de elementos tales como infraestructuras, sistemas y servicios susceptibles de proyectos de nuevo desarrollo, ampliación y mejora que contribuyan al aumento de capacidad e interoperabilidad de los distintos medios de transporte de viajeros y mercancías. Es responsabilidad de los Estados Miembros la

PRIORIDAD AL FERROCARRIL

De los treinta proyectos prioritarios, dieciocho son ferroviarios y dos son de navegación interior y marítima. De ese modo, se ha dado preferencia a los métodos de transporte más respetuosos con el medio ambiente.

BELIFRET, EL PRIMER CORREDOR EUROPEO DE MERCANCÍAS

El interés de la UE por fomentar un mercado interior ferroviario liberalizado tiene una clara demostración con la creación de las *Rail Freight Freeways* (vías libres para el transporte de mercancías). Los gestores de la infraestructura ferroviaria localizados a lo largo de estas rutas abrirían, todos a un tiempo, el acceso libre a la infraestructura, para todos los servicios de mercancías. Las reglas de funcionamiento de estas *Rail Freight Freeways* permiten, a un operador con licencia, desarrollar actividades de transporte, incluso de cabotaje, bajo la supervisión de un ente neutral que administra la capacidad disponible a través de una ventanilla única. Creado en enero de 1998, el corredor Belifret fue el primer corredor transfronterizo de mercancías que desde Muizen (Bélgica) y pasando por Lyon, se dirige al sur de Italia y España. Un eje norte-sur que conecta el puerto de Amberes con ciudades y puertos del sur de Europa. En total, 4.000 km de línea a través de Bélgica, Francia, Luxemburgo, Italia y España, en el que se reducen notablemente los tiempos de recorrido al simplificarse procedimientos y pasos fronterizos.

financiación y ejecución de los proyectos. Su inclusión en un corredor da acceso a los fondos de la RTE, así como a otras fuentes europeas de financiación. La UE propone que, para 2012, cada miembro participe en, al menos, un corredor internacional. Las directrices de la RTE-T definen las prioridades de la Unión al poner la etiqueta de la red a determinadas rutas, centrando así la ayuda financiera de la UE en los proyectos con mayor valor añadido comunitario.

En 1992, la inclusión en el Tratado de Maastricht constitutivo de la UE de un título sobre las RTE dotó a la Comisión Europea de competencias y de instrumentos para su desarrollo. Además, los Consejos Europeos, sobre todo el de Essen en 1994, así como el Parlamento Europeo, dieron una serie de impulsos políticos decisivos al retener una lista de catorce

La UE recomienda para cada corredor mejorar la coordinación, la gestión y los accesos

proyectos prioritarios. Tras la propuesta hecha por la Comisión, en 1994, el Parlamento Europeo y el Consejo adoptaron la Decisión 1692/96/CE sobre las orientaciones para el desarrollo de la RTE-T. Esta decisión reagrupaba los 14 proyectos prioritarios de Essen, así como los esquemas y los criterios para identificar los otros proyectos de interés común. Estos esquemas se modificaron en 2001 (Decisión 1346/2001/CE) para integrar los puertos marítimos e interiores.

La etiqueta de red transeuropea permite a los corredores de transporte existentes o planificados beneficiarse del soporte financiero de la UE, incitando a los Estados Miembros a financiar los proyectos de vocación europea.

Un gran número de proyectos se benefician del presupuesto comunitario a través de la línea presupuestaria RTE, del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), del Fondo de Cohesión, del Fondo Europeo de Inversiones (FEI), y de los Fondos Estructurales. Por los préstamos que concede, el BEI aporta también una contribución apreciable a la financiación de estos proyectos.

La Decisión 1692/96/CE incluye una cláusula de revisión por la cual la Comisión debe presentar en cinco años un informe, indicando si las orientaciones deben adaptarse para responder mejor a los desafíos que la RTE-T encuentra en su realización y contribuir así a los objetivos de la política de los transportes. El Libro Blanco sobre la política europea de los transportes en el horizonte 2010, publicado por la Comisión en septiembre de 2001, constituye este informe de revisión, e indica que la revisión ya programada de las orientaciones de la RTE-T debe tender a reabsorber los estrangulamientos en la red ya prevista o existente, sin añadir nuevos trazados, y brinda la ocasión para poner al día la lista de proyectos prioritarios.

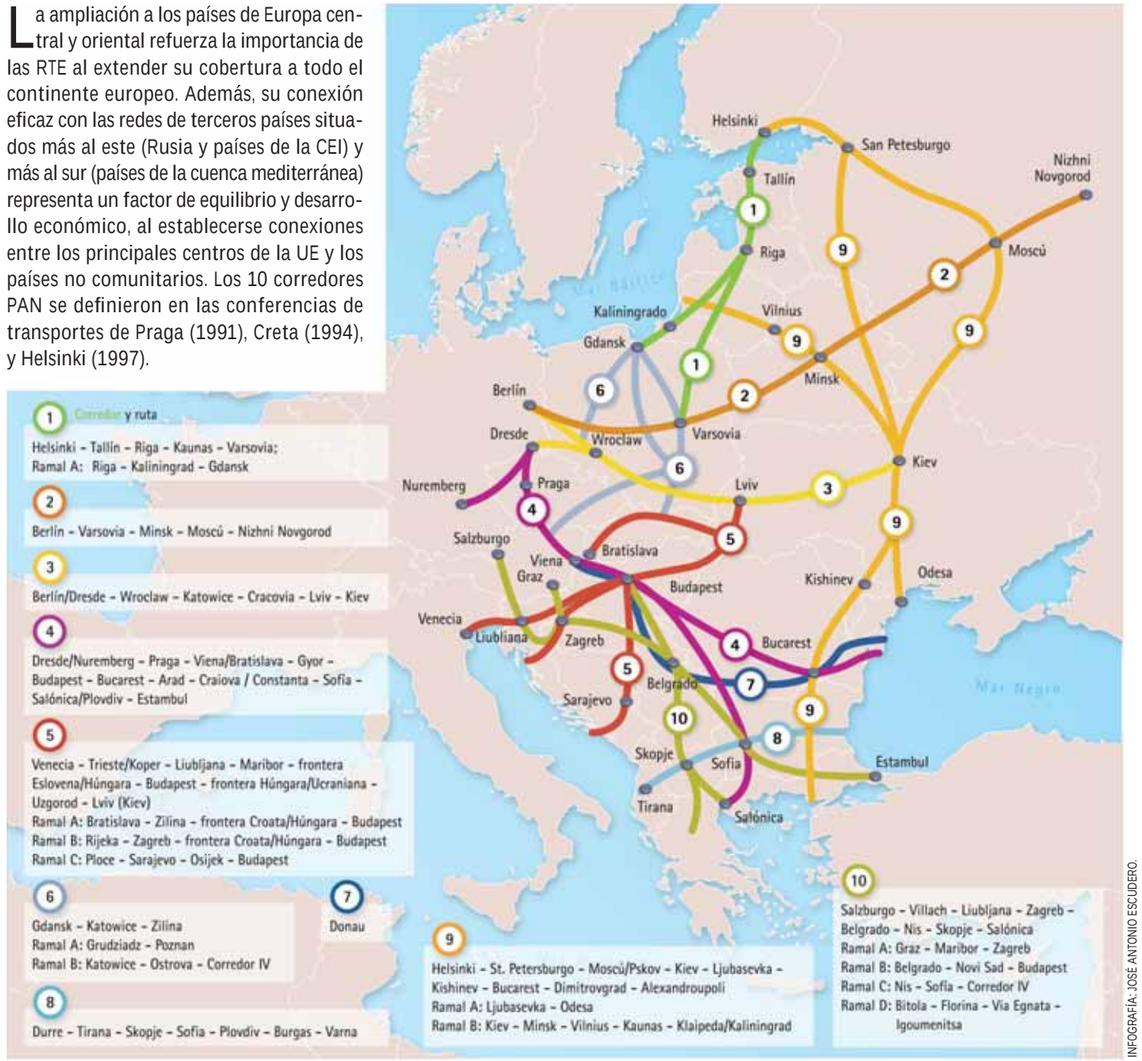
La Decisión 884/2004/EC es una puesta al día basada en las propuestas del informe van Miert del 2003. Cabe destacar que el número de proyectos prioritarios subió a 30, y que varios de ellos involucran a los Estados Miembros adheridos en 2004. Además, se acentúa la exigencia en el cumplimiento de la normativa europea relativa al medio ambiente; se introduce el concepto de *autopistas del mar* y se crea el cargo de *Coordinadores Europeos* para el seguimiento de los proyectos prioritarios. El coste total se estimó en unos 600.000 millones de euros.

PROYECTOS PRIORITARIOS IDENTIFICADOS EN LA DECISIÓN 884/2004/CE

1. Eje ferroviario Berlín–Palermo	16. Eje ferroviario de mercancías Sines/Algeciras-París
2. Eje ferroviario de alta velocidad París–Londres	17. Eje ferroviario París–Bratislava
3. Eje ferroviario de alta velocidad sudoeste de Europa	18. Eje de navegación fluvial Rhin/Mosa–Danubio
4. Eje ferroviario de alta velocidad Este	19. Interoperabilidad de la alta velocidad en España
5. Línea Betuwe	20. Eje ferroviario del cinturón Fehmarn
6. Eje ferroviario Lyon–Frontera Ucraniana	21. Autopistas del mar
7. Autopista Igoumenitsa/Patras–Budapest	22. Eje ferroviario Atenas–Nuremberg/Dresden
8. Eje multimodal Portugal/España–resto de Europa	23. Eje ferroviario Dantzig–Viena
9. Eje ferroviario Cork–Stranraer	24. Eje ferroviario Lyon/Genova–Rotterdam/Amberes
10. Aeropuerto de Malpensa	25. Autopista Dantzig–Viena
11. Enlace Øresund	26. Eje ferrocarril/Ctra. Irlanda/Reino Unido/Europa cont.
12. Triángulo Nórdico ferrocarril/carretera	27. 'Rail Baltica': eje Varsovia–Helsinki
13. Eje de carretera Reino Unido/Irlanda/Benelux	28. 'Eurocaprail' eje ferroviario Bruselas–Estrasburgo
14. West Coast Main Line	29. Eje ferroviario en el corredor intermodal Jónico/Adriático
15. Galileo	30. Via navegable interior Seine–Scheldt

Corredores paneuropeos: más allá de la UE

La ampliación a los países de Europa central y oriental refuerza la importancia de las RTE al extender su cobertura a todo el continente europeo. Además, su conexión eficaz con las redes de terceros países situados más al este (Rusia y países de la CEI) y más al sur (países de la cuenca mediterránea) representa un factor de equilibrio y desarrollo económico, al establecerse conexiones entre los principales centros de la UE y los países no comunitarios. Los 10 corredores PAN se definieron en las conferencias de transportes de Praga (1991), Creta (1994), y Helsinki (1997).



INFOGRAFÍA: JOSÉ ANTONIO ESCUDERO.

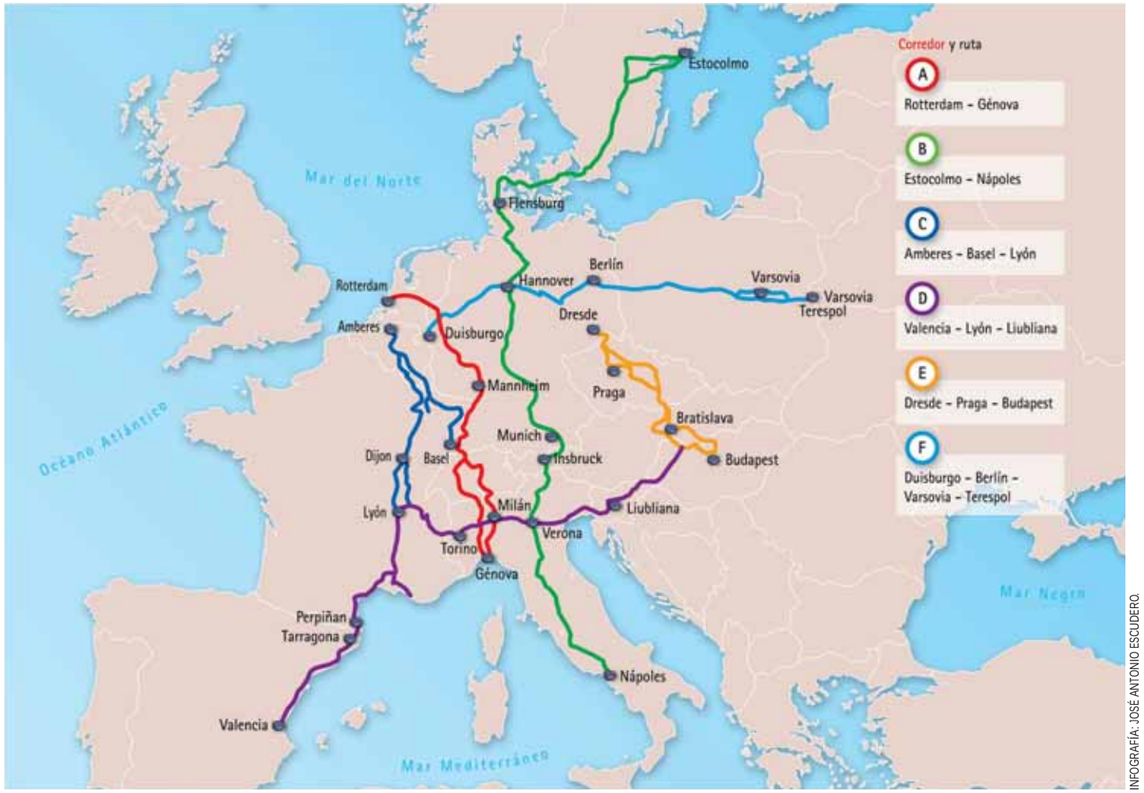
ESTADO DE LOS CORREDORES ERTMS					
Corredor	Km	Nº de sist. co & co (control y mando)	ETCS instalado	GSM-R instalado	Firma carta de intención
A	2.764	7	No	Holanda y Alemania 3200km	3/3/2006
B	2.449	4	No		
C	1.840	5	No	No	9/6/2006
D	2.468	5	65km-(L2)	65km	12/12/2006
E	1.596	3	270km-(L1)	200km	Chequia y Eslovaquia. Pdte: Austria, Hungría Alemania
F	1.918	2	No	Alemania	

IMPACTO DEL ERTMS EN EL CORREDOR A		
	2005	2012
Tiempo de tránsito (Róterdam-Milán)	22 horas	18 horas
Productividad loco eléctrica	190.000 km/año	250.000 km/año
Coste del transporte ferroviario mercancías	15 [euro]/km	15 [euro]/km
Puntualidad (retraso>30min)	70%	85%
Cuota de mercado del transp. ferroviario	22%	28%

Coste del ERTMS en el corredor A (FASE 1)		Millón (€)
Holanda	Nivel 1 (o 2) *	13
	Conversion a 25kV	60
Alemania	Nivel 2 dual	101
	Enclavamientos	321
Suiza	Nivel 1 LS *	52
Italia	Nivel 1 dual (radio infill)	66
	Simplon-Novara	55
Dirección de proyecto		10
Retrofit locomotoras		100
Total		727

→

ERTMS: Los seis grandes ejes ferroviarios de mercancías



INFOGRAFÍA: JOSE ANTONIO ESCUDERO.

El despliegue del sistema europeo de gestión del tráfico ferroviario ERTMS (European Rail Traffic Management System), constituye un importante proyecto industrial europeo, como Galileo en el ámbito de la navegación por satélite. Es un componente esencial para la interoperabilidad de los proyectos ferroviarios prioritarios de la Comunidad, la Directiva 96/48/CE, derivada de las disposiciones del Tratado relativas a las redes transeuropeas (en el título XV, art. 154, 155 y 156, se establece un marco jurídico que exige, desde noviembre de 2002, la utilización del ERTMS en todas las nuevas líneas de alta velocidad de la red transeuropea o cuando se renueve la señalización). Para el ferrocarril convencional, se aplican requisitos similares tras la entrada en vigor de la Decisión 2004/447/CE.

El 17 de Marzo de 2005, la Comisión Europea y la industria ferroviaria (fabricantes, gestores de infraestructura y operadores ferroviarios) firmaron un Convenio (MoU, Memorando of Understanding) estableciendo los principios de una estrategia para el correcto despliegue del tráfico ferroviario ERTMS en la Unión Europea en un plazo de 10 a 12 años. Para coordinar la implantación del ERTMS en los corredores ferroviarios, se nombró un coordinador (Karel Vinck), quien propuso un despliegue del ERTMS a lo largo de seis corredores que representan solamente un 6% de la red ferroviaria europea, pero que soportan hasta el 20% del tráfico total.

Dado que el desarrollo de cada proyecto depende de los Estados Miembros y de los Gestores de Infraestructura, se ha decidido poner en marcha una estructura de dirección de los proyectos con dos niveles:

PROGRAMACIÓN INDICATIVA PARA CADA CORREDOR ERTMS		
Corredor	Sección	Fecha
A: Róterdam-Génova	Róterdam–Oberhausen: L2	2012
	Oberhausen–Mannheim: L2	2015
	Mannheim–Génova: L2/L1	2012
B: Estocolmo-Nápoles	Estocolmo–Línea alemana: L1/L2	2015
	Flensburgo–Hanóver: L2	after 2020
	Hanóver-Munich: L2	after 2020
	Munich–Kufstein:	a determinar
	Wörgl–Innsbruck: L2 -	2012
	Innsbruck–Verona–Nápoles: L1/L2	-2014
C: Antwerpen-Basilea-Lyon	Antwerpen–Bettembourg: L1	2012
	Bettembourg–Basilea: L1	–2009/2010
	Athus–Dijon: L1	–2014
	Dijon–Lyon: L1	2016/2017
D: Valencia-Lyon-Liubliana	Valencia–Tarragona–Port-Bou: L1	2014
	Tarragona–Perpiñán: L2	2009
	Perpiñán–Lyon: L1	2012/2016
	Lyon–Módena–Turín: L1	2014
	Turín–Milán: L1	2012
	Milán–Liubliana: L1	2013/2014
E: Dresde-Praga-Budapest	Dresde–Decín: L2:	2020
	Decín–Praga–Breclav: L2:	2010-2011
	Breclav–Bratislava–Budapest: L1:	2015
F: Duisburgo-Berlín-Varsovia-Terespol	Sección alemana L2	2020
	Secciones polacas	a determinar

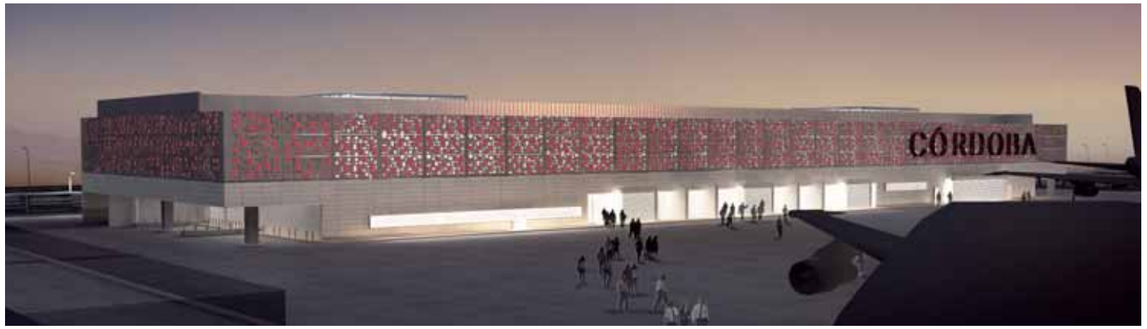
REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE VIAJE (HR): EJEMPLO DE OBJETIVO DE MEJORA			
Corredor	Duración del viaje 2006	Duración en 2006-2015	%
A	22h00	18h00-	18%
B[1]	51h09	49h00-	4%
C (Basilea)	11h05	8h45	26%
C (Lyon)	13h30	10h45	21%
D	37h00	31h00	15%
E	18h00	14h00	22%
F	n.a	.n.a	.n.a.

• Comité Ejecutivo, integrado por representantes de los ministerios de transportes, autoridades competentes y administradores de la infraestructura. Este órgano supervisa el proyecto y coordina la toma de decisiones financieras de los Estados Miembros.

• Comité de Dirección, con una estructura permanente, encargado de la ejecución y encabezado por un director de proyecto. Este comité puede llegar a tomar la forma de un Grupo Europeo de Interés Económico (EEIG).

En el presupuesto de los TEN 2007-2013 se ha reservado un total de 500 millones de euros para facilitar el despliegue del ERTMS tanto embarcado como en la vía, hasta un máximo del 50% del coste elegible del proyecto. Los corredores A, C y D deberían completarse para 2015-2017, los otros tres para 2020. El corredor A es el más avanzado: debería completarse para 2012, excepto la sección Oberhausen-Mannheim, en 2015. El corredor D (Valencia-Lyon-Liubliana-Budapest) inicialmente se iniciaba en Barcelona y finalizaba en Liubliana. Después se extendió hasta Valencia, con lo que se incluyeron los accesos a los puertos de Valencia y Tarragona, y la próxima extensión de Liubliana a Budapest, donde enlazaría con el corredor E.

Los objetivos del corredor más avanzado, el Róterdam-Génova, de 1.500 Km, son duplicar el volumen transportado de aquí a 2020, aumentando la puntualidad en un 26% y reduciendo el tiempo del transporte en un 20%. En términos absolutos, esto equivale a 28.000 millones de toneladas km anuales transportadas por ferrocarril, ganadas a la carretera o, expresado en otras dimensiones, a un camión con 27 toneladas de carga circulando cada 37 segundos, 24 horas al día y todos los días del año a lo largo de los 1.300 km del corredor.



INSTALACIONES DE DISEÑO

La actuación más destacada del proyecto es el nuevo edificio terminal. Consta de una planta baja de 5.700 m², y una planta primera de 2.500 m² en la que estarán la zona técnica y la reservada para el futuro dique de embarque. Dispone también de un pequeño sótano de 80 m² con aljibes y cuarto de impulsión. En la imagen, vista desde el lado aire.

El aeropuerto se abre al tráfico aéreo comercial

Córdoba amplía su horizonte

Aena ha emprendido una gran campaña de actuaciones en el aeropuerto de Córdoba entre las que figuran la ampliación de la pista y la construcción de un nuevo terminal, dos proyectos desarrollados por INECO TIFSA.

Por Pedro Blanco (Proyectos Aeroportuarios).

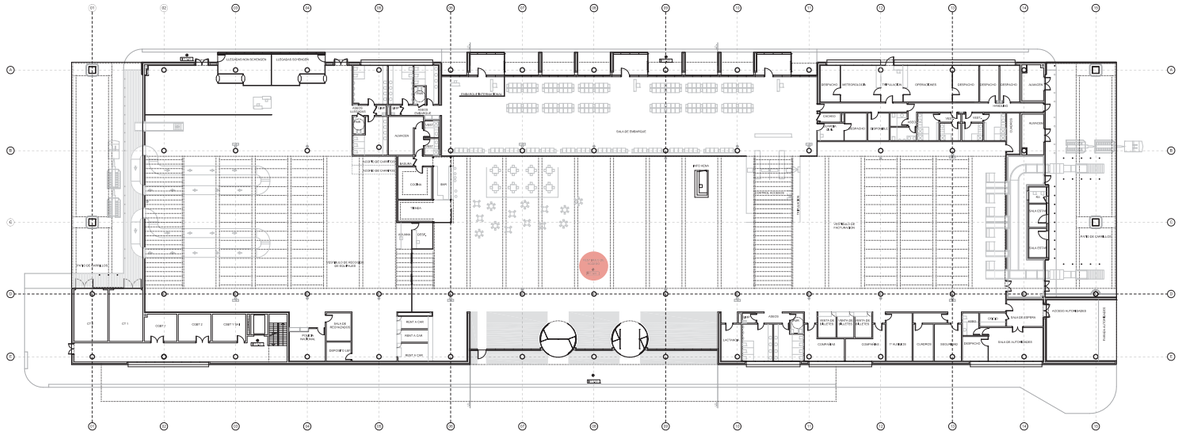
Situadas a seis kilómetros de la ciudad, las actuales instalaciones aeroportuarias datan del año 1958. El camino recorrido hasta su apertura no fue fácil: arduas negociaciones del Ayuntamiento con el Ministerio del Aire llevaron finalmente al Consistorio a construirlo a expensas propias, lo que lo convierte en el primer aeropuerto municipal de España. Poco tiempo mantendría ese carácter, pues se incorporó al patrimonio del Estado en 1965.

El edificio terminal original, obra del arquitecto municipal José Rebollo, contaba con 400 m² y una torre de control. En 1980 fue remodelado, ampliando su superficie hasta unos 900 m², en uso hasta el día de hoy. En la actualidad, el aeropuerto se utiliza por empresas de tratamientos agrícolas, para traslados de órganos hacia y desde el centro de trasplantes del hospital Reina Sofía, para vuelos militares y vuelos chárter de pasajeros y para fotografías aéreas, cursos de pilotaje, escuelas de paracaidismo y otros trabajos. El tráfico comercial ha sido intermitente hasta el momento.

Una de las primeras actuaciones que Aena ha emprendido, ha sido la ampliación de la pista del aeropuerto, cuyo proyecto ha sido desarrollado por INECO TIFSA. Esta ampliación, permitirá operar a la mayoría de los aviones turbofán de tamaño medio de las compañías comerciales (hasta el momento, la pista de 1.380 m. apenas permite el uso de turbofán, siendo más apropiada para turbohélices y aviones de pequeño tamaño), con el lógico incremento del tráfico de pasajeros que, debido al tipo de operaciones que se realizaban hasta este momento, resultaba muy reducido, siendo en 2007 de 22.410 pasajeros (el 6º por la cola en la red de 47 aeropuertos de Aena).

Para atender este eventual aumento de tráfico, Aena ha previsto la construcción de un nuevo edificio terminal, encargando a INECO TIFSA la redacción del proyecto de la nueva terminal, el aparcamiento y los accesos. En la definición de la arquitectura del edificio se ha contado con la colaboración del Estudio Lamela, *partner* de Richard Rogers en el diseño de los nuevos terminales de Barajas. La definición de la estructura corresponde a la Dirección General de Carreteras de la Agrupación. Tanto el edificio, aparcamiento y accesos como la ampliación de la pista son la punta del iceberg de las actuaciones planeadas por Aena en el aeropuerto. Próximamente, se terminarán de redactar, también en INECO TIFSA, los proyectos de ampliación de la plataforma, los hangares de aviación ligera y la nueva central eléctrica. Esta completa renovación permitirá abrir Córdoba al tráfico comercial en condiciones competitivas y añade un aliciente a la candidatura de la

→



PLANO DE LA PLANTA BAJA

Gracias a la gran transparencia dentro del edificio, desde el vestíbulo de acceso (marcado en color en la imagen) se diferencian las distintas dependencias en las que se divide esta única planta del aeropuerto.

→

ciudad como Capital Europea de la Cultura en el año 2016.

Nuevo edificio terminal

En las condiciones iniciales, el nuevo edificio terminal funciona en una sola planta y está estructurado en tres grandes áreas: vestíbulos de acceso, de facturación y de recogida de equipajes. Estas zonas se generan mediante dos pasarelas para paso de instalaciones que rompen la linealidad de la nave.

Se ha diseñado un edificio modular y flexible que permita futuras ampliaciones, con la pretensión de conseguir un edificio claro en su funcionamiento, facilitando la orientación del pasajero desde el vestíbulo de acceso, mediante una gran transparencia entre los diferentes espacios. Desde la entrada principal se entiende visualmente el funcionamiento del edificio y la orientación se mantiene en todo momento. La permeabilidad visual hacia la plataforma de estacionamiento de aeronaves se hace patente desde la entrada.

En los lados este y oeste de cada vestíbulo se localizan los espacios auxiliares o zonas técnicas necesarias para cada uso principal. De este modo, la sección tipo es un espacio central a doble altura, flanqueado a ambos lados por usos de servicios en planta baja, instalaciones en la fachada de la primera planta en su lado este y un futuro dique en la zona oeste.

Flexibilidad

Mediante una estructura modulada se crea una malla que permite la máxima flexibilidad. En un edificio de esta envergadura, este tipo de modulación aporta múltiples beneficios al proyecto. La sección tipo es un pórtico de hormigón que se repite a lo largo de una treintena de crujías de 4,80m de ancho. En la planta baja se agrupan dos a dos en quince ejes estructurales que distan entre sí 9,60m. En la dirección perpendicular se busca un módulo base común: 1,20m de modo que los ejes distan 9,60m, 10,80m y 8,40m.

Otras actuaciones

El proyecto también incluye la construcción de un aparcamiento público en superficie con capacidad para 215 plazas, otro para empleados y vehículos de rent a car de 43 plazas, y los viales de acceso al aeropuerto y urbanizaciones anejas. También se ha considerado el ajardinamiento de las zonas verdes con un exhaustivo proyecto de paisajismo.

Exterior del terminal

Su imagen es unitaria, con una gran componente horizontal. La fachada está compuesta por un zócalo de revestimiento cerámico donde se realizan todas las aperturas de puertas y ventanas y se albergan los espacios auxiliares. Sobre el mismo, se dispone una celosía de hormigón prefabricado que, potenciando el ritmo de la estructura, personaliza el edificio a la vez que permite dar una respuesta homogénea al lado tierra donde se ubican las instalaciones y al lado aire, donde se prevé la posible futura ampliación. Los materiales que se han utilizado (hormigón, cerámico...) en el edificio, tienen una característica masiva, acorde a la arquitectura tradicional y al clima habitual de la zona. El edificio resultante tiene una eficiencia energética de Clase C.

La marquesina que cobija las paradas de autobús y taxi acompaña la entrada de forma tangencial hasta la zona central, donde un gran paño de vidrio invita al visitante a entrar hacia el vestíbulo de acceso, desde el que se aprecia la plataforma de estacionamiento de las aeronaves. ■

INTERIOR DEL TERMINAL

Las diferentes zonas atienden a la experiencia del pasajero que utiliza las instalaciones del edificio terminal. En todo momento se presta una especial atención al tratamiento de la luz, muy importante en estas latitudes. El diseño contempla, además, la posibilidad de una ampliación futura; por ejemplo, la planta primera, a lo largo de toda la fachada oeste, podría albergar un futuro dique de embarque.

Vestíbulo de acceso

Contará con más de 1.130 m², lo que permite satisfacer las necesidades de superficie del tráfico previsto. Desde este gran espacio, a doble altura y con vistas a la plataforma a través de la sala de embarque, el usuario puede dirigirse hacia facturación o hacia la zona de llegada de pasajeros. Está dotado de servicios tales como un bar con zona de restauración, una tienda y aseos. Para garantizar un buen funcionamiento acústico de la sala se ha previsto un revestimiento especial.

La estancia recibe iluminación natural lateralmente, a través de muros cortina en planta primera en fachadas este y oeste. Esta luz se encuentra tamizada por dos celosías, una al exterior de lamas metálicas y otra de lamas cerámicas al interior. La luz artificial se descolgará desde la estructura, creando puntos de luz singulares de menor altura en las zonas de mesas del restaurante.

Vestíbulo de facturación

Este espacio, más recogido y controlado, se ilumina cenitalmente mediante lucernarios protegidos con lamas. Para potenciar el carácter vertical de este espacio se descuelgan paneles de protección acústica, que sirven también para tamizar la luz. En ambos lados (este y oeste) se colgarán paneles de metacrilato retroiluminado con una gran fotografía impresa. En la zona norte de la fachada este, con acceso independiente y cumpliendo los requisitos de seguridad está el área de autoridades, con su propia sala de espera, despacho, oficio y aseo.

Sala de embarque

Desde el vestíbulo de acceso, y a través la mampara de vidrio, se ven las puertas de embarque, de modo que se minimiza la espera en la sala de embarque. La permeabilidad visual hacia la plataforma de las aeronaves está garantizada mediante otro muro cortina protegido del sol por unas costillas perpendiculares a la fachada oeste. Las tres puertas de embarque, una de ellas prevista para vuelos internacionales, se configuran mediante la unión de dos costillas y sobresalen de la línea de fachada. Se crea de este modo un espacio intermedio y una salida de forma tangencial, indirecta y gradual a la plataforma. La misma estrategia se utilizará en la puerta de llegadas, que configura un reclamo sutil desde el exterior. Todas ellas quedan protegidas de la luz solar por lamas cerámicas horizontales.

Vestíbulo de recogida de equipajes

Las llegadas se producen de forma indirecta y tangencial a la fachada, a través de una doble piel de vidrio y lamas cerámicas horizontales que sobresale de la fachada repitiendo el esquema de las puertas de embarque. En el extremo Sur se realiza el control de llegadas de vuelos *Non Schengen*, que dispone de un control de policía posteriormente a las puertas antirretorno. Este espacio se rige por el mismo criterio que el vestíbulo de facturación: iluminación cenital mediante lucernarios protegidos con lamas y paneles acústicos descolgados desde la cubierta. Se colgarán los paneles de metacrilato retroiluminado.

EL TREN DEL CENTENARIO

El primer ferrocarril español se construyó en la isla de Cuba para transportar la caña de azúcar. Esta línea, perteneciente a la corona española, se realizó entre 1835 y 1837, para que cubriera el trayecto entre La Habana y Bejucal. Aunque en la península no fue hasta el 28 de Octubre de 1848 cuando se inauguró la primera línea que cubría el trayecto entre Barcelona y Mataró, con 28 km de longitud y promovida por Miguel Biada. El ancho de esta vía era el denominado español, de seis pies castellanos, medida ya acordada en 1844 por los ingenieros Subercase y Santa Cruz. En la imagen, el Tren del Centenario, reproducción exacta del primer tren que circuló en la Península.

Más de dos siglos de historia del ferrocarril

Un largo recorrido

Han pasado casi 240 años desde que James Watt presentara la máquina de vapor en 1769 y 34 años menos desde que Richard Trevithick construyera la primera locomotora a vapor sobre raíles.

Por Enrique López del Hierro y Silvia Sepúlveda (Proyectos Ferroviarios).

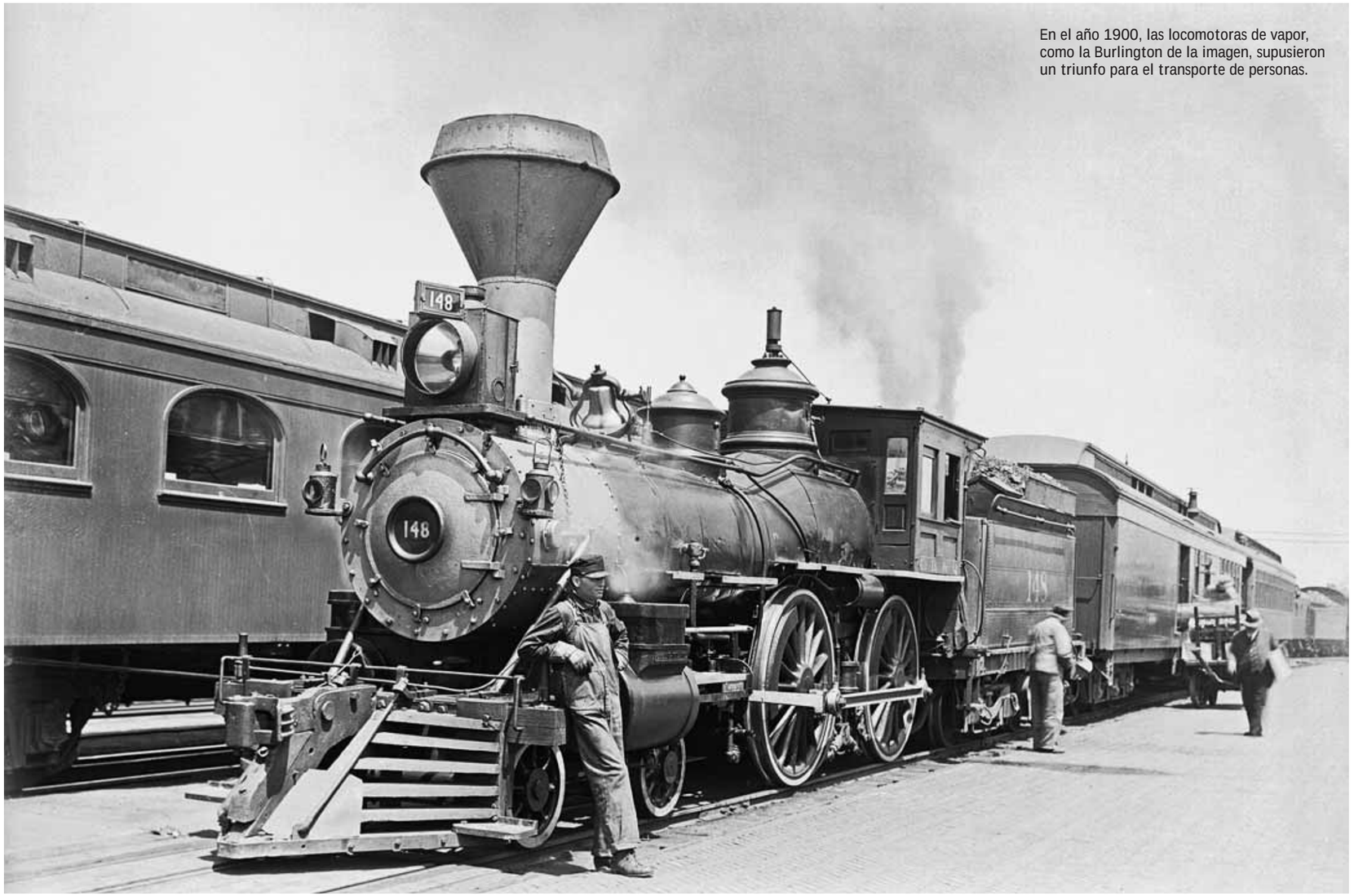
El siglo XIX supuso el triunfo de la locomotora de vapor: el abaratamiento del transporte facilitó las comunicaciones y modificó los hábitos de las personas. Paulatinamente, los convoyes ferroviarios destinados al transporte de pasajeros ganaron en comodidad, algo absolutamente necesario para los trayectos de larga duración. En este sentido, la construcción del Pioneer, un vagón de gran amplitud y con altos niveles de confort, ideado en 1863 por George-Pullman, marcó un avance decisivo. A pesar de todo, el exceso de peso, el volumen de la locomotora de vapor y lo costoso de las instalaciones para el abastecimiento del combustible y el agua, junto al bajo rendimiento y al alto grado de contaminación atmosférica, favorecieron la aparición de nuevas tecnologías. En torno a 1940, la fabricación de locomotoras de vapor quedó interrumpida tanto en América como en Europa, pasándose entonces a la tracción diésel. Ya en 1891, en Gran Bretaña, se aplicó un motor Daimler de gasolina a una pequeña locomotora, pero será el motor inventado por Rudolf Diesel el que dará los más brillantes resultados en su aplicación a la tracción ferroviaria desde 1897.

Alrededor de 1930, España buscó minimizar los gastos de la explotación, sobre todo en líneas secundarias, sustituyendo los antieconómicos trenes de vapor por otros de tracción diésel. Los primeros intentos de introducir la tracción diésel en vía estrecha en España datan de 1908, mientras que, para la vía ancha, el motor de explosión se aplicó por primera vez en 1921. La tracción diésel llegó a España en los 60 a través del Plan de Modernización de Renfe, cuando se sustituyen, poco a poco, las locomotoras de vapor.

Un elemento fundamental de la infraestructura es el carril de la vía. Actualmente, se obtiene a partir de acero laminado y sirve como elemento de guiado, sustentador del material rodante y conductor de la corriente, si se habla de tracción eléctrica. Desde el inicio del ferrocarril, el material utilizado ha sido el hierro fundido, aunque uno de los principales problemas de las locomotoras iniciales era su excesivo peso para la fragilidad de los carriles de hierro colado, pero se solucionó cuando se sustituyó por hierro forjado. Finalmente, se hicieron de acero, lo que contribuyó a aumentar su solidez y duración.

Electrificación

Los orígenes de la tracción eléctrica datan de 1905, cuando comienzan con un motor de corriente continua. La aparición de un alternador de corriente alterna proporciona el uso de tensiones elevadas y, además, la electricidad se produce en lugares alejados de la máquina, lográndose una mayor autonomía. La aparición de convertidores consigue, antes de la Segunda Guerra Mundial, transformar la corriente alterna



En el año 1900, las locomotoras de vapor, como la Burlington de la imagen, supusieron un triunfo para el transporte de personas.

EVOLUCIÓN DEL ANCHO DE VÍA

La normalización internacional del ancho se produjo en la Conferencia de Berna de 1887. Sin embargo, España optó por el ancho de 1.668 mm. Se ha especulado que esta adopción de ancho obedecía a una forma de protección contra la invasión francesa pese a estar ya en la segunda mitad del siglo XIX. Lo cierto es que argumentos más técnicos apuntan a que siendo España un país de orografía accidentada, las fuertes pendientes de los trazados exigirían que las locomotoras para aumentar su potencia tuviesen un cajón de fuego más amplio que el resto de las europeas, lo que obligaría a ensanchar el conjunto mecánico y por ende la vía.

→

en continua en el interior de la locomotora y, en la década de los 60, Francia y Japón desarrollaron una gran experiencia en la construcción de trenes eléctricos. A finales del siglo XX, el transporte ferroviario fue dominado por esta tecnología.

En España, son las compañías de ferrocarriles quienes llevan a cabo en un comienzo la electrificación, de acuerdo a sus necesidades de explotación y en aquellos tramos donde las características topográficas y climatológicas hacían difícil la tracción a vapor. El primer tramo de línea de vía ancha electrificada en España fue el de Gérgal-Santa Fe, del ferrocarril Linares-Almería, en 1911. Para su electrificación se eligió el sistema de corriente trifásica de 500 v. y 25 Hz. La línea aérea estaba constituida por dos hilos de contacto de cobre y la tercera fase la constituía el carril. Paralelamente a las electrificaciones en vías de ancho ibérico se realiza este proceso en las líneas de vía estrecha. La primera de todas fue la del tramo Sarriá-Barcelona en 1905, hasta llegar a un total de 300 km. En 1945, Renfe aprueba un extenso Plan de Electrificación en el que se especifica que las nuevas electrificaciones debían hacerse a 3.000 voltios. En 1972 el gobierno aprueba el Plan de Electrificación que plantea electrificar 2.322 km entre 1975 y 1977: así se llega a los 90 con 6.300 km de vía electrificada por Renfe.

Evolución de las traviesas

Las traviesas son los elementos transversales al eje de la vía que sirven para mantener unidos y a una distancia fija (galga o trocha), los dos carriles que conforman la vía, así como para unirlos al balasto y transmitir el peso del material rodante al suelo. La madera se empleó en ellas desde los orígenes del ferrocarril, ya que tanto sus propiedades físicas y mecánicas como su abundancia hicieron aconsejable su empleo. En paralelo al uso de las traviesas de madera, se desarrollaron dos tipos de sujeciones, cuya misión es unir el carril con las traviesas asegurando la invariabilidad del ancho de la vía y facilitar la transferencia a la infraestructura de las acciones ejercidas por el material rodante sobre la estructura de la vía.

La aparición del hormigón y las posibilidades que ofrecía este material para la fabricación de traviesas determinaron un importante aumento del interés por este tipo de material, especialmente en Inglaterra, Francia, Italia y Alemania. Las principales ventajas frente a las de la madera son su mayor durabilidad y su mayor resistencia a los desplazamientos de la vía, sin embargo, el coste es más elevado, además de contar con mayores dificultades en su manejo y al aislamiento eléctrico. Con la introducción del hormigón se generalizó el uso de sujeciones elásticas, que se caracterizan por tener elementos elásticos que transmiten los esfuerzos y que pueden deformarse y recuperarse, consiguiendo mantener la calidad y menores costes de mantenimiento. Otro tipo de traviesas menos utilizadas son las metálicas, usadas en algunos países por la escasez de madera y presentes aún en África del Norte y Central y en Asia Meridional, sobre todo la India, que tiene el 60 % de sus líneas con este tipo de traviesas. En las minas de Escocia, se usaron a principios del s. XIX y eran de fundición.

Vías en balasto y en placa

El balasto es esencial dentro de la superestructura ferroviaria, con funciones como el amortiguamiento y reparto de las acciones que ejercen los vehículos sobre la vía al transmitirlas a la plataforma, impedir el desplazamiento de la vía y facilitar la evacuación de las lluvias. El material debe cumplir con unas condiciones muy particulares y exigentes: elasticidad suficiente para absorber las acciones de los vehículos, resistencia eficaz para evitar desplazamientos, estabilidad física ante el agua y el hielo y ser fácilmente bateable de forma mecánica.

La vía en placa aparece al aumentarse el desarrollo del ferrocarril, y se pone en marcha en el centro de Europa y Japón. La primera línea en funcionamiento fue en 1964, en Tokaido, con una velocidad de 200 km/h. Su principal característica es que apenas necesita mantenimiento, por lo que estos costes casi desaparecen –sin embargo, los costes de implantación son más elevados que la vía en balasto–. Otra de las grandes ventajas es de tipo medioambiental debido a dos razones: la escasez y rechazo a las canteras de balasto, y la posibilidad de uso de áridos marginales. Actualmente, la vía en placa se utiliza en alta velocidad y con elevado presupuesto, en estaciones de ferrocarril, metro y cercanías, así como en túneles.

La ausencia de contacto físico entre el carril y el tren, característica del MAGLEV, ha incrementado enormemente la velocidad.

Hasta 650 km/h

Este pequeño recorrido por la historia se completa, hasta el momento, con el Tren de Levitación Magnética (Maglev). Los primeros datos sobre esta tecnología datan de 1960, gracias a Eric Laithwaite, profesor de Ingeniería Eléctrica Pesada del Imperial Collage of London. Desarrolló un vehículo capaz de transportar 4 pasajeros y de una tonelada de peso con 1,6 km de vías. Por otra parte, en los años 70, Alemania y Japón iniciaron investigaciones que terminaron también en fracasos, hasta llegar a los años 90, donde se comienza a desarrollar una tecnología más avanzada. Los trenes Maglev pueden viajar a altas velocidades con un consumo de energía razonable y a un bajo nivel de ruido, llegando a alcanzar velocidades de 650km/h, aunque el máximo ensayado en esos trenes sea de 548 km/h. Esto se debe a la ausencia de contacto físico entre el carril y el tren, lo que hace que la única fricción sea la del aire. Estas velocidades hacen que los Maglev se conviertan en competidores directos del transporte aéreo. El gran inconveniente es el alto coste de las líneas, lo que ha limitado su uso comercial. Este viene derivado de varios factores: el primero y principal es el altísimo valor de la infraestructura necesaria para la vía y el sistema eléctrico, así como el alto consumo energético. Debido a que el principal factor de diseño en la fuerza electromagnética y en el consumo es el peso del tren, esta tecnología no es aplicable hoy al transporte de mercancías, lo cual limita enormemente su uso. ■

El primer ferrocarril con sello español se construyó en la isla de Cuba en el año 1835

El MAGLEV prevé alcanzar velocidades superiores a los 600 km/h

DE ESTRENO

FOTO: AGAENA

APERTURA A VUELOS COMERCIALES

El pasado 3 de julio se abría al tráfico comercial el aeropuerto de Burgos, convirtiéndose así en el cuarto aeropuerto de la región, junto a los de León, Valladolid y Salamanca. Con una inversión inicial de 45,6 millones de euros, la sustitución de la torre modular por otra definitiva, con un coste previsto de 6,3 millones, será una de las actuaciones principales durante el periodo 2008-2012. INECO TIFSA ha participado en la dirección del proyecto y puesta en servicio de la torre a través del personal que da soporte de ingeniería a la División de Comunicaciones de Aena.

Torre modular en el aeropuerto de Burgos

Solución a medida

La nueva torre, primera modular en los aeropuertos españoles, ha sido instalada por Aena, con el soporte de ingeniería especializada de INECO TIFSA, para controlar el tráfico aéreo hasta la construcción de la definitiva.

Por Luis Paisán (Sistemas y Navegación Aérea).

La característica diferencial de esta torre es su estructura, ya que permite que pueda ser diseñada a medida para satisfacer los requisitos de espacio del usuario, con la posibilidad de poder ser desmontada y trasladada sin complicaciones y sin afectar a la integridad de los equipos, del cableado ni de las distribuciones de aguas. En este caso, la torre, que consta de dos plantas, ha sido construida mediante el ensamblaje de un total de seis módulos. La planta baja está dividida en dos zonas comunicadas: una para descanso y otra para la instalación de los equipos. La planta superior, comunicada mediante escalera interior, está formada por un conjunto de módulos diáfanos y acristalados, que conforma un amplio fanal para el control del tráfico aéreo.

El aeropuerto, situado a cuatro kilómetros de la capital, comenzó a operar con tráfico comercial de aeronaves el 3 de julio de 2008. La nueva infraestructura aeroportuaria ocupa una superficie de cerca de 230 hectáreas junto a las instalaciones del antiguo aeródromo y cuenta con una nueva área Terminal, que incluye un nuevo edificio de pasajeros y un edificio multiservicios. De igual modo, también se ha construido un nuevo campo de vuelos para la operación de las aeronaves cuyo tráfico será controlado, de manera provisional, desde la torre de control modular.

Salvo por su estructura, esta torre es, desde un punto de vista funcional y operativo, idéntica a cualquier otra torre de control instalada en el resto de los 47 aeropuertos que componen la red de Aena, ya que está dotada con los mismos sistemas necesarios para realizar con eficacia y seguridad las tareas de control de tráfico aéreo, pero adaptados a las reducidas medidas de espacio disponibles y dispuestos de manera modular. Y como en las demás, su instalación en el aeropuerto de Burgos ha supuesto también la realización de importantes trabajos de obra civil e infraestructuras para el acondicionamiento previo del terreno.

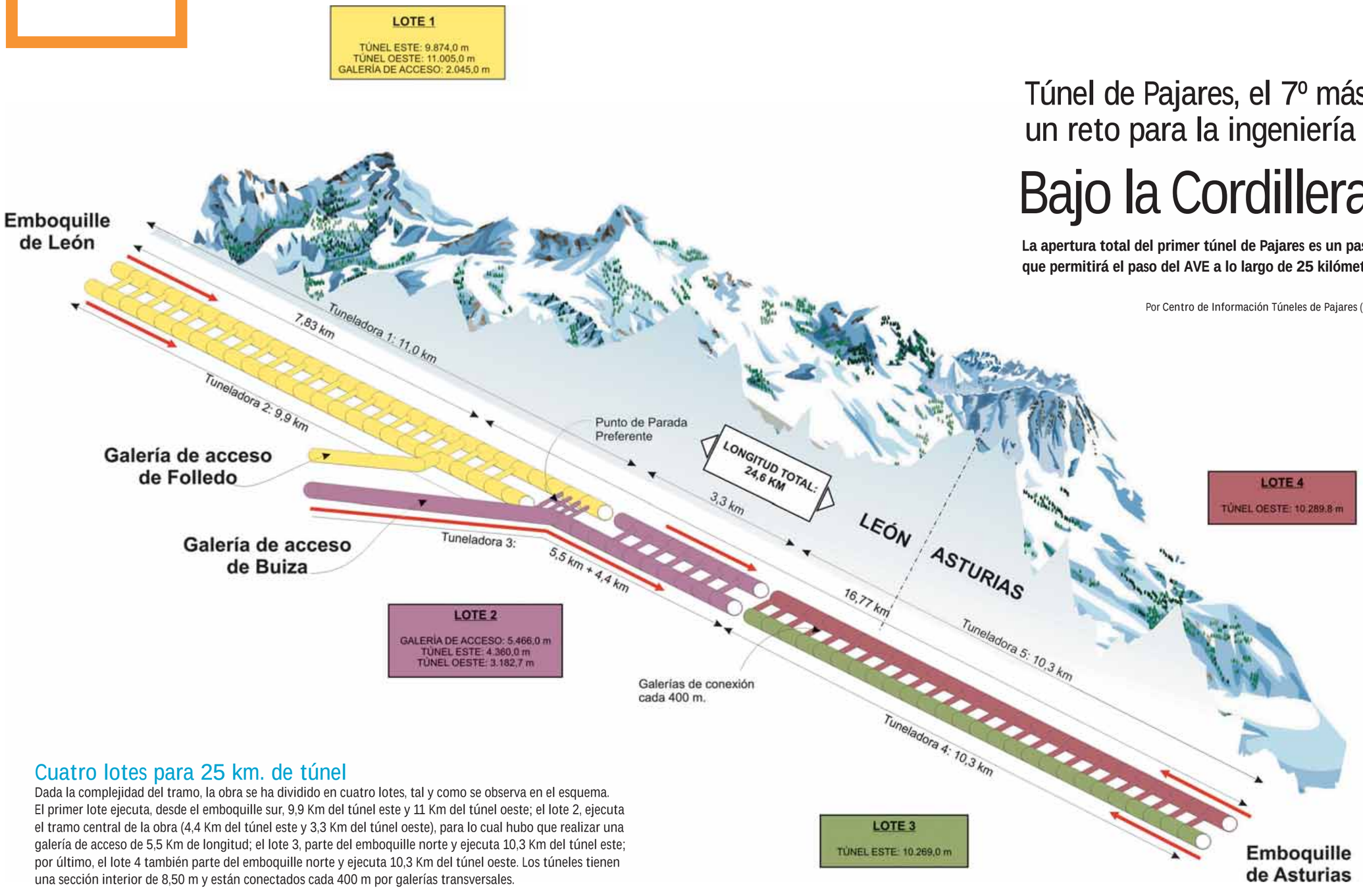
La estructura permite que la torre pueda ser diseñada a medida, según el espacio disponible

INECO TIFSA ha colaborado junto con la dirección del expediente por parte de Aena en las tareas de coordinación, supervisión del suministro, instalación y pruebas de aceptación de todo el equipamiento, siendo la principal responsable de realizar la coordinación técnica, así como la verificación y prueba del mismo, según los protocolos establecidos. Del mismo modo, la Agrupación ha participado en la supervisión del cumplimiento por parte de la torre modular de todos los requisitos funcionales y constructivos requeridos por los organismos competentes de Aena y así poder desempeñar labores como torre de control. Estos requerimientos están orientados, principalmente, a conseguir una visión adecuada de los circuitos del aeródromo y del área de maniobras por parte del personal de control –reduciendo al máximo, de ese modo, las reflexiones adversas en los cristales–; obtener el entorno más adecuado para realizar las funciones propias de control de tránsito aéreo, y proporcionar espacio suficiente para situar las consolas de trabajo y permitir los trabajos de mantenimiento. ■

Principales sistemas de control

1. Comunicaciones voz (SCV): gestiona las comunicaciones de la torre y asigna a cada posición de control los recursos disponibles mediante la conmutación interna de circuitos.
2. Posiciones de trabajo: dos puestos ubicados en el fanal, desde los que el personal de control accede a los recursos de comunicaciones disponibles a través de una interfaz constituida en un panel TFT táctil.
3. Comunicaciones radio: conjunto de equipos que permiten la transmisión y recepción de 4 frecuencias para las comunicaciones tierra-aire (controlador-piloto).
4. Grabación: capaz de registrar ininterrumpidamente todas las comunicaciones orales del nuevo sistema de comunicaciones de voz.
5. Horario: proporciona información horaria, con precisión, en todos los puestos operativos, así como en los distintos sistemas y equipos de la dependencia de control.
6. ICARO: facilita al personal de control la información de los planes de vuelo y, en general, todos los datos aeronáuticos necesarios.
7. Equipamiento complementario de control (último recurso radio y telefónico, sistema de información meteorológica):

necesario para desempeñar con normalidad las funciones de control de tráfico aéreo, incluso en el caso de situaciones de emergencia.
8. Otros servicios e instalaciones contemplados (alimentación, climatización, iluminación, sistema de extinción de incendios, sistema de alarma frente a una intrusión...): ajenos al control del tráfico aéreo, pero necesarios para completar la funcionalidad de la torre.



Cuatro lotes para 25 km. de túnel

Dada la complejidad del tramo, la obra se ha dividido en cuatro lotes, tal y como se observa en el esquema. El primer lote ejecuta, desde el emboquille sur, 9,9 Km del túnel este y 11 Km del túnel oeste; el lote 2, ejecuta el tramo central de la obra (4,4 Km del túnel este y 3,3 Km del túnel oeste), para lo cual hubo que realizar una galería de acceso de 5,5 Km de longitud; el lote 3, parte del emboquille norte y ejecuta 10,3 Km del túnel este; por último, el lote 4 también parte del emboquille norte y ejecuta 10,3 Km del túnel oeste. Los túneles tienen una sección interior de 8,50 m y están conectados cada 400 m por galerías transversales.

Túnel de Pajares, el 7º más largo del mundo: un reto para la ingeniería

Bajo la Cordillera Cantábrica

La apertura total del primer túnel de Pajares es un paso significativo en esta ingente obra que permitirá el paso del AVE a lo largo de 25 kilómetros subterráneos.

Por Centro de Información Túneles de Pajares (Obras y Mantenimiento).

Una vez finalizada la compleja excavación de los túneles bajo Pajares, prevista para mediados de 2009, quedarán por ejecutar los trabajos de impermeabilización y andenes, así como instalaciones de seguridad, vía y electrificación. Distintos equipos de INECO TIFSA colaboran con Adif en frentes diferentes: la dirección de obra, con la aportación de los dos directores del tramo, la asistencia técnica, el asesoramiento geológico-geotécnico durante la excavación, el estudio hidrogeológico del macizo, la dirección ambiental y, por último, el centro de Información de los Túneles de Pajares, dedicado a la organización de las visitas. Este último es también el equipo encargado de realizar el inventario informatizado y de supervisar la normalización de los proyectos *As Built*, de cara al mantenimiento posterior de la línea. Además, SIOS desarrolla un sistema de información geográfica para el seguimiento de la producción en túneles.

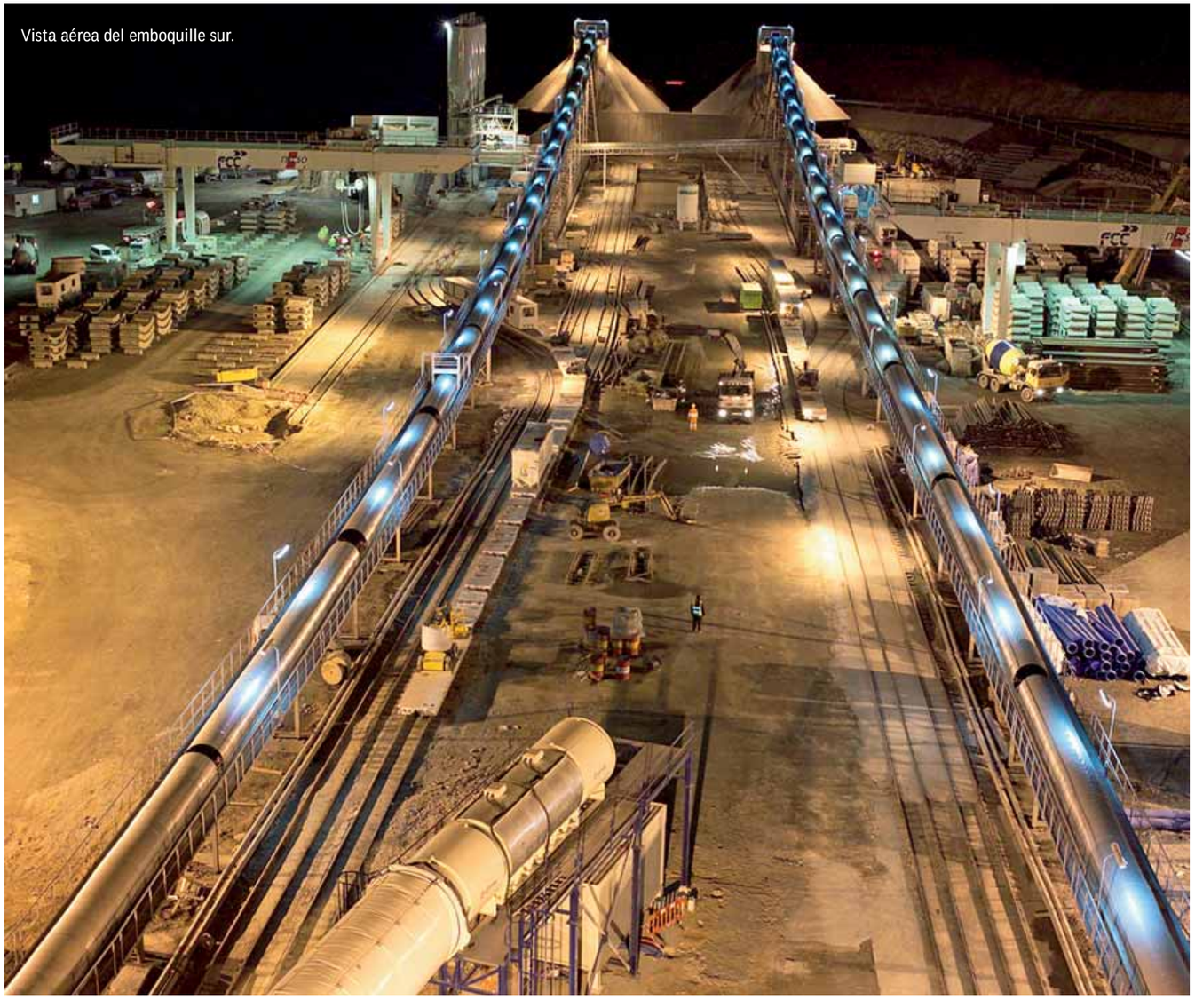
Una vez finalizada la obra, se permitirá el paso a través del macizo cantábrico de la nueva línea de Alta Velocidad León–Asturias, reduciéndose el recorrido actual de 83 a 50 kilómetros, que contará con doble vía en todo el trazado, en vez de la vía sencilla que existe actualmente. ■

→

DEPURACIÓN DE AGUAS

Las aguas procedentes de los túneles y de las plantas de fabricación de dovelas son tratadas previamente a su vertido al cauce natural, evitando así la afectación sobre el mismo. Para ello, se han construido estaciones depuradoras de aguas residuales industriales (EDARI), tanto en los emboquilles como en las plantas de dovelas.

➔



Vista aérea del emboquille sur.

Tuneladora del lote 2.

Planta de dovelas.

Cinco tuneladoras

Para la excavación de los túneles de Pajares, ha sido necesario el empleo de cinco tuneladoras. En concreto en el túnel este, han trabajado tres TBM diferentes: una NFM–Wirth en la parte sur (Lote 1), una Herrenknecht doble escudo en el tramo central del túnel (lote 2) y otra NFM–Wirth en la zona norte (lote 3). Con estas máquinas se han conseguido unos rendimientos medios de unos 600 metros mensuales.

Emboquille

Este método de ejecución por máquinas tuneladoras requiere de una amplia zona de instalaciones en el exterior de los túneles. En ella, se dispone una playa de vías para la circulación de los trenes de producción, talleres, subestación eléctrica, acopio de anillos y materiales varios, zona de descarga de material excavado, etc.
El emboquille es suavizado una vez se termina el falso túnel, para adaptarlo a las condiciones del paisaje.

Dovelas

La fabricación del sostenimiento del túnel se ha realizado también en obra, con una planta de fabricación de dovelas por lote. Cada anillo de revestimiento está formado por 7 dovelas de 50 cm de espesor, con resistencias variables entre 40 MPa y 110 MPa. Los anillos son transportados posteriormente hasta las TBM, donde son colocados por la propia máquina, de tal manera que, al paso de la misma, el túnel queda completamente terminado.

OBJETIVO CUMPLIDO

El cale del túnel se produjo el pasado 13 de septiembre, cuando la máquina del lote 3 se encontró con la TBM del lote 2. En la actualidad se están desmontando todas las tuneladoras excepto la del lote 4. En la imagen, salida del túnel en Buiza.

→

Vertedero de Asturias.

Emboquille Asturias.

Túnel del lote 3.

Control de residuos

Todo el material extraído durante la excavación es transportado a depósitos controlados de residuos inertes. En el emboquille norte (Asturias), la Declaración de Impacto Ambiental impuso que el transporte entre playa de vías y vertedero se realizase por cinta transportadora, evitándose así la circulación de camiones por la carretera LE-8.

Frentes de excavación

La excavación del túnel este, recién finalizado, se ha acometido desde tres frentes diferentes:
- desde la boca sur, el lote 1 ha excavado 9,9 Km.
- desde la boca norte, el lote 3 ha excavado 10,3 Km
- el lote 2 ha excavado el tramo central de 4,4 Km, para lo cual ha tenido que realizar, también con TBM, una galería de acceso de 5,5 Km.

Una gran actuación

Los túneles de Pajares se engloban dentro de una obra de mayor longitud y envergadura denominada Variante de Pajares. En total, son 50 Km de vía de Alta Velocidad que permiten reducir la distancia actual en unos 35 Km; si a esto se une el aumento de la velocidad de circulación (hasta 300 Km/h), el resultado final es una disminución considerable de los tiempos de viaje en una hora y cuarto.

ESTACIÓN DE LUZ EN BRASIL

Este edificio, perteneciente al sistema de trenes metropolitanos de Sao Paulo, es el centro neurálgico de la red ferroviaria de la ciudad. Conectado con dos líneas de metro, se plantea ahora una futura línea de tren al aeropuerto. Alberga, además, el Museo de la Lengua Portuguesa y está conectada por un túnel a la Pinacoteca de São Paulo.

Jorge Rebelo

Gerente de Proyectos del Banco Mundial

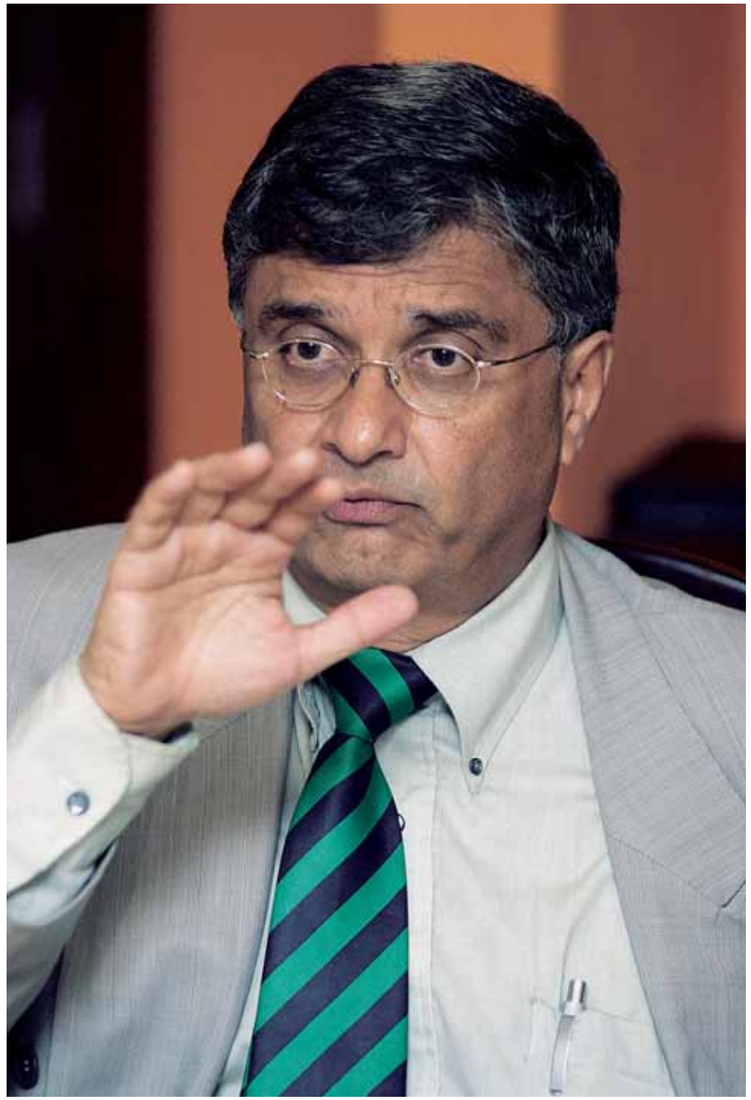
“Los proyectos financiados por el BIRD mejoran la calidad de vida de miles de personas”

Especialista Principal en transporte para América Latina, lleva más de dos décadas trabajando para el Banco Mundial, la entidad que tiene como principal objetivo aliviar la pobreza en todo el mundo.

En la conferencia de Bretton Woods, 1944, se creó el Banco Mundial (BIRD), del que Jorge Rebelo forma parte desde hace más de 20 años. La entidad la conforman cinco instituciones diferentes y tiene 10.000 empleados repartidos en oficinas por todo el mundo, con sede central en Washington D.C. El año pasado, el Banco Mundial proporcionó 23.600 millones de dólares para 279 proyectos en países en desarrollo para reducir la pobreza. En la actualidad, el Banco participa en 1.800 proyectos que abarcan áreas muy distintas.

¿Cómo han evolucionado los proyectos de transporte en estos últimos años?

En los proyectos de transporte del Banco Mundial domina el sector vial. La mayoría de los que hemos realizado son de carreteras y, en mucha menor proporción, en el transporte urbano. Sin embargo, en los últimos diez años ha crecido el número de proyectos de transporte urbano, tanto en ferrocarriles, como metros o Bus Rapid Transit Systems (BRTs).



El Banco Mundial funciona como una cooperativa donde los países miembros son los principales accionistas

¿Ha cambiado mucho el mapa geográfico de actuaciones en estos años?

No, en el caso de Sudamérica, unas veces hay más préstamos para Brasil y, otras, más para Argentina. En cambio, México tiene pocos proyectos financiados por nosotros en transporte, ya que, al igual que Chile, lo que se busca es un mayor apoyo en cuestiones de asistencia técnica.

¿Cuál es el objetivo de sus proyectos en estos países? ¿Cómo cree que podemos contribuir más las empresas de ingeniería al desarrollo de los países pobres?

Desde el Banco Mundial, se pretende mejorar la calidad de vida de las personas con nuestro trabajo, particularmente de las que tienen menores ingresos. Las empresas de ingeniería, por su parte, deberían hacer más análisis imparciales de Public Private Partnership (PPPs) y hacerlos llegar a los políticos responsables.

→

El Banco Mundial financiará la consultoría para el proyecto de modernización del sistema de Trenes Metropolitanos de São Paulo, recientemente adjudicado a la Agrupación

INECO TIFSA, EN SUDAMÉRICA

Desde 1988, la Agrupación ha desarrollado distintos trabajos financiados por el Banco Mundial, como los realizados para los Ferrocarriles Nacionales de Colombia y los cercanías de São Paulo. En la imagen, una vista aérea de Bogotá.

¿En qué proyectos están trabajando en la actualidad?

Actualmente, estamos llevando a cabo muchos proyectos en América Latina. En Brasil, se están realizando la Línea 4 del Metro de São Paulo y el proyecto de adquisición de Trenes y Sistemas para el metro de São Paulo y la Compañía Paulista de Trenes Metropolitanos. Estamos igualmente preparando la la fase 2 de la Línea 4 del metro de São Paulo y un proyecto de Adquisición de trenes para el sistema suburbano de trenes de Río de Janeiro (SuperVia). En Argentina, se continúa con los trabajos del Proyecto de Transporte Urbano de Buenos Aires (PTUBA), en Bogotá estamos financiando el estudio de factibilidad del metro de Bogotá mientras que, en Chile, se sigue con los trabajos del Transantiago.

¿Invierten también en el desarrollo del transporte en autobús en las ciudades?

Efectivamente, estamos también con el carril bus de la ciudad de Lima en Perú, la continuación del Transmilenio, el carril bus en varias ciudades colombianas, y el sistema de autobuses en vía reservada de Panamá. Además, participamos en diferentes asistencias técnicas en México.

¿Cuáles son las dificultades para que se implanten los proyectos financiados por el Banco en América Latina?

Cuando realizamos un proyecto nos encontramos con diversos problemas. La falta de continuidad en las inversiones, las restricciones fiscales, la falta de coordinación o la falta de empeño de los gobernantes para apadrinar un programa continuado a largo plazo, son algunas de las principales dificultades que tenemos que superar.

En su estudio sobre *el impacto de la línea 4 del metro de São Paulo en la pobreza de la Región* destaca la gran importancia estratégica de un medio de transporte sencillo para lograr la integración social y urbana de ciudadanos que viven en la extrema pobreza. ¿Qué datos tienen de aquel proyecto?

Lo cierto es que todavía no está cerrado totalmente este estudio, ya que seguimos obteniendo los datos que nos servirán para comparar la situación después de que la Línea 4 empiece a funcionar. Se trata de un estudio muy importante, ya que nos servirá para verificar cuál ha sido el impacto sobre la pobreza y los precios de los inmuebles de la zona.

¿Qué opinión le merecen las PPP (Public Private Partnership) en América Latina?

Debemos hacer muchas más, ya que su labor es esencial, pero si los gobiernos disponen de fondos, se tendría que considerar la opción de otorgar más concesiones en vez de PPP, ya que estos últimos requieren mayores garantías y mitigaciones de riesgo.

Brasil es uno de los países donde se financian más proyectos: la línea 4 de la Compañía Paulista de Trenes Metropolitanos, la fase 2 de la línea 4 del Expreso Este en São Paulo y los Supervía en los Cercanías de Río de Janeiro.

¿Tienen en curso proyectos del Protocolo de Kyoto que financien trabajos que generen un ahorro adicional de emisiones (Mecanismo de Desarrollo Limpio)?

Si, el Banco está trabajando en varios proyectos GEF (Global Enviroment Facility) en Chile y Argentina y se encuentra en pleno desarrollo de otro en el ámbito regional para Brasil y Mexico.

¿Cómo valora la dimensión internacional adquirida por INECO TIFSA en el contexto de los proyectos financiados por el Banco Mundial?

INECO TIFSA ha trabajado en varios proyectos financiados por el Banco Mundial, como, por ejemplo, en la Compañía Brasilera de Trenes Urbanos (CBTU) o la Compañía Paulista de Trenes Metropolitanos (CPTM). Es muy importante su participación e implicación y una oportunidad excelente para su expansión y para la divulgación de los éxitos de la ingeniería española. ■

UN BOSQUE BAJO TECHO

Fiel a su propósito de reflejar en sus instalaciones la vida, la ciencia y la evolución, la Academia de las Ciencias de California ha conseguido reproducir dentro de este edificio un bosque tropical.
El mantenimiento del mismo requiere unos niveles constantes de luz y temperatura, un microclima muy específico que se consigue gracias a los materiales utilizados y a la estructura del edificio.

El museo más ecológico del mundo abre sus puertas en San Francisco

La Academia de las Ciencias de California (EE.UU) ha inaugurado su nueva sede en San Francisco, un revolucionario edificio diseñado por el arquitecto italiano Renzo Piano.

Este museo es un regalo a nuestros hijos y a las próximas generaciones, una herramienta para que la siguiente generación se enfrente al problema de que la Tierra necesita ayuda". El arquitecto Renzo Piano reconoció que se enamoró del proyecto de la nueva sede de la Academia de las Ciencias de California en cuanto supo de él, y que pasó largas horas reflexionando sobre la mejor manera de incorporarlo al entorno del parque Golden Gate donde se encuentra.
La nueva sede de la Academia ha costado casi 500 millones de dólares (342 millones de euros). Se espera que se convierta en el primer museo en ganar la certificación LEED platino del US Green Building Council, que evalúa lo *verdes* que son los edificios. El museo ha sido diseñado para investigar dos cuestiones básicas: ¿cómo evolucionó la vida? y ¿cómo sobreviviremos?, e incluye exposiciones sobre los efectos del cambio climático en California y la evolución de las especies en Madagascar y las Islas Galápagos.

Vanguardia 'verde'

El resultado final es un elegante edificio de cristal y techo ondulado que parece haber crecido de forma natural en el parque. Ésa era exactamente la intención de Piano: "Levanté el parque Golden Gate, puse el edificio debajo y coloqué de nuevo el césped encima". Todo el tejado -una superficie ondulada de 10.000 m², en homenaje a las colinas de San Francisco- está cubierto por plantas y flores autóctonas, un techo viviente que mantiene fresco el interior del edificio, a la vez que recoge unos 13 millones de litros de agua al año que se reutiliza, en gran parte, para uso del museo. En el interior, la temperatura es fresca pese al calor de la calle y sólo hay aire acondicionado en unas pocas zonas. También se han utilizado sistemas de ventilación que permiten la entrada y salida del aire. En el techo de cristal, compuertas y cortinillas controladas con un sistema computerizado se abren y se cierran para mantener la temperatura adecuada dentro del recinto y facilitar el paso de la brisa del Pacífico.
El reciclaje ha sido prioritario en el diseño, ya que se utilizaron pantalones vaqueros viejos para el aislamiento de los muros. Además, el museo está rodeado de una marquesina de cristal en la que se han integrado células fotovoltaicas, con las que el edificio genera un 15% de la energía eléctrica que consume. El cristal es uno de los materiales principales en la estructura del luminoso museo, y desde casi todos sus rincones se puede ver el parque que lo rodea, un aspecto que destaca Salvador Acevedo, un portavoz de la Academia: "Los museos de Ciencias Naturales suelen ser sitios oscuros, cerrados, con vitrinas llenas de cosas muertas y polvorientas... El propósito de este diseño es que se tratara de un edificio abierto a la naturaleza". ■

Expectación en la apertura

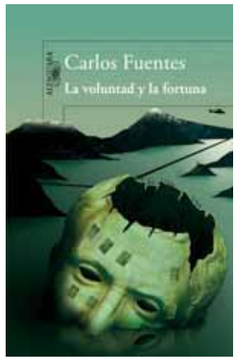
Las primeras personas llegaron a las 5:30 de la mañana y esperaron pacientemente a la inminente inauguración horas más tarde. Desde primeras horas, cientos de personas recorrían ya las instalaciones, que incluyen un impresionante acuario -centrado en las especies del norte de California y los arrecifes de coral filipinos-, un planetario, una fiel reproducción de un bosque tropical y una zona dedicada al continente africano. Éste es un ejemplo más de que la evolución humana ha logrado grandes aciertos.

Agenda

LIBROS

NOVELA / LA VOLUNTAD Y LA FORTUNA

En boca de un cadáver



Envidiable en su vigor e incansable en su constante planear sobre el paisaje mexicano, Carlos Fuentes festeja su 80 cumpleaños con esta nueva obra, de la que asegura que se trata de su mejor novela. Con una historia tensa que guarda paralelismos con las tragedias griegas, el autor traza una horquilla de cinco décadas de vida y localiza la trama en la capital del país.

"Vi lo que es el poder: una mirada de tigre que te hace bajar los ojos y sentir miedo y vergüenza". La narración corre a cargo de una cabeza segada que, mecida por las olas de una playa, rememora y divaga. Pertenece a Josué Nadal, uno de los dos personajes principales, que reconstruye su adolescencia compartida con su amigo Jericó. Junto a ellos, numerosos personajes pueblan una novela que también aparece acuchillada en las luchas por un poder que ha sido asumido por delincuentes.

Con este nuevo título, el autor mexicano -galardonado con el Premio Cervantes y el Príncipe de Asturias- rasca la veta abierta hace 50 años con *La región más transparente*, una obra que marcó profundamente la literatura de su país y cortó el aliento de los lectores a ambos lados del Atlántico.

En esta confluencia de efemérides, 2008 será el año de Carlos Fuentes, uno de los escritores más sólidos de la América hispanohablante y figura cumbre del llamado *boom latinoamericano*. ■

La voluntad de un cadáver
CARLOS FUENTES
560 páginas — 19 euros
ALFAGUARA

ENSAYO

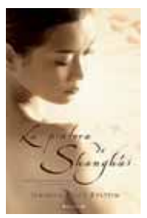
PLENO DESEMPLEO
Massimo Gaggi y Edoardo Narduzzi

Tras *El fin de la clase media*, los observadores del cambiante orden económico vuelven a la carga con un texto de prospección sobre las vicisitudes del trabajo asalariado. En esta nueva obra, los autores italianos analizan datos, vislumbran los derroteros futuros de las relaciones laborales y vaticinan cómo será el empleo en las sociedades reorientadas hacia los servicios personalizados. Básico para entender las tendencias de la economía globalizada.
Lengua de Trapo

MITOLOGÍA
Edith Hamilton
Completísimo manual de consulta que recoge todos los mitos griegos, romanos y nórdicos. Una obra imprescindible, definitiva, e iluminada por las ilustraciones del reconocido artista Abraham Lacalle.
Turner

LOS OBJETOS NOS LLAMAN
Juan José Millás
El Millás más brillante se derrama generoso sobre esta colección de relatos breves, deliciosos como golosinas literarias impregnadas de misterio que guardan un relleno con sabor a sorpresa.
Seix Barral

AFTER DARK
Haruki Murakami
El venerado autor japonés, uno de los más reconocidos fuera de su país, compone con un estilo literario, próximo a la imagen de una webcam, un fondo nocturno habitado por deshilvanados personajes.
Tusquets



LA PINTORA DE SHANGHAI
Jennifer Epstein
Pan Yuliang fue una de las artistas más provocativas de la China prerrevolucionaria. El acercamiento novelado a su figura recrea su historia como prostituta y concubina, su vocación pictórica y el desgarro de su corazón.
Ediciones B

Cumplimos 40 años abriendo caminos, diseñando el futuro.

Hace 40 años, todo eran retos. En Ineco Tifsa hemos crecido al paso de una sociedad en constante evolución en lo que a infraestructuras se refiere, ofreciendo soluciones integrales e incorporando la tecnología más avanzada. Durante estos años hemos trabajado en más de 25 países, consolidándonos como referente en el sector de la ingeniería y consultoría de transporte.
40 años después seguimos afrontando nuevos retos. Gracias a todos los que nos habéis acompañado en este camino.

INECO TIFSA
40 & 25 Aniversario

Porque está cómodo, porque llegará puntual, porque sabe que tendrá el hotel que deseaba y que un gran equipo de profesionales está pendiente de que todo salga bien, mientras que la cuenta de viajes de su empresa se optimiza. Y tú... ¿no estarías tranquilo?

En Viajes Iberia Business Travel, te lo ponemos fácil

VIAJES IBERIA
BUSINESS TRAVEL

902 228 022

viajesiberiabusiness.com