

Propósito de la Revista de Obras Públicas

La Revista de Obras Públicas es, básicamente, una revista de carácter técnico, que pertenece al mundo cultural de la Ingeniería Civil.

Órgano Profesional de los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, su ámbito de divulgación es, pues, tanto el colectivo de éstos como el de su entorno técnico, científico, económico, cultural y social directamente ligado al mismo, de manera que los artículos que en ella se publican presenten el máximo interés para todos sus potenciales lectores.

Tal ha sido su línea editorial desde su fundación en 1853, y su objetivo sigue siendo continuar e innovar esa línea de reflexión sobre el oficio.

Así, la ROP, dentro de su contenido técnico, se adentra en un mundo más amplio que el de las revistas puramente científicas (cuyo objetivo, de mayor especialización, es el de dar a conocer de manera exclusiva tecnologías muy específicas y trabajos de investigación), atendiendo al ingeniero proyectista y al constructor, al mundo de las enseñanzas técnicas y al de las actividades profesionales, así como a las relaciones de la ciencia, la técnica y la cultura con la política sectorial y la sociedad civil.

Sumario

nº 3.462 • Año 153 • Enero 2006

Editorial

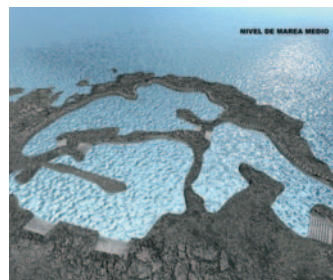
5

La línea férrea Figueres-Perpiñán
[The Figueres-Perpignan Railway Line]

Ciencia y Técnica de la Ingeniería Civil

7-20

Ejecución de galerías de conexión
entre túneles paralelos en terrenos difíciles
[Construction of connection galleries
between twin tubes in difficult terrain]
Jorge Bueno Gallego



21-32

La Charca Mareal Artificial de Agaete
(Isla de Gran Canaria)
[Agaete's Artificial Tidal Pool
(Gran Canaria, Canary Islands)]
Enrique Copeiro del Villar Martínez
Miguel Ángel García Campos

33-40

Dos Modelos de Distribución de Viajes:
Modelo de Entropía (Hyman) versus
Triproporcional a través de una aplicación
en la Ciudad de Concepción (Chile)
[Two Models of Trips Distribution:
Entropy Model versus Triproportional
Model. Application in the City
of Concepción (Chile)]
José Luis Moura Berodia,
Ángel Ibeas Portilla,
Luigi dell'Olio,
Ángel Vega Zamanillo



41-46

Autogiros: su asombroso comportamiento
frente a las ráfagas de viento
[Autogiros and their amazing
behaviour in wind gusts]
Antonio Angulo Álvarez

Secciones

Actividad del Ingeniero 47
La ROP hace 150 años 49
La ROP hace 100 años 51
La ROP hace 50 años 53
Informaciones [páginas amarillas] 63

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS



Obra y Proyectos de Actualidad

75-82

Trazado de la línea de alta velocidad
ferroviaria Figueres-Perpiñán
[Arrangement of the Figueres-Perpignan
high speed rail line]
Dpto. de Marketing y
Comunicación de TP Ferro



Índices 2005

Números
3.451 a 3.461

Se admiten comentarios a los artículos publicados en el presente número, que deberán ser remitidos a la redacción de la ROP antes del 30 de marzo de 2006.

DIRECCIÓN

Director:
Juan Antonio Becerril Bustamante

Secretaría General:
Mónica Baeza Ochoa de Ocariz

Redactores Jefes:
Juan A. Sánchez Rey
Juan Pablo Mañueco Grinda

Maquetación:
José Luis Saura

Redacción:

Jesús Benito Torres
Gloria Martín Sicilia

Redacción y Publicidad:
Almagro, 42.
28010 Madrid.
Tel.: 91.308.19.88
Fax: 91.319.15.31

Edita:
Colegio de Ingenieros
de Caminos,
Canales y Puertos.

Imprime:

Graffoffset SL impresores.

Depósito Legal: M-156-1958.
ISSN: 0034-8619.
rop@ciccp.es
www.ciccp.es/rop/index.htm

Suscripciones:
suscripcionesrop@ciccp.es

Esta revista no se hace necesariamente
solidaria de las opiniones expresadas
por sus colaboradores.

Publicación decana de la prensa española no diaria. Fundada en 1853

dos números monográficos

sobre la
innovación
en España



Pedidos a
Revista de Obras Públicas
Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Almagro 42 28010 Madrid
Tel.: 91.308.19.88
Fax: 91.319.15.31
rop@ciccp.es



CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN

Presidente:

D. José Antonio Torroja Cavanillas

Vocales:

Miguel Aguiló Alonso

Luis Berga Casafont

Íñigo Losada Rodríguez

Julio Martínez Calzón

Juan Manuel Morón García (†)

Edelmiro Rúa Álvarez

Clemente Saenz Ridruejo

Florentino Santos García

Benjamín Suárez Arroyo

Director:

Juan Antonio Becerril Bustamante

COMISIÓN DE EXPERTOS

Federico Bonet Zapater

Javier Botella Atienza

Gerardo Cruz Jimena

Javier Díez González

José Luis Gómez Ordoñez

Santiago Hernández Fernández

Antonio Huerta Cerezuela

Ernesto Hontoria García

Javier Manterola Armisen

Manuel Melis Maynar

Felipe Mendaña Saavedra

Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra

Carlos Oteo Mazo

Mariano Palancar Penella

Santiago Pérez-Fadón Martínez

Ángel Pérez Jamar

José Polimón López

José Rubio Bosch

Javier Rui-Wamba Martija

Fernando Sáenz Ridruejo

Andrés Sahuquillo Herraiz

Francisco Javier Samper Calvete

Vicente Sánchez Gálvez

Antonio Soriano Peña

Pedro Suárez Bores

Ignacio Tejero Monzón

Javier Torres Ruiz

Santiago Uriel Romero

Eugenio Vallarino y

Cánovas del Castillo

COMITÉ EDITORIAL

Francisco Javier Asencio Marchante

Antonio de las Casas Gómez

Mónica Baeza Ochoa de Ocariz

Juan Antonio Becerril Bustamante

Francisco Esteban Rodríguez-Sedano

Rafael Izquierdo de Bartolomé

Juan Rodríguez de la Rua

Editorial

La línea férrea Figueres-Perpiñán

Con las obras en marcha, especialmente las correspondientes al Túnel del Pertús, se hace realidad un nuevo paso fronterizo entre España y Francia, resultado de la política de ampliar las comunicaciones entre los dos países y cuyo otro exponente es el Túnel de Somport.

Varias veces hemos comentado en estas páginas que nuestro aislamiento del resto de Europa –tópico muy usado en el siglo pasado y afortunadamente hoy superado– se debía fundamentalmente bien a la dificultosa orografía de la región pirenaica, bien a los cauces fluviales de la frontera portuguesa, bien a la circunstancia de ser el país europeo con mayor longitud de costas.

Así, los enlaces con el exterior debían resolverse con tres clases de infraestructuras: túneles, puentes y puertos. Y esta política afrontada ya hace años, está empezando a dar sus frutos, habiéndose construido puentes que nos enlazan mejor con Portugal; túneles que mejorarán los intercambios con Francia; y múltiples obras de mejora de nuestros puertos, que van a dar así origen a las autopistas del mar.

Estas ideas, tan simples como difíciles de llevar a cabo, tienen desde hace un año un nuevo y destacado ejemplo: superados ya los trámites diplomáticos y administrativos, se firmó en febrero de 2004 el contrato de concesión de la línea Figueres – Perpiñán, tramo decisivo en la red europea de la Alta Velocidad. Se trata de la segunda ocasión en Europa, tras el Túnel de La Mancha, en que dos Estados otorgan una obra binacional en régimen de concesión a un consorcio privado.

El tramo internacional que está en construcción, tiene una longitud de 44,4 kilómetros y permitirá, en 2009, realizar el trayecto Barcelona – París en 5h 30m. En este tramo la pieza clave de la Línea es el túnel del Pertús, cuya realización ya está avanzada y que con sus 8,3 kilómetros dará plazo a la obra de manera que pueda cumplir el plazo señalado.

El importe total de la inversión asciende a 1.096,7 millones de euros, de los que el 57% será financiado por los gobiernos de España y Francia así como por la Unión Europea, mientras que el resto lo será por el concesionario.

Se trata, pues, de una de las obras de mayor importancia de las que se desarrollan en la actualidad y forma parte de un contexto que, cada vez más, tiende a incorporarnos, como debía ser, al resto de la UE. Ojalá esto se hubiese producido hace ya muchos años. No pudo ser por razones que aquí no procede citar, pero sí debemos hacer votos porque esta política de acercamiento a lo que, de verdad es nuestro mundo, siga progresando y no existan nuevas situaciones que supongan pasos en otra dirección. ♦



Máster en Gestión de Infraestructuras y Servicios Públicos

**ABIERTO PLAZO DE
RECEPCIÓN DE SOLICITUDES**

Máster Universitario



*University Master in
Infrastructure and
Utilities Management*



**Duración:
500 horas lectivas**

**Fechas:
desde septiembre 2006 a junio 2007**

INFORMACIÓN E INSCRIPCIÓN

Colegio de Ingenieros de Caminos
Carmen Benavente

C/ Almagro, 42 28010 Madrid

Tel.: 91 308 19 88

e-mail: master.infraestructuras@ciccp.es

www.csg-master.com



COLEGIO DE INGENIEROS DE
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

Ejecución de galerías de conexión entre túneles paralelos en terrenos difíciles

Construction of connection galleries between twin tubes in difficult terrain

Jorge Bueno Gallego. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
División de Túneles y Obras Subterráneas de INTECSA-INARSA S.A. jbueno@intecsa-inarsa.es

Resumen: Se están implantando altas medidas de seguridad en la construcción de túneles paralelos para líneas de alta velocidad ferroviaria en España, de modo que cualquier tipo de actividad de la obra no genere situaciones que pongan en peligro la integridad de los trabajadores. Una de estas medidas es la de simultaneizar la construcción de los túneles principales con las galerías de evacuación que los conectan. Y para que esto se pueda llevar a cabo en terrenos difíciles, es necesario diseñar nuevas soluciones para ejecutar estas galerías y sus entronques, reduciendo al mínimo las interferencias con la ejecución de los túneles principales.

Palabras Clave: Túnel, Galería, Entronque, Simultaneidad

Abstract: Important safety measures have recently been introduced in the construction of high speed railway tunnels in Spain. The purpose is the reduction to the minimum the potential damage caused by any work activity or dangerous situation which can take place at the site. One of these measures consists in holding at the same time the construction of the main tunnels and the cross passages which connect the former. To carry out this objective in grounds with low geotechnical properties, is necessary to design new solutions that differ substantially from those established before.

Keywords: Tunnel, Cross passage, Junction, Simultaneity

1. Introducción

Se presentan a continuación soluciones a adoptar en la ejecución de entronques de galerías transversales de conexión de túneles paralelos en terrenos difíciles. Esta construcción de los entronques se debe llevar a cabo durante la construcción de los túneles principales para dotarles de seguridad frente a posibles incidentes en el transcurso de la obra. Esta determinación de simultaneizar la ejecución se tomó a raíz del incidente ocurrido en Agosto de 2003 en las obras de 2 túneles paralelos. Además no sólo se decidió aplicarlo a los túneles futuros, sino que también se aplicó a los túneles que había en construcción en ese momento, como es el caso de los túneles de Abdalajís dentro de la línea de alta velocidad Córdoba-Málaga.

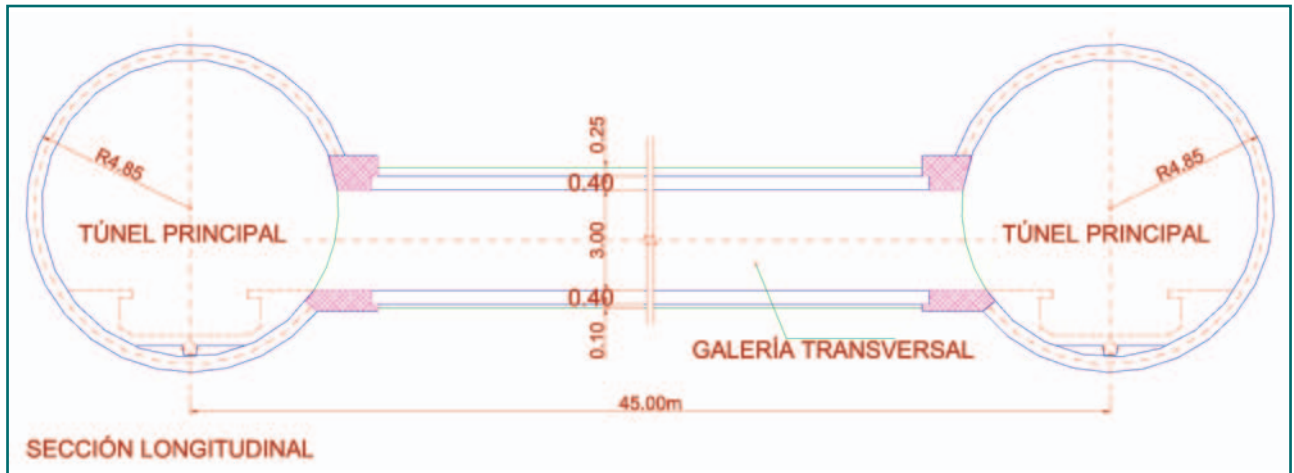
Estos túneles consisten en 2 tubos paralelos separados 30 m entre ejes, de 4,4 m de radio interior y de 7 km de longitud.

1. Introduction

A number of solutions are presented for the construction of intersections between parallel tubes and connecting cross galleries in difficult terrain. The construction of these connections should be carried out during the driving of the main tunnels in order to safeguard against possible accidents during the course of the work. This decision to coincide construction work has come about as a result of the incident which occurred in August 2003 during work on two parallel tunnels. As well as applying this strategy to all future tunnels it was considered necessary to adopt these solutions in all tunnels under construction at the present time. This being the case of the Abdalajis tunnels on the Cordoba-Malaga high speed railway line.

These tunnels consist of 2 seven kilometre long parallel tubes with a 4.4 m internal radius and set 30 m apart between centrelines.

Fig. 1. Sección longitudinal por el eje de la galería/Longitudinal section through the centreline of the gallery.



Los túneles son los más largos del citado tramo y discurren por la sierra del Valle de Abdalajís en Álora (Málaga), de 1.000 m de altitud, a la cota 420 m sobre el nivel del mar, lo que supone una cobertura máxima de 580 m.

Como breve descripción del proyecto se puede citar que estos túneles paralelos y de vía sencilla presentan un diámetro libre de 8,8 m, y precisan un diámetro de excavación de 10 m ya que van revestidos con dovelas prefabricadas de hormigón armado. Todos los detalles explicativos del proyecto están publicados en la ROP nº 3450 de Diciembre de 2004, por lo tanto, se remite al lector interesado en ellos a que acuda al citado número.

2. Descripción geológica

La geología de la sierra del Valle de Abdalajís, Álora (Málaga), es de las más complejas de la Península Ibérica presentando alternancias de rocas de gran dureza junto con zonas de rocas blandas, múltiples fallas de 10 a 100 m de longitud, así como formaciones con materiales potencialmente expansivos y con presencia de sulfatos.

Los túneles de Abdalajís se sitúan en la cordillera Bética (perteneciente a la orogenia alpina) que forma parte del arco de Gibraltar. Ha sido afectada por una serie de acciones tectónicas que hacen que su geología sea extremadamente compleja. Se distinguen básicamente 2 zonas:

- externas, que se extienden hacia el interior y están limitadas por el Valle del Guadalquivir con predominio de rocas sedimentarias.
- internas, que se extienden hacia la zona costera, con existencia de grandes cabalgamientos sobre las zonas externas. Existen varios complejos diferenciados: Nevado-Filábride, Alpujarride y Maláguide, predominando las rocas de génesis arcillosa.

These tunnels are the longest tunnels on the Cordoba-Málaga line and run through the 1,000 m high sierra of the Abdalajis Valley in Alora (Málaga) at 420 m above sea level and have a maximum ensuing cover of 580 m.

The project consists of parallel tunnels for single track railway with clear internal diameters of 8.8 m. This requires a total excavated diameter of 10 m as the tunnels are lined with prefabricated reinforced concrete ring segments. Full details of this project were published in No. 3450 of this Journal in December 2004 and the interested reader may readily refer to this edition for further information.

2. Geological description

The geology of the sierra of the Valle de Abdalajis, Alora (Málaga) is one of the most complex in the Iberian Peninsula, with areas of very hard rock alternating with areas of soft rock. The zone is riddled with faults of between 10 and 100 m long and reveals formations with potentially expansive materials and containing sulphates.

The Abdalajis tunnels are set in the Bética cordillera (pertaining to the Alpine orogeny) which form part of the Gibraltar arc. The range has been affected by a series of tectonic actions which have led to an extremely complex geology. Two main areas may be established:

- *External areas, extending from the interior and bordered by the Guadalquivir valley with a predominance of sedimentary rocks.*
- *Internal areas, spreading towards the coastal area with the presence of large overthrust faults over the outer areas. There are various different units: Nevado-Filabride, Alpujarride and Malaguide, predominated by clay-bearing rocks.*

Así, la excavación de los túneles se ha comenzado por la boca sur atravesando las formaciones Almogía, Morales y Tonosa, que corresponden a grauwacas, pizarras y areniscas, y cuarcitas. Posteriormente se presentan formaciones más arcillosas (arcillas variegadas) para luego pasar a calizas, dolomías y alguna franja de yesos.

Esta alternancia de formaciones calizas, dolomíticas y arcillosas se presenta en toda la longitud del túnel, previéndose la aparición de fallas entre cada una de ellas, en algunas ocasiones. La presencia de agua es esperable sólo en las zonas de falla, aunque en algunos lugares el nivel freático se sitúa hasta 280 m por encima del túnel, como se ha constatado en la campaña de sondeos.

3. Revestimiento del túnel

Tanto el sostenimiento como el revestimiento del túnel son importantes tenerlos en cuenta puesto que para hacer los entronques hay que demolerlos, y además los resultados del dimensionamiento de ambos se utilizan para el cálculo de los entronques. En los túneles de Abdalajis, el sostenimiento y revestimiento se lleva a cabo con dovelas prefabricadas de hormigón armado de 45 cm de espesor, utilizando para algunos tramos hormigones de alta resistencia debido a las grandes compresiones esperadas.

El cálculo de las dovelas se realizó mediante un modelo de elementos finitos en 2 dimensiones. Este modelo refleja las características geométricas de los túneles así como las características geotécnicas de los terrenos en varias secciones del túnel. Además se ha considerado el desfase de ejecución de ambos túneles, que implica el aumento del terreno plastificado y, por lo tanto, de la carga a soportar por los túneles. Como consecuencia de los resultados obtenidos se dividió la totalidad del túnel en varios tramos donde se colocarían 4 tipos de dovelas, que se diferenciaban en el hormigón utilizado y la cuantía de armadura dispuesta, según se muestra en la tabla 1.

Los tipos de dovela A, B y C se colocaron en los tramos en que el axil resultante del cálculo era inferior al axil resistente, dejando el último tipo para situaciones excepcionales. Un esquema del anillo de dovelas se muestra en la figura 2.

Tabla 1: Tipos de dovelas utilizadas Table 1. Types of ring segment employed		
Dovela Ring Segment	Hormigón Concrete	Cuantía de acero aproximada (kg/m³) Approximate steel quantity
Tipo A	HA-40	60
Tipo B	HA-40	90
Tipo C	HA-60	125
Tipo D	HA-60	200

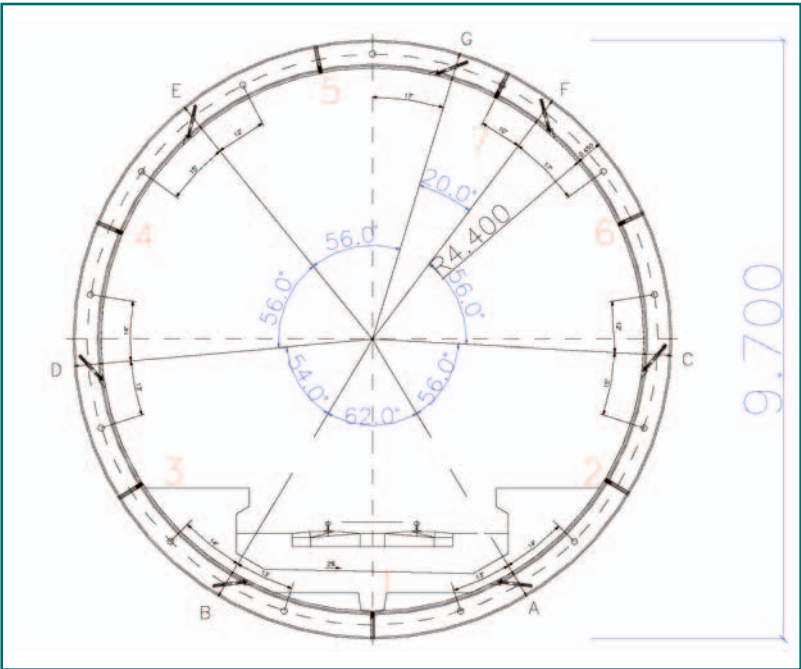


Fig. 2. Anillo de dovelas utilizado/
Ring segments employed.

As such the driving of the tunnels began at the south portal, crossing the Almogia, Morales and Tonosa formations corresponding to greywacke, shale, sandstone and quartzite. More clayey formations arise later on (variegated clays) which then give way to limestone, dolomites and occasional bands of gypsum.

These alternate limestone, dolomite and clayey formations occur throughout the length of the tunnel and faults are expected to appear on occasions between the same. The presence of water is only to be expected in the fault areas, though from test bores it has been ascertained that the phreatic level is set up to 280 m above the tunnel in certain areas.

3. Tunnel lining

The support and the lining of the tunnel require particular scrutiny as in order to make the junction connections it is necessary to demolish the same and, furthermore, the dimensioning of both is employed in the calculation of the junctions. In the Abdalajis tunnels, the support and lining was formed by 45 cm thick prefabricated reinforced concrete ring segments with high strength concrete being employed in a number of sections due to the strong compression envisaged in the area.

The calculation of the segments was made using a 2-dimensional finite element model. This model reflected the geometric characteristics of the tunnel and the geotechnical qualities of the terrain over various sections of the tunnel. Consideration was also given to the

Tabla 2: Situación y clasificación de las galerías transversales/ Table 2. Location and classification of the connecting galleries

n°	PK Location	Unidad Litológica/Lithological unit	Descripción/Description	Rec. (m) Cov (m)	
1	801+297.44	Torcal/Torcal	Calizas micríticas/Micritic limestone	55	Tipo 3/Type 3
2	801+645.16	Capas Blancas y Rojas/White and Red layers	Margas y Calizas cretácicas/Cretaceous limestones and marl	60	
3	802+085.61	Endrinal/Endrinal	Calizas Oolíticas/Oolitic limestone	140	
4	802+343.25	Torcal/Torcal	Calizas jurásicas/Jurassic limestone	140	
5	802+691.78	Torcal/Torcal	Calizas jurásicas/Jurassic limestone	160	
6	803+041.25	Capas Blancas y Rojas/White and Red layers	Margas y calizas margosas/Cretaceous limestones and marl	210	
7	803+391.25	Jarastepar/Jarastepar	Dolomías y calizas/Dolomites and limestones	300	Tipo 1/Type 1
8	803+791.25	Torcal/Torcal	Calizas jurásicas/Jurassic limestone	500	
9	804+191.25	Endrinal/Endrinal	Calizas Oolíticas/Oolitic limestone	500	
10	804+541.25	Margocalizas/Marlstone	Calizas y margocalizas/Limestone and marlstones	580	
11	804+891.25	Malaguetín/Malaguetín	Calizas/Limestones	520	
12	805+342.25	Malaguetín/Malaguetín	Calizas/Limestones	500	
13	805+641.22	Endrinal/Endrinal	Calizas/Limestones	390	Tipo 2/Type 2
14	805+990.91	Arcillas Variegadas/Variegated Clays	Arcillas y margocalizas/Clays and marlstone	280	
15	806+339.59	Arcillas Variegadas/Variegated Clays	Arcillas y margocalizas/Clays and marlstone	250	
16	806+688.11	Almogía/Almogía	Pizarras y conglomerados/Shales and conglomerates	210	Tipo 3/Type 3
17	807+116.29	Morales/Morales	Pizarras y areniscas/Shales and sandstones	120	
18	807+443.80	Tonosa/Tonosa	Filitas y cuarcitas/Phyllites and quartzites	70	
19	807+822.55	Tonosa/Tonosa	Filitas y cuarcitas/Phyllites and quartzites	95	

4. Situación de las galerías transversales

La situación de las galerías transversales de conexión, a lo largo del trazado se refleja en la tabla 2.

Se dividen las galerías en función del recubrimiento que va a tener cada una de ellas y de las características geotécnicas del terreno donde van a estar excavadas. La clasificación, ordenada de mayor a menor carga, es:

- Tipo 1: Galerías 7, 8, 9, 10, 11 y 12
- Tipo 2: Galerías 13, 14 y 15
- Tipo 3: Galerías 1, 2, 3, 4, 5, 6, 16, 17, 18 y 19

Esta clasificación de las galerías está basada en que las del tipo 3 son las que tienen menos de 250 m de recubrimiento y están situadas en zonas del túnel con dovelas del tipo A de HA-40. Las del tipo 2 son las que tienen entre 250 y 500 m de recubrimiento y el tipo 1 engloba a aquellas con 500 m ó más de recubrimiento, además se incluye la galería nº 7 por las previsibles malas condiciones geotécnicas que se pueden dar.

5. Solución adoptada y fases constructivas

La sección tipo adoptada para las galerías transversales es del tipo herradura con una sección libre aproximada

staggered construction of both tunnels which implied an increase in plastified soil and, subsequently, the load borne by the tunnels. From the results obtained the entire tunnel was divided into various sections with 4 different types of ring segment which varied in accordance with the concrete employed and the amount of reinforcement laid. These types are shown in table 1.

Ring segments types A, B and C are placed in those sections where the resultant design axial was lower than the axial strength and the last type were to be employed in exceptional situations. A ring arrangement of the segments is shown in Fig. 2.

4. Location of connection galleries

The location of the cross connection galleries throughout the tunnel are shown in the table 2.

The galleries are divided in accordance with the ground cover over each and the geotechnical characteristics of the ground through which they are driven. The classification ranging from greater to lesser load is as follows:

- Type 1: Galleries 7, 8, 9, 10, 11 and 12
- Type 2: Galleries 13, 14 and 15
- Type 3: Galleries 1, 2, 3, 4, 5, 6, 16, 17, 18 and 19

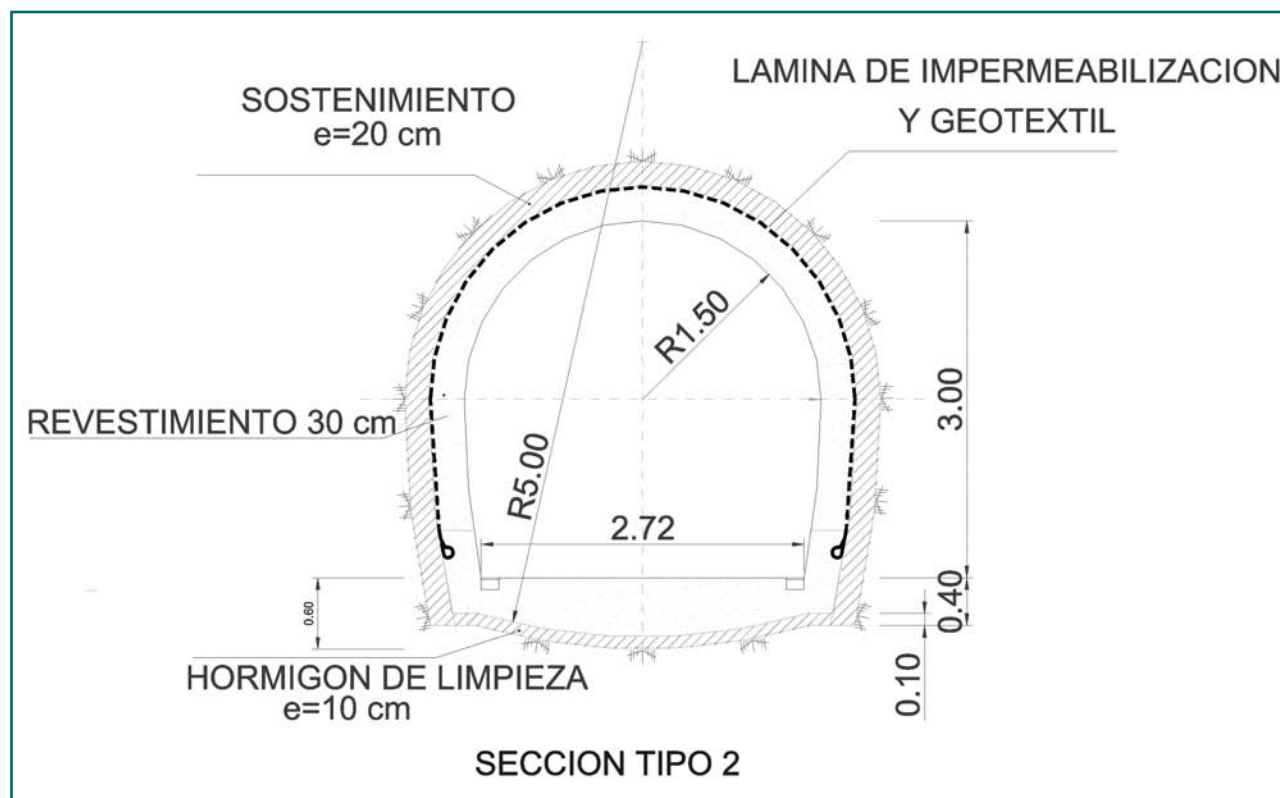


Fig. 3. Sección tipo de la galería de conexión/Standard section of connection gallery.

de 3 m de ancho por 3 m de alto. El sostenimiento está formado por cerchas y hormigón proyectado, además de bulones. El revestimiento es de hormigón en masa.

La solución adoptada para la ejecución de los entronques de las galerías transversales, como se ha citado anteriormente, se ha diseñado con el condicionante de tener que realizarse durante la construcción de los túneles principales.

Es decir, que tanto la sujeción, corte y retirada de dovelas y posterior excavación de la galería, ha de permitir el paso de las vagonetas con personal y material, además de no obstaculizar el desescombro de la excavación, que en este caso se realiza por cinta.

Además se ha de lograr que las dovelas que se corten y luego retiren queden fijadas, dejando así el hueco necesario en el túnel para excavar las galerías; por lo tanto se prevé la realización de un paraguas de micropilotes por encima del corte a realizar en las dovelas y otra alineación de micropilotes en la parte inferior del mismo.

Estos micropilotes lograrán mediante la lechada y la resistencia al corte del terreno, soportar el empuje del terreno y evitar así que el anillo de dovelas se cierre. Estos micropilotes se deben ejecutar de forma que dejen el máximo espacio libre para el normal funcionamiento de las obras del túnel principal. De esta manera la zona de trabajo para la ejecución de los micropilotes que queda en la sección tipo del túnel es reducida, debido a las ins-

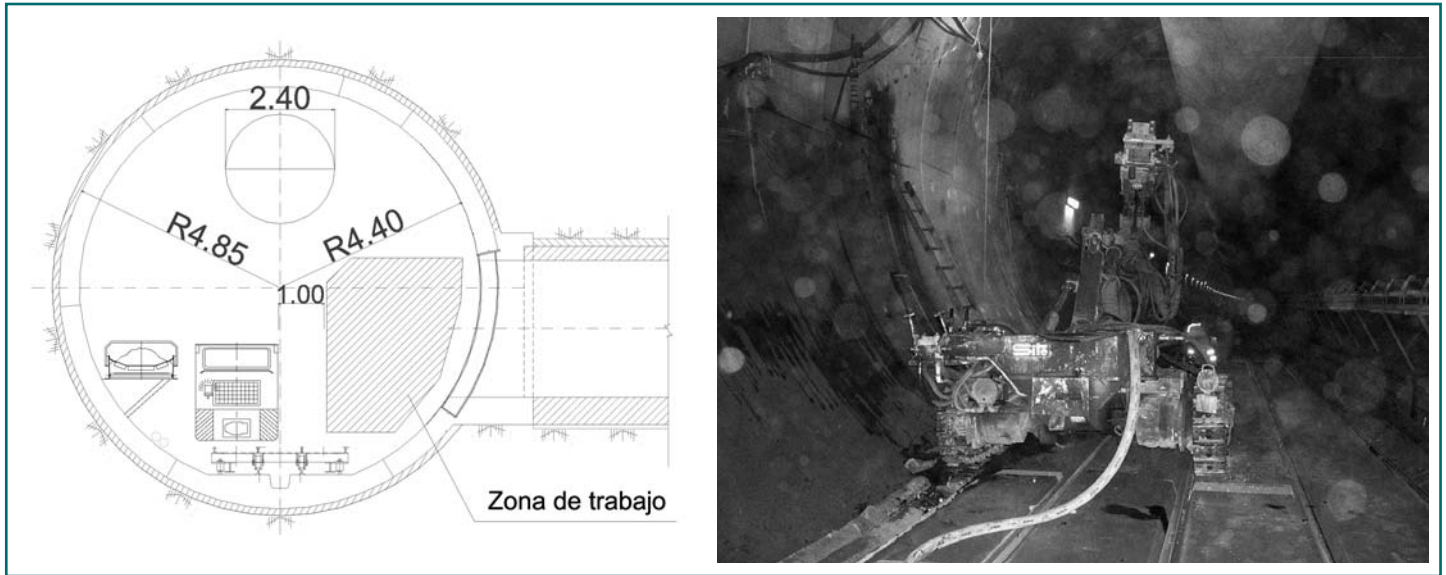
This classification of galleries is based on the fact that type 2 galleries have at least 250 m of cover and are located in sections of the tunnel with type A HA-40 ring segments. Type 2 galleries have between 250 and 500 m of cover and type 1 includes all those with 500 m of cover or more and also includes gallery No. 7 on account of the poor geotechnical conditions foreseen in this area.

5. Adopted solution and construction stages

The standard section adopted for the connecting galleries is that of a horseshoe with an approximate 3 m wide by 3 m high clearance. The support is formed by frames and shotcrete as well as pinning. The lining is formed in plain concrete.

The solution adopted for the construction of the junctions of the connecting galleries was designed, as previously indicated, on the basis that these would be built during the construction of the main tunnels.

This implies that both the supporting, cutting and removal of segments and the subsequent excavation of the gallery has to allow the passage of wagons carrying personnel and materials and not impede the clearing of the excavation which, in this case, is carried out by conveyor belt.



talaciones presentes en el proceso de excavación de los túneles. Esto se aprecia en la figura 4.

Las fases de ejecución, por lo tanto, son:

- Fase 1: Realización de un paraguas de micropilotes en la parte superior e inferior del hueco a realizar, que servirá para sujetar las dovelas que se van a cortar.
- Fase 2: Corte y retirada de las dovelas necesarias.
- Fase 3: Ejecución del marco de hormigón en el perímetro del hueco.
- Fase 4: Excavación y sostenimiento de la galería.
- Fase 5: Revestimiento de la galería.

Con la ejecución de los micropilotes se consigue una doble función puesto que, además de sujetar las dovelas que van a ser cortadas, una vez que se empieza la excavación, el paraguas formado protege la misma, evitando así tener que hacer otro tipo de protección adicional contra posibles desprendimientos en los terrenos de mala calidad geotécnica.

5.1. Cálculo de los micropilotes

Los micropilotes a ejecutar se dimensionarán con la carga que transmite el anillo una vez que se corte la dovela y tendrán esta misión hasta que se construya el marco de entronque, pues será este último el que tenga que soportar las cargas en fase de servicio.

Se perforarán alineaciones de micropilotes tanto en la parte superior como en la inferior del hueco, colocando en los laterales unos bulones. Los micropilotes tendrán 15 m de longitud y 150 mm diámetro de perforación con tubo de 139,7 mm de diámetro exterior y 9 mm de espesor.

Fig. 4. Espacio disponible para ejecutar el entronque de las galerías transversales/
Available space for the construction of the intersection with the connecting galleries.

It is also necessary to support the segments to be cut and removed in order to leave the necessary space in the tunnel for the driving of the galleries. It is therefore established that a micropile cover be formed the area to be cut in the segments and that a further arrangement of micropiles be placed within the interior of the same.

These micropiles together with the grouting and the shear strength of the soil, support the thrust of the soil and prevent the ring of segments from closing. These micropiles should be arranged in such a way as to allow the maximum possible free space for the normal operation of works on the main tunnel. As such the working area for the construction of the micropiles in the standard section of the tunnel is very much reduced by the installations required for the driving of the tunnels. This is shown in fig. 4.

The construction stages are, subsequently, as follows:

- *Stage 1: Forming of the micropile cover in the upper and lower part of the projected opening which serve to support the ring segments to be cut.*
- *Stage 2: Cutting and removal of necessary segments*
- *Stage 3: Construction of a concrete encasement around the perimeter of the opening.*
- *Stage 4: Excavation and support of the gallery*
- *Stage 5: Lining of the gallery*

The construction of the micropiles provides a double function as, in addition to supporting the segments to be cut, the cover protects the excavation and eliminates the need for other types of additional protection against possible cave-ins in soils of poor geotechnical quality.

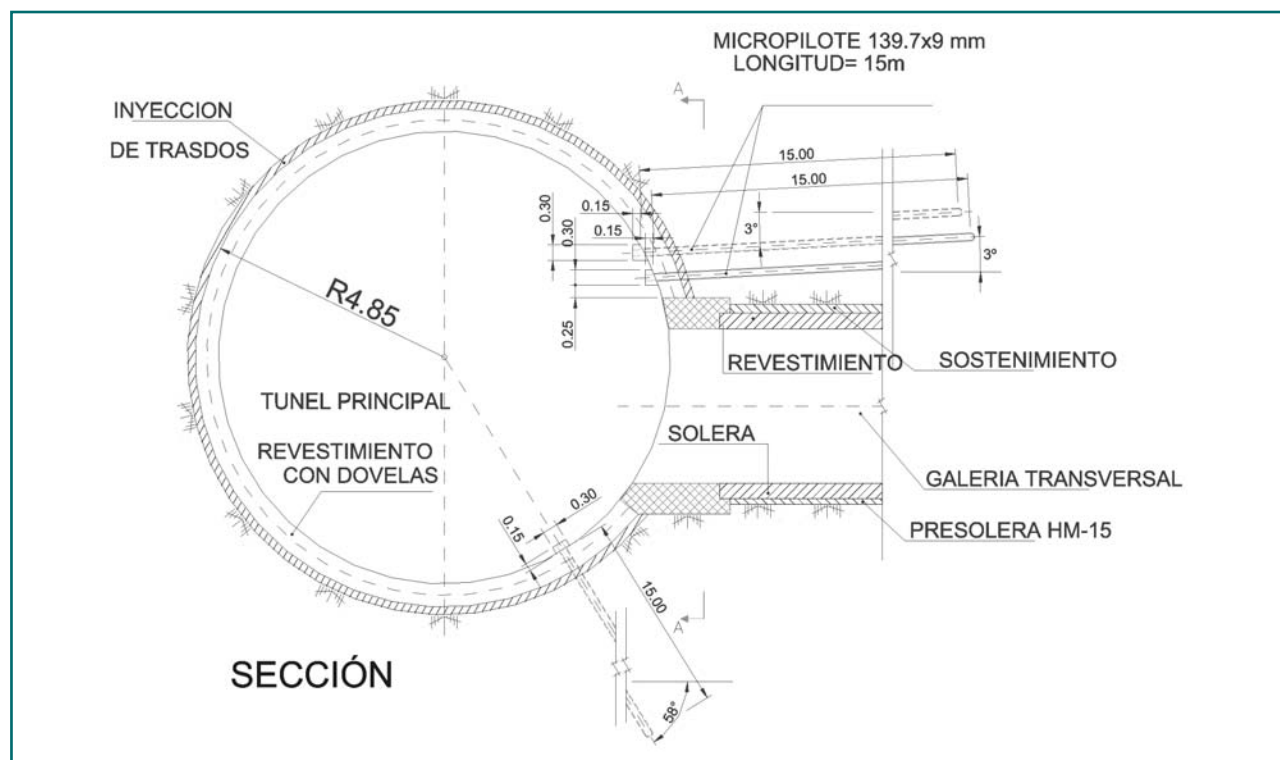


Fig. 5. Sección tipo de la conexión entre túnel principal y galería transversal/ Standard section of junction between main tunnel and connecting gallery.

La carga que dimensionará los micropilotes se determina mediante un programa de cálculo de estructuras.

El modelo introducido en este programa refleja la situación de un túnel de 4,4 m de radio interior con revestimiento de 45 cm de espesor, en el cual se asimilan los micropilotes a ejecutar como apoyos elásticos.

El cálculo se realiza modelizando un hueco en el anillo de dovelas, de forma cuadrangular de 5x5 m. Una vez calculados los esfuerzos en el modelo, se comprueba que las dovelas de los anillos cortados son capaces de resistirlos.

Las cargas que se utilizarán para dimensionar la solución adoptada corresponden a los resultados del cálculo de dimensionamiento de la dovela en el "Proyecto Modificado de la dovela de la Línea Ferroviaria de Alta Velocidad entre Córdoba y Málaga. Tramo Gobantes Abdalajís" de Octubre de 2002 y realizado por Intecsa-Inarsa.

En este proyecto se dividió el trazado del túnel en 3 tramos, en los cuales se colocan las dovelas denominadas Tipo A, Tipo B y Tipo C, dejando la Tipo D para situaciones extraordinarias, como ya se ha comentado en el apartado 3.

Como a su vez se han diferenciado 3 grupos de entronques y galerías (1, 2 y 3), para el cálculo se adoptan los esfuerzos axiales correspondientes a las dovelas tipo D, B y C.

Así, las presiones radiales de cálculo en cada tipo de entronque tomando un radio de 4,4 m, quedan como se ve en la tabla 3.

Por lo tanto, en el modelo se somete a estas presiones al túnel con el hueco realizado y con los apoyos elásticos,

5.1. Design of micropiles

The micropiles are scaled in accordance with the load transmitted by the ring once the segment has been cut and are required to support the same until the junction portal has been constructed, as this latter will support the loads during the service stage.

Alignments of micropiles are perforated through the upper and lower part of the opening and pins are placed at the sides. The micropiles will be 15 m long and have a 150 mm perforation diameter to house a 9 mm thick and 139.7 mm external diameter tube.

The load sizing the micropiles is established by a structural calculation programme.

The model employed in this programme considers a 4.4 m internal radius tunnel with a 45 cm thick lining and where the micropiles are considered as elastic bearings.

The calculation is made by modelling the opening in the segment ring as a 5 x 5 m quadrangle. Once the stresses have been calculated in the model, it is then established whether the cut ring segments are capable of resisting the same.

The loads employed to scale the adopted solution correspond to the results of the segment scaling calculation in the "Modified Segment Design for the Cordoba-Malaga High Speed Rail Line. Gobantes-Abdalajis Section" carried out by Intecsa -Inarsa in October 2002.

Tabla 3: Presiones de cálculo utilizadas
Table 3. Design pressures employed

	Presión radial Radial pressure
Entronque Tipo 1/Junction Type 1	340 t/m ²
Entronque Tipo 2/Junction Type 2	205 t/m ²
Entronque Tipo 3/Junction Type 3	128 t/m ²

que simulan los micropilotes. Estos micropilotes poseen las capacidades resistentes siguientes:

Resistencia a cortante: 106 t
Resistencia a flexión: 7,8 mt

Por lo tanto, con los resultados obtenidos en cada cálculo, la disposición de micropilotes que se adopta es:

- 2 alineaciones de micropilotes en la parte superior para los tipos 1 y 2 de entronque, y una alineación para el tipo 3
- 1 alineación de micropilotes en la parte inferior

Las separaciones entre cada micropilote y la longitud del pase de excavación que es posible realizar antes de ejecutar el marco de entronque, ya que durante la excavación son los micropilotes los que deben aguantar la carga, son las reflejados en la tabla 4.

Esta longitud de pase se ha calculado con la condición de que el paraguas de micropilotes aguante a flexión y cortante, simulado como una viga biempotrada (en el terreno y en la dovela).

Para poder asegurar el empotramiento del micropilote en el terreno, se comprueba que éste es capaz de resistir la carga solicitante que resulta del cálculo mediante la adherencia terreno-lechada.

5.2. Corte y demolición de dovelas

Una vez realizadas las alineaciones de micropilotes y asegurado así el anillo, se procede a cortar las dovelas necesarias para excavar la galería. Una vez recortado el hueco necesario se procede a demoler las dovelas con un martillo hidráulico, dejando a la vista la lechada de cemento que rellenó el hueco entre el trasdós de la dovela y el terreno. Después de que se hayan retirado los escombros de las dovelas demolidas, se comienza la excavación para poder ejecutar el marco de entronque en el perímetro del hueco realizado.

5.3. Marcos perimetrales

Una vez ejecutado el paraguas de micropilotes y realizado el corte y retirada de dovelas se procederá a

Tabla 4: Separación de los micropilotes y longitud de pase de excavación
Table 4. Spacing of micropiles and length of excavation run

	Separación de micropilotes (m) Spacing of micropiles (m)	Longitud del pase de excavación (m) Length of excavation run (m)
Entronque tipo 1/Junction Type 1	0,3	1,39
Entronque tipo 2/Junction Type 2	0,4	1,54
Entronque tipo 3/Junction Type 3	0,5	1,6

In this project the tunnel was divided into three sections which would receive segments Type A, B and C, with Type D being left for extraordinary situations as indicated in section 3.

Three different groups of junctions and galleries (1, 2 and 3) were, subsequently, established and the calculation adopted the axial stresses corresponding to ring segments type D, B and C.

The design radial pressures at each type of junction, when taken on a radius of 4.4 m, were then established as follows (Table 3).

In the model the tunnel was subjected to these pressures with the opening already formed and elastic bearings which simulated the micropiles. These micropiles have the following strength capacities:

Shear strength: 106 t
Bending strength: 7.8 mt

From the results obtained in each calculation, the adopted alignment of micropiles is then as follows:

- 2 arrangements of micropiles in the upper part for junctions type 1 and 2 and one alignment for type 3
- 1 alignment of micropiles in the lower level

The spacing between each micropile and the length of excavation run possible prior to the building of the intersection are indicated below. This spacing and run considers the fact that these micropiles have to support the load throughout the excavation (Table 4).

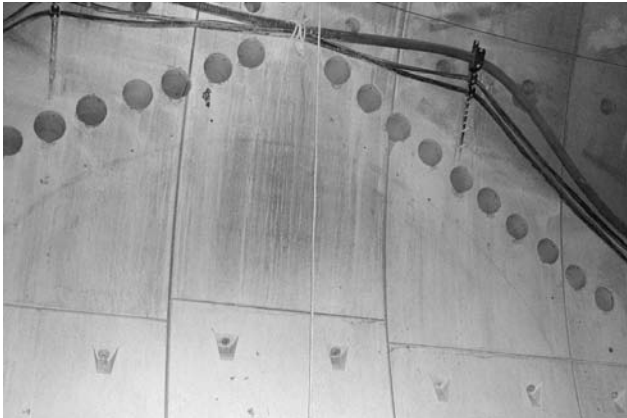
This length of run has been calculated on the condition that the micropile support withstand both bending and shear in the form of a double hinged beam (on the soil and the segment).

In order to ensure the housing of the micropile in the soil it is necessary to verify whether this is capable of resisting the design imposed stress through the soil-grout bond.

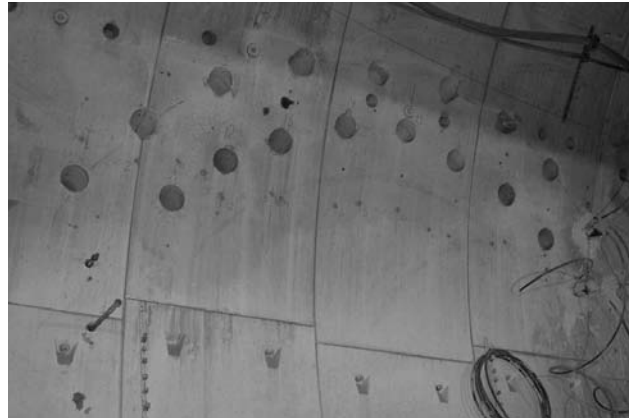
5.2. Cutting and demolition of ring segments

Once the micropile alignments have been made and the ring has been secured, the necessary segments are then cut to excavate the connecting gallery. When the

Ejecución de galerías de conexión entre túneles paralelos en terrenos difíciles
Construction of connection galleries between twin tubes in difficult terrain



Perforación /Perforation.



Inyección/Injection.

Fig. 6. Proceso de ejecución de los micropilotes/
 Construction process of micropiles.



Ejecución de la viga de atado/Forming of tie beam.



Alineación inferior/Lower alignment.

construir un marco perimetral en el hueco para la excavación de la galería, que se solidarizará con las dovelas cortadas. Esto provocará que las dovelas y el marco trabajen conjuntamente.

opening had been cut, the segments are then demolished by pneumatic drill, exposing the cement grout filling the void between the back of the segments and the soil. Once the rubble of the demolished



Corte de las dovelas/Cutting of segments.



Demolición de las dovelas/Demolition of segments.

Fig. 7. Imágenes del corte y demolición de dovelas/Cutting and demolition of segments.

Tabla 5: Características principales de los marcos de entronque/ Table 5. Main characteristics of encasements

	Marco Tipo 1 Encasement type 1	Marco Tipo 2 Encasement type 2	Marco Tipo 3 Encasement type 3
Canto (m)/Thickness (m)	1	0,8	0,6
Armadura principal/Main reinforcement	2 x Ø 32 a 15 cm	2 x Ø 32 a 25 cm	2 x Ø 25 a 15 cm

En el cálculo de los marcos de los entronques se ha supuesto que no existe el paraguas de micropilotes, soportando todos los esfuerzos provocados por el hueco realizado el marco a construir, en fase de servicio.

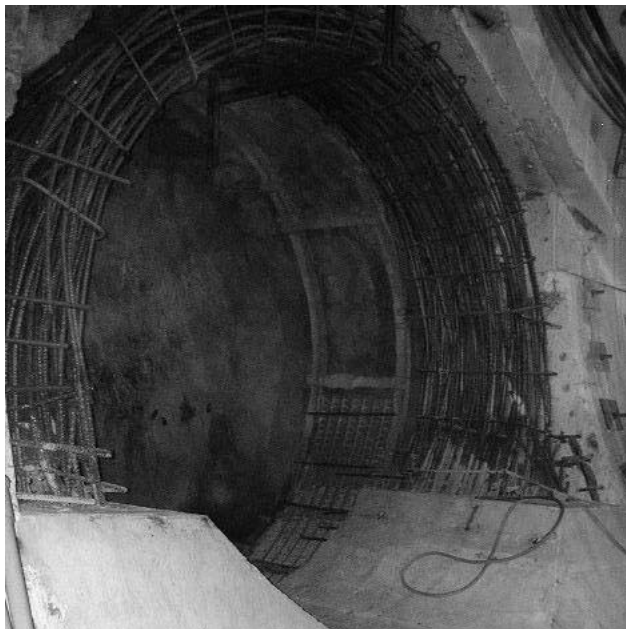
En este caso, también se diferencian 3 tipos de marcos, dependiendo de la carga a la que están sometidos. Es decir, existen los tipos 1, 2 y 3, que se calcularán con las mismas cargas que las mencionadas para las distintas disposiciones de micropilotes.

El modelo de cálculo utilizado es similar al que sirve para estimar la carga a soportar por los micropilotes. La diferencia es que se ha sometido al túnel con el hueco realiza-

segments has been removed, work is then carried out to build the encasement around the perimeter of the opening.

5.3. Encasements

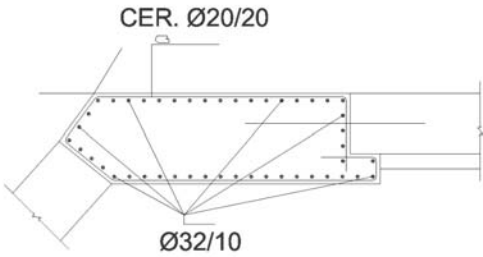
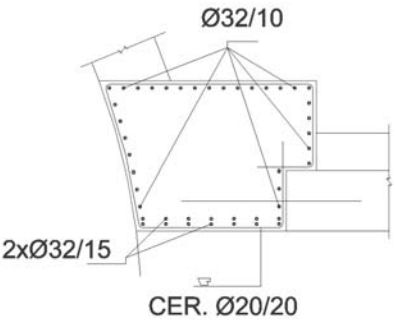
When the micropile support has been made and the segments cut and removed, it is then necessary to construct an encasement around the opening for the excavation of the gallery which will connect up with the cut segments and allow the segments and encasement to work in conjunction.



Armado del marco de entronque/Reinforcement of encasement.



Entronque terminado/Completed junction.



Sección tipo calculada/Design section.

Fig. 8. Proceso de ejecución de los entronques/ Construction process of encasements.

do, sin apoyos elásticos que simulen los micropilotes, a las 3 presiones diferentes citadas anteriormente.

Por lo tanto con los esfuerzos resultantes, se define la armadura de los marcos, que se resume en la tabla 5 junto con los cantos adoptados para cada tipo.

5.4. Comprobación de los hastiales del marco de entronque

En la zona de los hastiales del marco se comprueba que las tensiones de compresión existentes son resistidas por el hormigón y armadura dispuesta en el marco de entronque.

Existe además un drenaje entre el revestimiento y el sostenimiento constituido por una lámina impermeabilizante que evitará la eventual carga de agua sobre los entronques de las galerías transversales.

5.5. Excavación, sostenimiento y revestimiento de la galería

Una vez realizado el marco de entronque se procede a excavar la galería mediante métodos mecánicos, realizando pases de excavación de acuerdo al tipo de terreno en el que se encuentre.

El sostenimiento está formado por cerchas y hormigón proyectado que dependiendo del tipo de galería a excavar, se colocan a diferentes distancias (cerchas) o de diferentes espesores (hormigón proyectado). Además se colocarán bulones de 3 m repartidos en la sección de la galería. La densidad de colocación también dependerá del tipo de galería que se excave.

El revestimiento de la galería, que es de hormigón en masa, se realiza mediante un carro de encofrado metálico que recorre la galería por tramos.

6. Alternativa a la solución con micropilotes

Para el caso en que no sea necesario ejecutar un paraguas pesado de protección de la excavación, se utiliza una solución alternativa a la formada por micropilotes.

Esta solución alternativa consiste en la eliminación de las alineaciones de micropilotes como método de sustentación de dovelas, y su sustitución por una estructura metálica que realice esa función.

Además se debe definir con el mismo condicionante que la solución anterior, que es la no interferencia con los trabajos del túnel principal, tanto en la fase de ejecución de la galería como en la fase de servicio.

Esto implica tener un espacio limitado para colocar la estructura metálica además de dejar el espacio suficien-

The junction encasements were calculated on the basis that there was no micropile support and that the encasement had to take all the stresses caused by the opening in the service stage.

Three different types of encasement were also established depending on the loads received and the three types would be calculated with the same loads as those indicated for the different micropile arrangements.

The calculation model employed is similar to that serving to estimate the load supported by the micropiles. The difference being that the tunnel together with the opening formed is subject to the three different pressures indicated earlier but without the elastic bearing simulating the micropiles.

The resultant stresses then establish the type of reinforcement and the encasement thicknesses required in each case (Table 5).

5.4. Verification of tunnel at junction encasement

Verification is made in the area of the tunnel walls around the junction to ensure that the compressive stresses are withstood by the concrete and reinforcement placed in the encasement.

Drainage is also placed between the lining and the support in the form of waterproof sheeting to prevent subsequent water loads on the junctions of connecting galleries.

5.5. Excavation, support and lining of gallery

Once the junction opening has been made the gallery is then excavated by mechanical means with excavation runs being made in accordance with the type of ground encountered.

The support is formed by beams and shotcrete which vary in spacing and thickness, respectively, in accordance with the type of gallery to be built. Three metre pins are also placed in the gallery section and the spacing of these pins also depends on the type of gallery bored.

The gallery is lined in plain concrete which is poured into steel formwork in sections.

6. Alternative to the micropile solution

In those cases where it is not necessary to construct a heavy cover to protect the excavation, an alternative solution to the micropiles may be adopted.

This alternative solution consists of eliminating the micropile arrangements supporting the segments and replacing these by a steel structure.

This solution also has to meet the same conditions imposed on the micropiles and should not impede the work

te, por seguridad, entre las vagonetas que circulan por el túnel principal y la citada estructura.

Las fases de ejecución de los entronques y las galerías son análogas a la solución de micropilotes y quedan de la siguiente manera:

- Fase 1: Colocación de la estructura metálica de sujeción de dovelas.
- Fase 2: Recorte de las dovelas a retirar.
- Fase 3: Retirada de las dovelas.
- Fase 4: Colocación del marco metálico perimetral en el hueco realizado.
- Fase 5: Excavación de la galería.
- Fase 6: Hormigonado del perímetro del hueco de entronque, dejando el marco metálico embutido.
- Fase 7: Retirada de la estructura metálica

6.1. Definición de la estructura metálica

La estructura metálica de sujeción de dovelas está formada por perfiles HEB de acero de resistencia $f_{yk} = 3600 \text{ kg/cm}^2$, al igual que los de marco perimetral del hueco a realizar en el anillo de dovelas.

Las hipótesis de cálculo que se utilizan para dimensionar y definir la estructura metálica son las mismas que en la solución con micropilotes. Además el modelo de cálculo utilizado también es el mismo.

Existen perfiles de la estructura metálica que se disponen de forma vertical en los laterales del hueco. Además hay perfiles curvos que se ajustan a la forma del anillo y que van unidos a las dovelas y a los extremos de los perfiles verticales mediante pernos y tornillos.

Por último, en la parte superior se colocan 2 perfiles en posición horizontal para no permitir el cierre del anillo de dovelas y repartir los esfuerzos en toda la estructura. Estos van unidos a los colocados verticalmente.

6.2. Comprobación de la estructura metálica

Los resultados muestran unas tensiones generadas en los perfiles inferiores a los que pueden soportar todos los perfiles de la estructura.

Aparecen además unas concentraciones de tensiones importantes en los extremos superiores de los perfiles verticales y curvos. Estas zonas se reforzarán con placas soldadas a las alas de los citados perfiles.

En el caso 1 de carga, es decir, donde el valor de ésta es mayor, se prevé la ejecución de 2 alineaciones paralelas de bulones, extendiéndose la superior en 1,5 m centrados en el hueco y la inferior ocupando toda la longitud del hueco. Estos bulones están situados en la parte inmediatamente superior al corte de dovelas. Los bulones serán de 32 mm de diámetro y de 4 m de longitud.

on the main tunnel during the gallery construction stage or in the service stage.

This then means that there is restricted area in which to place the steel structure and, furthermore, sufficient space has to be allowed from the structure to ensure the safe passage of wagons through the main tunnel.

The construction stages of the junctions and galleries are similar to those of the micropiles and may be summarised as follows:

- *Stage 1: Place of steel structure to support the segments*
- *Stage 2: Cutting of segments to be removed*
- *Stage 3: Removal of segments*
- *Stage 4: Placing of steel perimeter frame in the opening*
- *Stage 5: Boring of gallery*
- *Stage 6: Concreting of the perimeter of the junction opening, leaving the steel frame embedded in the same.*
- *Stage 7: Removal of steel structure*

6.1. Definition of steel structure

The steel structure supporting the segments is formed by HEB steel profiles with a strength $f_{yk} = 3600 \text{ kg/cm}^2$ which is similarly employed in the outer frame to the opening formed in the segment ring.

The design hypotheses employed to scale and define the steel structures are the same as those employed for the micropile solution and the calculation model is also the same.

The steel structure is formed by vertical sections set at the sides of the opening and curved profiles which adjust to the form of the ring and which are connected to the segments and the ends of the vertical sections by pins and bolts.

Two profiles, connected to the vertical sections, are horizontally placed in the upper part to prevent the closing of the segment ring and to distribute the stresses throughout the entire structure.

6.2. Verification of the steel structure

The results reveal stresses within the lower profiles which have to be taken by all the profiles in the structure.

Sizeable stresses are also seen to amass in the upper ends of the vertical and curved profiles. These areas are reinforced by flange plates which are welded to the flanges of the said profiles.

In load case 1, where the value is maximum, two parallel alignments of pins need to be made with the upper alignment extending 1.5 m at the centre of the opening and the lower alignment stretching throughout

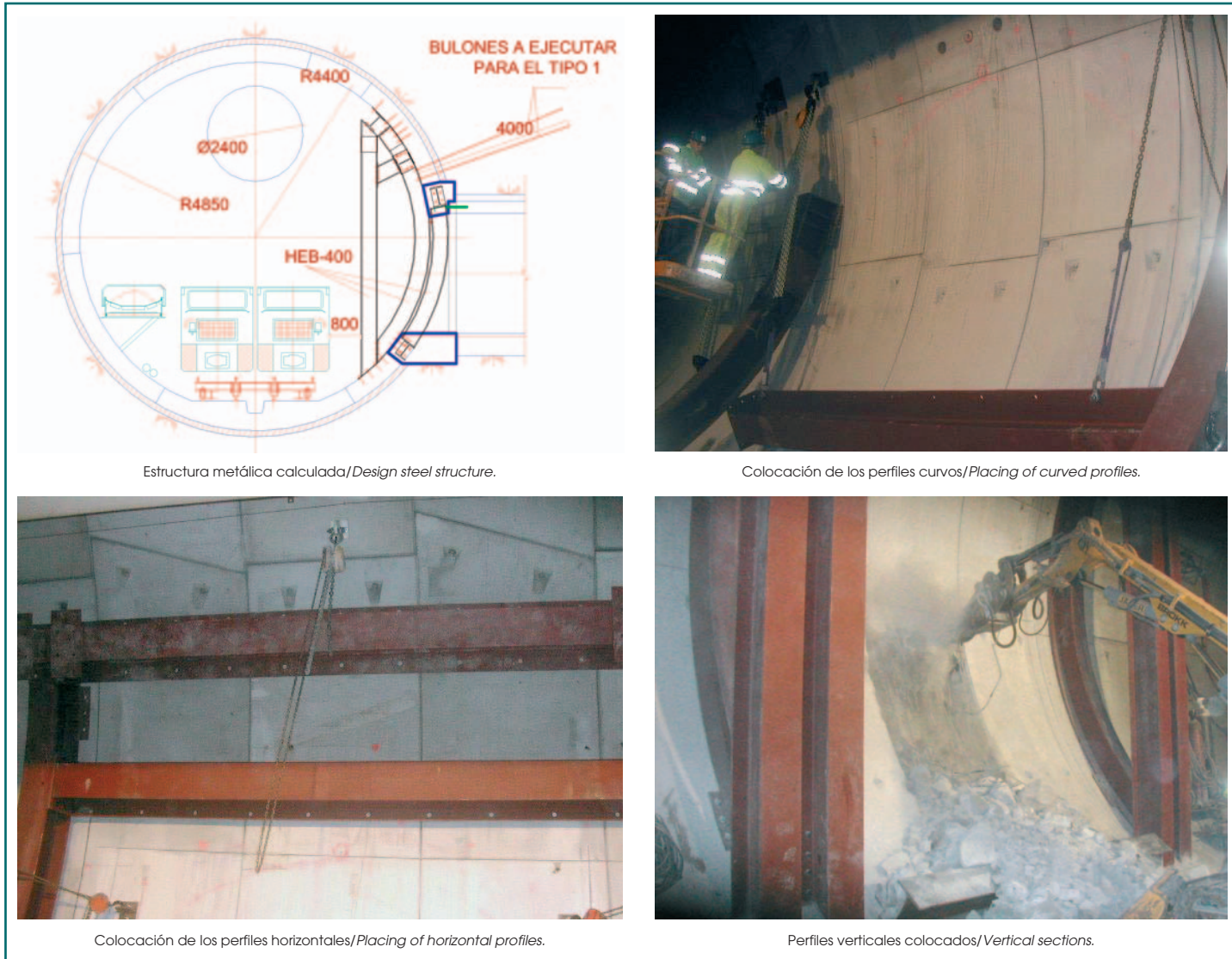


Fig. 9. Proceso de colocación de la estructura/Structure placement process.

6.3. Uniones

Las uniones entre perfiles se realizará mediante placas de 20 mm de espesor donde irán alojados tornillos T-24. En cada uno de ellos son de 6 a 8 los tornillos que se colocan.

En la unión de los perfiles con las dovelas se utilizan pernos de diámetro 32 mm y longitud 30 cm. Para ejecutar estas uniones se soldarán placas de forma contigua a los extremos de las alas y en ellas se perforan los huecos para alojar a los pernos.

6.4. Marcos de entronque

Los marcos de entronque conformarán el perímetro del hueco realizado y en ellos se colocarán también perfiles metálicos. Serán HEB-500 para la parte superior

the entire length of the opening. These 32 mm diameter and 4 m long pins are set in the area immediately above the segment cut.

6.3. Joints

The joints between profiles are to be made by 20 mm thick plates which will house between 6 and 8 T-24 screws.

32 mm diameter and 30 cm long bolts are employed to connect the profiles to the segments. This connection is made by welding plates to the ends of the flanges and drilling holes in the same to house the bolts.

6.4. Encasements

The junction frames forming the perimeter around the opening also receive steel profiles. In this case the bar

y HEB-400 para la parte inferior y laterales. Es decir se sustituye la armadura compuesta por barras corrugadas por perfiles metálicos.

La sección de acero necesaria se calcula de la misma manera y con el mismo modelo que en la solución con micropilotes. Es decir, se utilizan los mismos esfuerzos resultantes de aplicar la presión correspondiente a cada caso en el modelo del túnel con el hueco realizado.

Así, se calculan los cm^2 de acero necesarios y se comprueba si los perfiles son suficientes para cubrir las cantidades de acero calculadas. En algún caso se ha decidido soldar perfiles adicionales a los inicialmente calculados.

7. Conclusiones

Se han definido en los apartados anteriores soluciones para poder ejecutar las galerías de conexión transversales en el caso de tener dos túneles paralelos en construcción en terrenos de baja calidad geotécnica:

- La primera de ellas consiste en la sujeción de las dovelas cortadas con micropilotes. Éstos, además, realizarán una función de protección de la excavación posterior.
- La segunda solución se basa en que esta sujeción se consigue mediante una estructura metálica cuando no es necesario proteger la excavación mediante un paraguas pesado.
- Una vez aseguradas las dovelas con cualquiera de las dos soluciones, se procede a su corte y retirada, ejecutando después los marcos de entronque que delimitarán el hueco de la galería transversal y soportarán las cargas en fase de servicio.
- El condicionante de ejecución simultánea de túnel y entronque, es esencial a la hora del diseño de éstos últimos, pues conlleva el poder utilizar muy poco espacio para la ejecución de las fases constructivas.

Por lo tanto las dos soluciones dan respuesta a las necesidades generadas en estos momentos en la construcción de galerías transversales de túneles paralelos en terrenos difíciles.

8. Agradecimiento

El autor quiere agradecer a la UTE Abdalajís, a la UTE Abdalajís Oeste y la Dirección de la obra las facilidades dadas para publicar este artículo. ♦

reinforcement is replaced by HEB-500 plates set the upper part and HEB-400 plate in the lower part and sides.

The design steel section is calculated in the same way and with the same model as in the micropile solution. This then employs the same stresses resulting from the application of the corresponding pressure in each particular case in the tunnel model with opening.

The required area of steel is calculated and a verification is made to ensure that the profiles suitably cover the calculated amounts of steel. In some cases it has been decided to weld extra profiles in addition to those initially calculated.

7. Conclusions

The preceding sections have given a number of solutions for the construction of cross connecting galleries between parallel tunnels built in ground of poor geotechnical quality:

- *The first solution considers the use of micropiles to support the cut segments and to protect the subsequent excavation.*
- *The second solution considers this support by a steel structure when it IS not necessary to protect the excavation with heavy cover.*
- *Once the ring segments have been secured by either solution, they are then cut and removed and the junction encasements are then built to establish the opening to the connecting gallery and support the loads during the service stage.*
- *The fact that the tunnel and connection are built at the same time means that these latter have to be designed in such a way that they can be built within a very restricted area.*

The two solutions, subsequently, respond to the general requirements posed by the construction of cross connecting galleries between parallel tunnels in difficult terrain. ♦

Referencias/References

- Informe sobre el "Diseño de los entronques de las galerías transversales de conexión del túnel de Abdalajís". Octubre 2004. Intecsa-Inarsa.
- Proyecto de Construcción de Plataforma Ferroviaria de Alta Velocidad entre Córdoba y Málaga. Tramo Gobantes-Túnel de Abdalajís Oeste. Junio 2001. UTE Saitec - Synconsult.
- Proyecto Modificado de la Dovela en la línea ferroviaria de Alta Velocidad entre Córdoba y Málaga. Tramo Gobantes - Túneles de Abdalajís. Octubre 2002. Intecsa-Inarsa
- Revista "Tunnels and Tunnelling International". Septiembre 2003. Páginas 13 a 15.

La Charca Mareal Artificial de Agaete (Isla de Gran Canaria)

Agaete's Artificial Tidal Pool (Gran Canaria, Canary Islands)

Enrique Copeiro del Villar Martínez. Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos.
Consultor. *ecopeiro@ciccp.es*.

Miguel Ángel García Campos. Ingeniero de Obras Públicas.
Consultor. *miangaca@terra.es*

Resumen: La charca mareal artificial de Agaete, excavada en roca basáltica, demuestra que este tipo de actuación es capaz de combinar positivamente recreo, ecología y paisaje en un grado muy alto.

Palabras Clave: Charcas Mareales, Recreo, Ecología marina, Costas rocosas, Planeamiento costero, Gestión de la costa

Abstract: Agaete's artificial tidal pool, excavated in basalt rock, demonstrates that this kind of actuation is capable of positively combining recreation with marine ecology and landscape to a very high degree.

Keywords: Tidal pools, Recreation, Marine Ecology, Rocky shores, Coastal planning, Coastal management

1. Introducción

En un artículo anterior publicado en esta Revista (octubre 2003) los autores describieron las funciones recreativas y ecológicas de las charcas mareales, naturales y artificiales, de las costas rocosas canarias. En el mismo artículo se presentaban algunos proyectos recientes de charcas mareales artificiales en la isla de Gran Canaria.

En el presente artículo se describe la construcción de una de aquellas charcas mareales en Agaete (NO de Gran Canaria) y se reseñan los resultados recreativos y ecológicos obtenidos hasta el momento. Estos resultados satisfacen por completo las previsiones que se habían realizado al respecto en el proyecto de la obra.

La obra ha sido financiada con Fondos de Cohesión de la Comunidad Europea. Su ejecución fue convenida entre el Ministerio de Medio Ambiente (Demarcación de Costas en Canarias), el Cabildo de Gran Canaria, y el Ayuntamiento de Agaete. Dentro de este conjunto de administraciones fue el Cabildo de Gran Canaria, por medio de su Servicio de Planeamiento dirigido por el arquitecto Víctor Quevedo, quien tomó la iniciativa de encargar el proyecto y promover su ejecución.

Comenzó la obra en junio de 2002 y estaba previsto concluirla en menos de un año, pero problemas surgidos entre la contrata y la administración tuvieron como consecuencia la paralización de la obra durante largos periodos. En septiembre de 2004 se terminó de excavar el vaso de la charca, pero inmediatamente la obra se para-

lizó de nuevo, esta vez durante 9 meses. Por fin, al final del verano de 2005 se ha concluido.

La charca tiene una forma irregular que se puede inscribir en un ovoide cuyo eje mayor (paralelo a la línea de costa) mide unos 57 metros, y el eje menor (perpendicular al anterior) unos 43 metros. Se articula en tres recintos que están conectados entre sí por túneles. Se excavaron 4.900 m³ de roca basáltica.

2. Reseña-Resumen de la obra

Construcción

La charca ha sido excavada por completo en una plataforma de basalto. Esta plataforma fue originada por emisiones volcánicas cuya lava, bajando encauzada por el barranco de Agaete, penetró en el mar formando en la línea de costa un saliente 'deltaico' cuya superficie es casi llana, con una pendiente escasa y en su mayor parte con cotas ligeramente superiores a las pleamares vivas. Después de hacer un análisis pormenorizado de la evolución a lo largo del año de la marea diaria en Agaete, se eligió trazar el borde exterior de la charca siguiendo una línea cuya cota más baja es la +2m, siendo este por tanto el nivel más bajo de entrada de la marea en la charca. La experiencia obtenida en los años transcurridos ha demostrado que, en efecto, esa cota proporciona un compromiso práctico eficaz entre las necesidades de

una renovación adecuada del agua y las necesidades de protección del oleaje en las pleamares, cuyo nivel más alto está aproximadamente en la cota +3m.

Afección al paisaje

Debido a lo anterior no ha sido preciso construir un muro de cierre frontal para la charca. Por ello, y por las formas complejas de la charca, esta tiene el aspecto de una formación natural típica de las plataformas rocosas costeras. Quienes llegan al lugar sin haberlo conocido anteriormente, con toda generalidad piensan que la charca es natural y solo está siendo acondicionada ligeramente para mejorar su uso. En un largo artículo del 2 de agosto de 2004 del diario Canarias-7, el que se describen las principales charcas mareales que son populares en la isla de Gran Canaria, figura la charca de Agaete y se la describe de la siguiente manera: *"La excursión termina en Agaete. Al final del paseo de los Poetas se encuentran las únicas piscinas naturales de la villa, que en estos momentos soportan obras de acondicionamiento de la desembocadura del barranco. Habrá que esperar para disfrutarlas"*. En esa época la obra estaba detenida por vacaciones de la empresa constructora, y el cartel que da noticia de aquella la describe como *'Acondicionamiento de la desembocadura del barranco de Agaete'* (este es el poco descriptivo nombre oficial de la obra).

Funcionalidad recreativa

La charca se ha diseñado formando tres recintos diferenciados que están destinados a distintos tipos de usuarios. Los dos recintos exteriores, que lindan con el mar abierto, están destinados a nadadores y buceadores y en ellos las profundidades son relativamente grandes. Estos recintos son también apropiados para los aficionados a las zambullidas desde el contorno rocoso, que son una porción significativa de usuarios. Para estos últimos se han excavado en ciertos lugares cubetas más profundas, junto a las cuales hay escalerillas ligeras verticales. Para los no nadadores, el recinto interior tiene durante los periodos de marea baja profundidades pequeñas.

Seguridad ante el oleaje

Los dos recintos exteriores, que reciben directamente el oleaje, tienen profundidades suficientes para que los bañistas no puedan ser golpeados contra el fondo por el oleaje que penetra en la charca en las pleamares. Tampoco pueden ser arrastrados al mar abierto llevados por las corrientes que sacan de la charca el agua vertida por las olas, ya que una hilera de cilindros lo impide. Al recinto interior la incidencia del oleaje llega muy amortiguada, tanto que solo

muy raramente, con temporales grandes, sería desaconsejable bañarse en ese recinto. Pero, incluso con oleaje alto no extraordinario, no hay olas rompientes dentro de la charca. Los rebases del oleaje que entran en la charca no generan dentro de esta olas rompientes sino oscilatorias, debido a las profundidades relativamente grandes de los recintos exteriores en pleamar. Esas ondas rebotan entre las paredes rocosas del contorno, causando mucha turbulencia pero sin generar la fuerza continua de arrastre hacia tierra que producen las rompientes. Los objetos flotantes, como los bañistas, son repelidos del contorno rocoso por la reflexión del oleaje en las paredes; excepto rebases relativamente mansos de las barreras rocosas que separan los recintos. Por otra parte hay en el recinto interior espacios a donde el oleaje para llegar tiene que franquear una triple barrera de lenguas rocosas, con lo cual, o no llega, o llega tan desgastado que no causa agitación importante. Es decir que incluso en pleamar y con oleaje relativamente alto los bañistas siempre se pueden bañar en aguas tranquilas, a no ser que elijan las aguas turbulentas de los recintos exteriores. Pero esas aguas turbulentas no suponen peligro para un nadador competente (excepto naturalmente en los temporales considerables), de modo que todo se va en la emoción. De hecho este verano se ha visto que en pleamar una de las aficiones de un sector de nadadores es salir a los recintos exteriores para jugar con las turbulencias. Ninguna otra charca mareal de la costa norte de Gran Canaria, natural o artificial, tiene unas condiciones comparables de seguridad ante el oleaje.

Incidencia ecológica

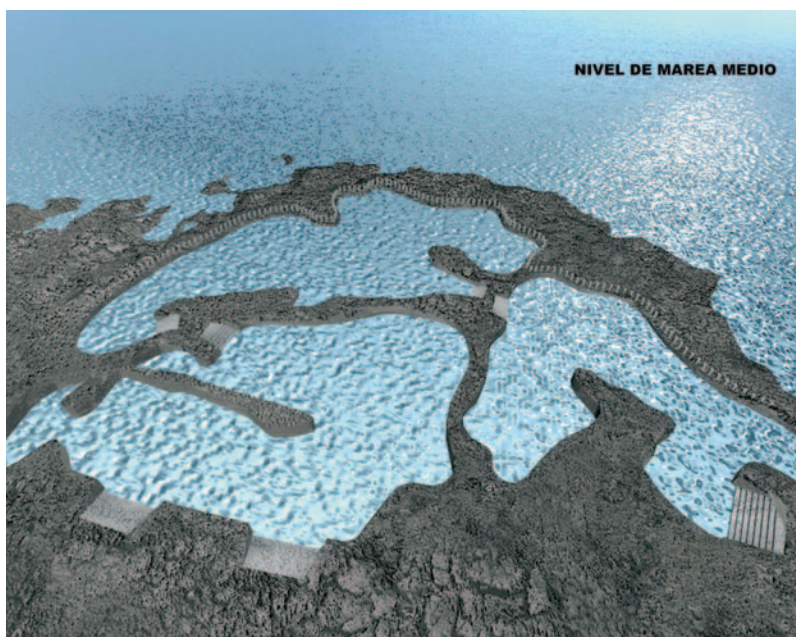
El conjunto de recintos de la charca contiene una gran variedad de ambientes subacuáticos. Hay una amplia gama de profundidades diferentes. Hay una variedad de grados de protección del oleaje de pleamar en unas y otras zonas de los recintos. Hay tramos de suelo despejado, de suelo cubierto de rocas agrupadas y amontonadas de distintas maneras, y de suelo excavado formando cubetas profundas. Hay en las paredes cuevas con aguas permanentemente tranquilas donde se desarrollan las especies amantes de la sombra, y donde también encuentran refugio varios tipos de animales que lo precisan en ciertas circunstancias. Hay túneles donde la umbría es acompañada por corrientes apreciables en las pleamares, cuando la marea y el oleaje vierten en los recintos exteriores agua que debe llegar al recinto interior a través de los túneles. Como consecuencia de esa diversidad de ambientes la charca se ha ido poblando de una gran diversidad de especies. Antes de comenzar la última etapa de la obra se realizó un reconocimiento de las especies que se habían instalado en la charca desde septiembre de 2004, que es cuando se terminó de excavar el



Fig. 1. Rasa supramareal del barranco de Agaete, Enero de 1999.

vaso y la obra se detuvo en un gran paréntesis de 9 meses. Se encontró que en esos 9 meses la fauna marina que ocupaba la charca había adquirido ya una diversidad de especies que puede calificarse de extraordinaria en relación con las restantes charcas, naturales y artificiales, de la isla. Cuando transcurran unos años y cobre fuerza el proceso de sucesión de especies vegetales y animales (según el cual las especies pioneras, que se establecen rápidamente, van dejando hueco a otras especies de asentamiento y crecimiento más lento), la charca estará poblada por un conjunto muy complejo de comunidades y representará un acuario natural donde, con solo unas gafas de buceo, se podrán contemplar cómodamente

Fig. 2. Perspectiva del proyecto de creación de charca mareal en la rasa del barranco de Agaete.



mente muchas de las especies que pueblan en litoral isleño. Por otra parte no se trata de un acuario aislado biológicamente del resto del litoral. La charca importa vida del litoral exterior, pero también la exporta. El funcionamiento biológico de la charca corresponde a un enclave de cría de muchas especies animales, destacadamente peces, crustáceos y moluscos aunque no solo estos. Se trata de especies que acostumbran a pasar su etapa de crecimiento juvenil en lugares donde, como en las charcas mareales, hay protección del oleaje rompiente y de los predadores grandes además de alimento abundante. Al llegar a la mayoría de edad salen al litoral abierto. Por tanto la charca de Agaete forma parte del entramado de espacios que generan vida animal para el litoral noroeste grancanario cumpliendo el papel de criadero. El lugar donde se ha excavado la charca es una rasa rocosa ligeramente supramareal, mojada periódicamente por los rebases del oleaje y sin apenas relieve, donde la evaporación de los charquitos que dejaban los rebases del oleaje de pleamar producía depósitos eventuales de sal, y que solo albergaba la escasa vida que corresponde a este tipo de ambientes.

3. La construcción de la charca

La charca ha sido excavada empleando para el grueso del trabajo una retroexcavadora Caterpillar 325B con una potencia de 168 cv., y para los remates una máquina más ligera, la retroexcavadora-cargadora Caterpillar 428 de 80 cv. de potencia.

La excavación se realizaba durante la parte baja del ciclo de marea, vaciando el agua con una bomba Jumbo 604 ND de 75 cv. capaz de impulsar el agua hasta una altura de 5 metros con un caudal de 320 litros/segundo. Cuando el vaso estuvo concluido la bomba tardaba unas tres horas en vaciarlo.

Una vez excavados los tres recintos del vaso se perforaron los túneles de comunicación entre aquellos, se excavaron cuevas distribuidas por las paredes, se excavaron cubetas profundas en las zonas de saltos, y se tallaron en las paredes los huecos donde después se construyeron las escaleras de acceso al agua. Además de estas escaleras se colocaron algunas escalerillas verticales ligeras.

La excavación generó una gran cantidad de finos que formaron una gruesa capa de fango en el fondo de la charca. Estos finos fueron limpiados en dos fases, la primera con pala excavadora y la segunda manual. En el recinto interior la limpieza no ha sido todo lo completa que hubiera sido deseable y esperamos que los temporales de mar de fondo del NO del próximo invierno terminen la labor.

Después de limpiar los fondos de los dos recintos exteriores, que son los más profundos, se distribuyeron sobre

Fig. 3.
Potenciación de
la vida marina:
Montículos de
grandes cantos
en el fondo y
perforación de
cuevas en las
paredes de la
charca.

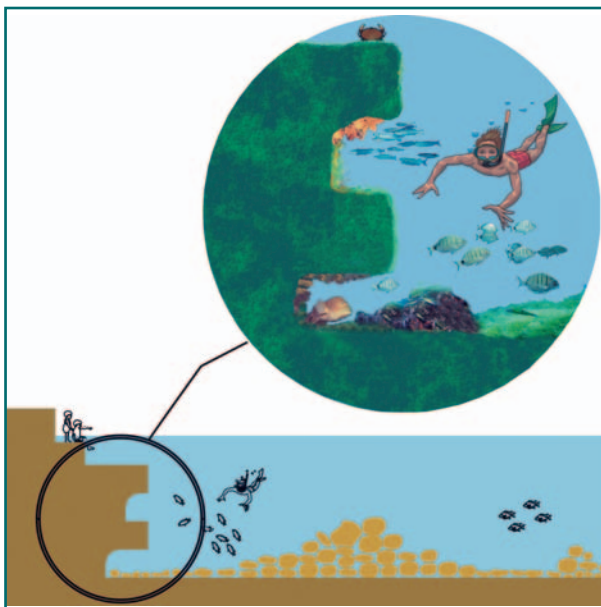
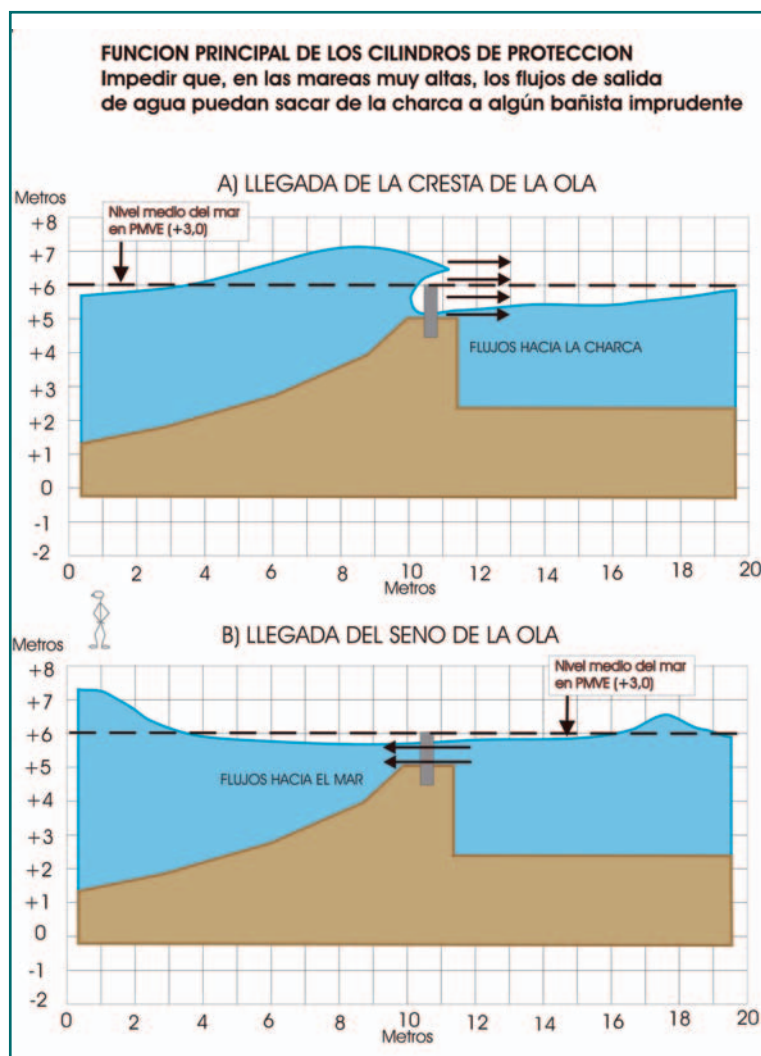


Fig. 4.
Esquema de
funcionamiento
de los cilindros
de protección.



ellos pequeños montículos de grandes piedras destinados a estimular la vida vegetal y animal. Esto es debido a que la estructura de los montículos presenta una gran superficie total donde se fijan las plantas, y está llena de huecos donde se cobijan los animales.

A lo largo de todo el borde exterior de la charca se colocó una hilera de cilindros de seguridad, destinada a impedir que en condiciones de pleamar y oleaje fuerte algún bañista arriesgado pudiera ser arrastrado mar afuera por las corrientes de salida. Estas corrientes se generan porque al agua que las olas rompientes arrojan en el interior de la charca eleva en esta el nivel del agua respecto al mar abierto. La corriente de retorno del agua al mar generada por el desnivel es activa únicamente durante el paso del seno de las olas, en el cual el nivel del mar en el borde exterior de la charca está algo por debajo de su nivel medio a lo largo del paso de las olas. Los cilindros han sido embutidos en la roca a 1/3 de su longitud, y están formados por un tubo de PVC de 30 cm de diámetro relleno de hormigón y recubierto de una pintura al esmalte formada a base de resinas de poliuretano de dos componentes que proporciona una dureza y resistencia a la abrasión y al desgaste físico y químico. Su cota mínima de coronación es la pleamar viva equinoccial, que en Agaete es +3m. La distancia entre los ejes de los cilindros es de 40 cm. Este tipo de defensa de cilindros ha demostrado su eficacia práctica en algunas charcas mareales de Gran Canaria, notablemente las de El Agujero (Gáldar) y Roque Prieto (Sta. María de Guía).

Una incidencia significativa en la excavación del vaso ha sido interceptar una zona donde el basalto tiene una estructura muy agrietada y suelta, que contiene abundante arcilla y entre la que hay huecos por los que se filtra el agua al mar abierto. El fenómeno de la formación de arcilla cuando la lava basáltica penetra en el mar ha sido descrito por varios geólogos, por ejemplo en la referencia 3 donde se explica cómo se genera arcilla por reacciones químicas entre el agua de mar y el basalto caliente. Cabe pensar que en el interior de los tubos volcánicos que entrecruzan la estructura de ciertas coladas de lava debe producirse arcilla cuando el agua marina, o su vapor, penetra en el interior del tubo. Este puede ser nuestro caso.

La grieta principal fue localizada vaciando el vaso con la bomba cuando la marea era suficientemente alta y el mar estaba tranquilo. El agua filtraba desde el mar a la charca por la grieta produciendo un chorro muy visible. Esta grieta fue sellada construyendo un tramo de muro que une las paredes de roca sana a uno y otro lado de la zona agrietada y está cimentado también en roca sana. En la trasera del muro se relleno el hueco con escollera, y sobre esta se dispuso un solárium que ahora es muy utilizado.

Además de esta grieta principal que fue sellada, se detectaron filtraciones pequeñas difusas que ocupan una zo-



Fig. 5. Rasa supramareal del barranco de Agaete (24-05-2002).

na de suelo a no mucha distancia de aquella grieta. No se ha considerado deseable emprender la impermeabilización de esa zona, porque el comportamiento observado del efecto de estas filtraciones menores es favorable para la funcionalidad recreativa de la charca. El agua baja lentamente en la charca cuando baja la marea, pero el nivel mínimo que alcanza es tal que en el recinto interior las profundidades son idóneas para niños y no-nadadores mientras que en los recintos exteriores las profundidades permiten zambullirse y bucear.

Se dispusieron tramos de solárium rellenando los huecos de la topografía rocosa del lugar, y dejando libres los

salientes. De esta manera se ha conseguido una distribución de espacios variada y acoplada a la naturaleza del terreno, que por un lado resulta amena paisajísticamente y por otro lado permite a los usuarios distribuirse en grupos con espacios propios delimitados. Los caminos que conectan los distintos recintos de la charca se han hecho de la misma manera.

Se ha construido frente a la charca una casa de servicios que contiene una dependencia para los servicios de socorrismo y primeros auxilios, unos baños, y un área preparada para acoger un pequeño kiosco-bar. Todo ello sobre una superficie de 71 m².



Fig. 6. Excavación de la charca en sus inicios (Julio de 2002).



Fig. 7. Perforación de cuevas en el recinto exterior (03-08-2004).



Fig. 8. Perforación de uno de los túneles del recinto exterior grande (18-12-2003)

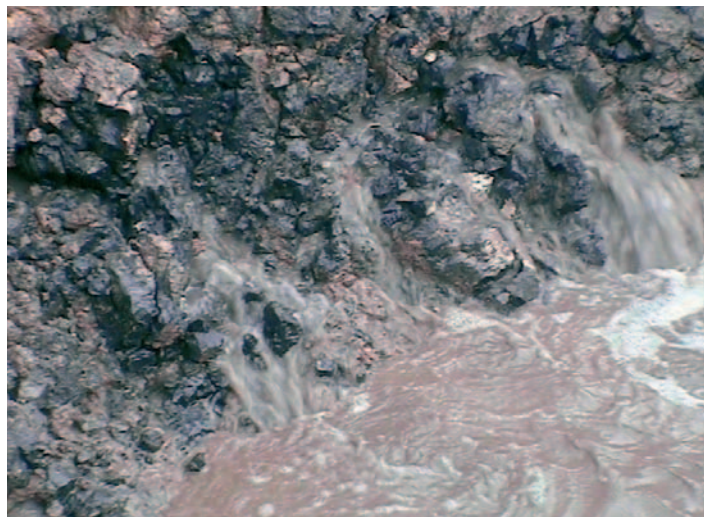


Fig. 9. Filtración en tubo volcánico relleno de arcilla (09-08-2004).



Fig. 10. Tramo de muro que sella la zona principal de filtraciones. (21-07-2005)



Fig. 11. Fondos del recinto interior (28-07-2005).



Fig. 12. Montículos de grandes piedras en el recinto exterior pequeño (15-07-2005).



Fig. 13. Montículos de grandes piedras en el recinto exterior grande (15-07-2005).

4. La funcionalidad recreativa

La charca ha recibido una sanción positiva de los usuarios muy rápidamente, desde bastante antes de haber sido abierta oficialmente al uso público. Durante las largas temporadas en que la obra ha estado detenida, la gente ha usado efectivamente la charca haciendo caso omiso a los carteles prohibitivos y hasta derribando reiteradamente las vallas de alambre que flanqueaban el recinto por los lados. De hecho todas las fotografías que se muestran sobre el uso de la charca han sido tomadas en el último periodo de detención de la obra.

Se ha visto que la charca genera mucha actividad en los usuarios, con variaciones cualitativas en las condiciones de marea alta y de marea baja. Esto último da la charca una estimable variedad de usos recreativos.

Los dos recintos exteriores, en marea alta y recibiendo oleaje se emplean sobre todo para nadar, zambullirse, o jugar con la turbulencia originada por los rebases del oleaje. En marea baja se emplean para observar la vida submarina con gafas de buceo, nadar, o zambullirse en las cubetas preparadas para ello.

El recinto interior, en marea alta y recibiendo oleaje proporciona espacios muy protegidos donde el agua está calmada y donde nadadores poco competentes pueden bañarse con comodidad, con la excepción de los temporales que es cuando no es nada probable que alguien quiera bañarse. En marea baja hacen pié los adultos, y también los niños en una zona amplia durante lo más bajo de la marea, oportunidad que es aprovechada por los adultos no-nadadores y muchos niños.



Fig. 14. Aprovechamiento de la zona de solarium. Marea media (21-08-2005).



Fig. 15. Recinto exterior pequeño. Marea baja (26-08-2005).



Fig. 16. Uso recreativo del recinto exterior grande. Marea baja (26-08-2005).



Fig. 17. Uso recreativo del recinto interior. Marea baja (26-08-2005).



Fig. 18. Vista general. Pleamar con oleaje (21-08-2005).



Fig. 19. Uso recreativo del recinto interior. Pleamar con oleaje (21-08-2005).



Fig. 20. Uso recreativo del recinto interior. Pleamar con oleaje (21-08-2005).



Fig. 21. Uso recreativo del recinto interior. Pleamar con oleaje (21-08-2005).

5. La vida marina

Como se indicó antes, en julio de 2005, poco antes de que se reanudara la obra después de una parada que duraba desde octubre del año anterior, se hizo un reconocimiento de la vida marina que se había instalado en la charca en ese periodo de 9 meses. Resultó sorprendente la cantidad y diversidad de vida que se encontró. En cuanto a la vegetación lo más notable fue encontrar praderas de *Padina pavonica* completamente desarrollada tapizando áreas amplias de los recintos exteriores, y algas de umbría como *Taonia atomaria* instaladas en las cuevas de las paredes. En esas cuevas se encontraron también esponjas de varios tipos, así como ascidias, y se refugiaban en ellas ocasionalmente estrellas de mar, holoturias, y numerosas va-

cas marinas que habían prendido sus puestas en las paredes de la cueva.

Los grupos de cantos que se habían colocado en el fondo del recinto exterior grande concentraban la fauna piscícola más numerosa y variada. Los peces más abundantes de la charca eran las lisas (*Mugilidae*), salemas (*Sarpa salpa*), obladas o galanas (*Oblada melanura*), sargos de varias especies (*Diplodus spp*), y palometas (*Trachinotus ovatus*). A continuación seifios (*Diplodus vulgaris*), castañetas o fulas (*Abudefduf luridus*), pejeverdes (*Thalassoma pavo*) y gueldes (*Atherina presbyter*). En menores números había meros (*Epinephelus marginatus guaza*), gallos (*Bothus podas*), y gallitos (*Canthigaster capistratus*). Tras terminarse la obra se detectaron también viejas (*Sparisoma cretensis*), tordos (*Symphosus mediterraneus*), salmonetes (*Mullus surmuletus*) y rascacios (*Scorpa-*

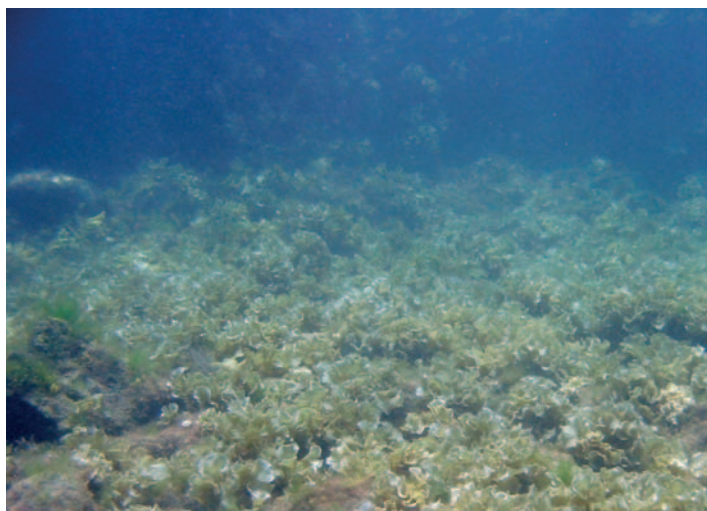


Fig. 22. Pradera de *Padina pavonica* en los fondos del recinto exterior grande (28-06-2005).

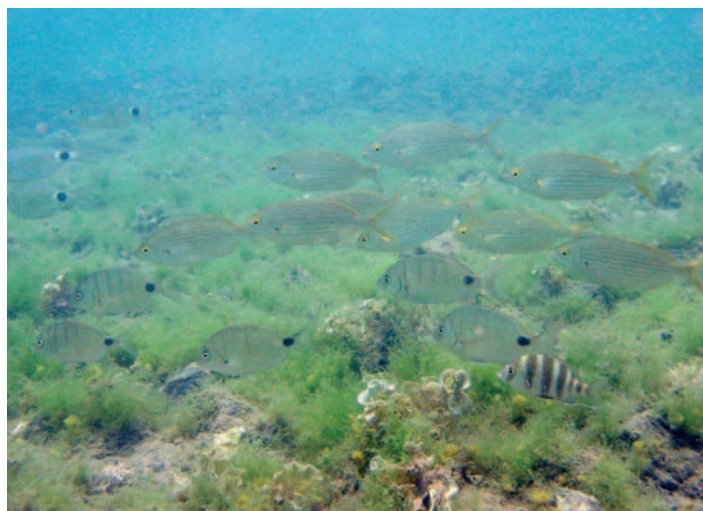


Fig. 23. Grupo de Salemas, Obladas, Sargos blancos y Sargo breado. Recinto exterior grande (30-06-2005).



Fig. 24. Grupo de Salemas, Obladas y Sargos blancos. Recinto exterior grande (30-06-2005).



Fig. 25. Palometas (*Trachinotus ovatus*) en el recinto exterior grande (29-06-2005).



Fig. 26. Centollo (*Maja squinado*) junto a puestas de vaca marina en el recinto exterior pequeño (casi vacío de agua), (07-07-2005).



Fig. 27. Mero juvenil (*Ephippelus marginatus guaza*) en el recinto exterior grande (30-06-2005).

PREMIO INTERNACIONAL A LA INNOVACIÓN EN CARRETERAS

Juan Antonio Fernández del Campo

PRIMERA EDICIÓN

2005



Con el propósito de contribuir al desarrollo de la tecnología viaria en todo el mundo, fomentando la realización, desde distintas perspectivas científicas, de estudios e investigaciones en materia de Carreteras que incentiven la innovación en el sector, la Asociación Española de la Carretera convoca en 2005 la Iª Edición del Premio Internacional a la Innovación en Carreteras Juan Antonio Fernández del Campo.

La iniciativa cuenta con el patrocinio de Caja Caminos, CEPSA-Proas y Repsol YPF, la colaboración institucional de la Dirección General de Carreteras de la Consejería de Transportes e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid, y la colaboración empresarial de Dragados, Acciona Infraestructuras, FCC Construcción, Ferrovial Agromán, Grupo Isolux Corsán, OHL y Sacyr.

Para más información:

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE LA CARRETERA

Goya 23, 4º Dcha. 28001 Madrid

Tf. 91 577 99 72

Fax 91 576 65 22

e-mail: mrodrigo@aecarretera.com





Fig. 28. Molusco (*Hydatina physis*) y su puesta en el recinto exterior pequeño (12-07-2005).

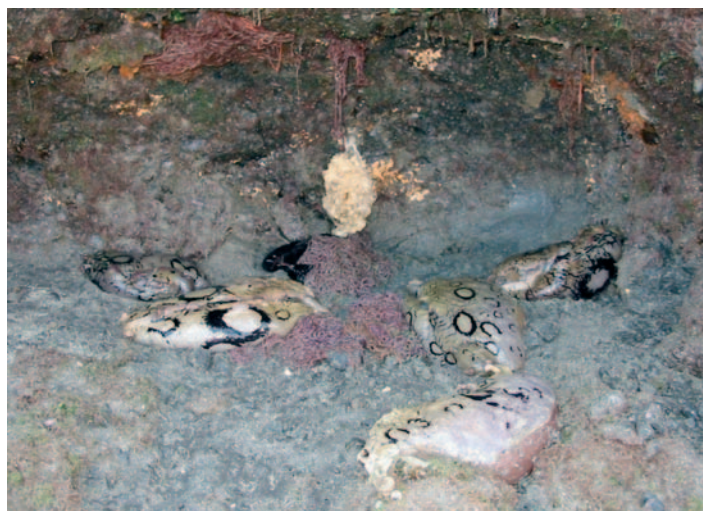


Fig. 29. Vacas marinas de varias especies (*Aplysia* spp.) y sus puestas en una cueva del recinto exterior pequeño (vacío de agua), (07-07-2005).



Fig. 30. Estrella de mar (*Cofinasteria tenuispina*) en una cueva del recinto exterior grande (30-06-2005).



Fig. 31. *Holothuria sanctorii* en una cueva del recinto exterior pequeño (3-06-2005).

ena porcus) entre los peces de la charca. En su gran mayoría estos peces eran juveniles y alevines, aunque había algunos ejemplares grandes de salemas, sargos y lisas.

Eran muy numerosos los animales ligados al fondo y las paredes: barrigudas (*Blennidae*), cabosos o gobios (*Gobiiidae*), camarones (*Palaemon elegans*), lapas (*Patella tenuis cremata*), y bigaros (*Osilinus atratus*). Se vieron también varios pulpos (*Octopus vulgaris*) y una morena (especie incierta).

Resultó muy sorprendente la cantidad de grandes moluscos que habían elegido la charca para aparearse y dejar sus puestas. Había puestas de vacas marinas de varios tipos (*Aplysia dactylomela*, *Aplysia fasciata*, *Aplysia* spp.), y de la más rara *Hydatina physis* que es propia de fondos marinos mucho más profundos, repartidas por muchos lugares de los dos recintos exteriores. Las vacas marinas que

se vieron pasaban probablemente del centenar. Las *Hydatinas* eran mucho menos numerosas.

Entre los crustáceos había varios tipos de cangrejos, pero destacaba la presencia, muy rara en las charcas, de muchos centollos (*Maja squinado*). Unos pocos de ellos eran centollos adultos de tamaños grandes, y la gran mayoría pequeños centollos.

Un resultado evidente del reconocimiento realizado es que la charca ha estado cumpliendo con una rapidez y una efectividad muy notables su función ecológica como criadero de fauna marina. Puede atribuirse esto a la variedad de los espacios sumergidos de la charca en cuanto a formas, profundidades, y grados de protección del oleaje de pleamar. Ninguna otra charca mareal de la isla, natural o artificial, tiene una diversidad de ambientes comparable. Esto se debe a que la charca de Agaete ha sido dise-

ñada específicamente para cumplir aquel objetivo, junto al objetivo complementario de la diversidad de usos recreativos. Hay una coincidencia entre ambos tipos de objetivos en el hecho de que muchos de los usuarios de la charca están disfrutando ya de contemplar una vida marina abundante y variada. Las previsiones lógicas son que con el transcurso del tiempo la charca afianzará y diversificará considerablemente sus comunidades vegetales, y que paralelamente aumentará la diversidad y la cantidad de animales marinos.

La alimentación vegetal que la charca proporciona a la fauna herbívora se compone por un lado de la propia vegetación de la charca, cuya velocidad de implantación y desarrollo se ha visto que es muy grande, y por otro lado de trozos de algas procedentes del litoral exterior que el oleaje arroja en la charca durante las pleamares y quedan atrapados en esta.

6. Conclusiones

El caso de la charca mareal de Agaete enseña que este tipo de intervenciones (las charcas mareales artificiales en las costas rocosas) permite compatibilizar recreo con ecología y con paisaje en un grado muy alto.

De entre los tipos de intervenciones en la costa que tienen fines primordialmente recreativos, hay pocos otros de los que pueda decirse que su incidencia ecológica es sistemáticamente positiva y puede llegar a ser relativamente importante.

También hay pocas cuya incidencia paisajística sea tan discreta y esté tan incardinada en el terreno.

Por último la variedad de usos recreativos que ofrece la charca de Agaete está siendo plenamente reconocida y aprovechada por los usuarios, quienes sin esperar siquiera a la apertura de la obra al público han explorado y utilizado intensamente todas las oportunidades recreativas que ofrece la charca.

Se puede concluir que las charcas mareales artificiales son un tipo de acondicionamiento recreativo que en las costas rocosas resulta muy eficaz para compatibilizar las diferentes necesidades concurrentes, y que sería bueno emplear este tipo de intervenciones más frecuentemente en los planes de ordenación de los litorales rocosos como opción alternativa a otros tipos de acondicionamiento recreativo ambientalmente más agresivos.

7. Agradecimientos

Los autores quieren agradecer especialmente su participación en la obra y sus circunstancias a las siguientes personas:

Rafael López Orive, Ingeniero de Caminos y anterior Jefe de la Demarcación de Costas en Las Palmas del Ministerio de Medio Ambiente, desde ese cargo dio una acogida favorable a este tipo de proyectos y en particular apoyó el de Agaete. Cuando encontramos las fugas de agua ligadas a grietas entre arcilla nos orientó desde su experiencia práctica acerca de las peculiaridades geológicas del tema. Y, en otro orden de cosas, nos dio también orientaciones, importantes para nosotros, acerca de las complicadas relaciones formales del triángulo administración-contrata-técnicos.

Juan Antonio Ferrera, Ingeniero de Caminos y último responsable administrativo de la obra desde el Cabildo de Gran Canaria, resultó decisivo para solventar los problemas entre la administración y la contrata que habían ralentizado mucho la conclusión de la obra, tanto que ha durado 3 años.

Manuel Rodríguez, último encargado de la obra por el contratista Matías Marrero, organizó el trabajo con una competencia y una dedicación extraordinarias a las que cabe atribuir mucho de lo bueno que se ha conseguido. Francisco García, que maneja el brazo de su máquina perforadora como su propio brazo, talló el difícil basalto de la rasa volcánica del lugar con una gran maestría y acopló sin quejarse sus horarios de trabajo a la marea.

Leopoldo Moro y Fernando Espino, biólogos del Servicio de Biodiversidad de la Viceconsejería de Medio Ambiente, nos han proporcionado un soporte continuado para la identificación de especies y la evaluación de su significación. Su ayuda en los asuntos biológicos ha sido fundamental para nosotros. Fernando Espino en particular dedicó una noche de buceo en la charca a hacer un inventario preliminar de especies.

Rogelio Herrera y Vicente Benítez, Licenciados en Ciencias del Mar y técnicos de la Viceconsejería de Medio Ambiente, nos han dado consejos certeros sobre varios aspectos de la obra relacionados con la biología. Vicente Benítez ha buceado en la charca para grabar en vídeo la vida marina.

Tomás Cruz, biólogo marino, durante muchas conversaciones y algunos buceos compartidos nos aportó su conocimiento experto de la costa canaria, y en particular de las charcas mareales, al comienzo de la concepción de nuestros proyectos de charcas artificiales. ♦

Referencias

- 1. Copeiro E., García M.A. y López R., 2003: *Acondicionamiento recreativo de costas rocosas: Charcas mareales artificiales en Canarias*. Revista de Obras Públicas, Oct.
- 2. Copeiro E., García M.A. y Salgado J., 1999: *Proyecto de acondicionamiento de la desembocadura del barranco de Agaete (Gran Canaria)*. Cabildo de Gran Canaria.
- 3. Schiffman P., 2000: *From Pahoehoe to Palagonite: The Basalt-Clay Connection*. SpringerLink Online Publication, Jan. 21.

Dos Modelos de Distribución de Viajes: Modelo de Entropía (Hyman) versus Triproporcional a través de una aplicación en la Ciudad de Concepción (Chile)

Two Models of Trips Distribution: Entropy Model versus Triproportional Model. Application in the city THE City de Concepcion (Chile)

Jose Luis Moura Berodia (a). Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. *mourajl@unican.es*

Ángel Ibeas Portilla (a). Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Luigi dell'Olio (b). Ingeniero Civil y Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Ángel Vega Zamanillo (a). Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

(a) Departamento de Transportes y Tecnología de Proyectos y Procesos. Universidad de CantabriaSantander. *ibeasa@unican.es*

(b) Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Burgos. Burgos.

Resumen: En este artículo se revisan y se comparan dos modelos de distribución de viajes, analizando los puntos fuertes y débiles de cada uno de ellos, fundamentando dicho análisis en una aplicación práctica con datos reales de la ciudad chilena de Concepción.

Los dos modelos a analizar son: un Modelo de Maximización de Entropía, utilizando el método de Hyman en el cual los balanceos entre filas y columnas son proporcionados por la metodología de Furness, y un Modelo Triproporcional.

Para un adecuado análisis, estos modelos se han programado, resultando una aplicación informática que permite evaluar ambos modelos con distintos valores en sus parámetros y obtener diferentes matrices de Distribución de Viajes. A partir de los datos provenientes de una Encuesta Origen Destino (EOD) en la Ciudad de Concepción y de la información sobre los niveles de servicio promedio interzonales para cada modo de transporte se presentan conclusiones.

Palabras Clave: Modelos de Demanda, Transporte y Movilidad Urbana, Modelos de Distribución de Viajes

Abstract: In this paper, two models of distribution of trips are revised and compared, analyzing the strong and weak points of each one of them, basing this analysis in an application practices with real data of City of Concepción (Chile).

The two models to analyze are: a Model of Maximization of Entropy, using the method of Hyman in which the swingings between lines and columns are provided by the methodology of Furness, and a Model Triproportional.

For an appropriate analysis, these models have been programmed, generating a software application that allows to evaluate both models with different values in their parameters and to obtain different matrix of Distribution of Trips. Starting from the data coming from a Survey Origin Destination (EOD) in City of Concepción and with the information on the levels of service average for each mode of transport, conclusions they are presented.

Keywords: Transport Demand Models, Transport and Urban Mobility, Trips Distribution Models

Modelos de Distribución de Viajes

El hecho de poder modelar en forma adecuada la etapa de distribución de viajes, es un requisito fundamental para poder realizar una planificación eficiente y realista de un sistema de transporte. Conocido es que el

resultado fundamental de esta etapa es la obtención de las matrices origen-destino, normalmente desagregadas por tipo de persona, motivo del viaje y hora del día.

Un primer estadio de modelos de distribución lo componen aquellos fundamentados en la existencia de una matriz de viajes base, generalmente obtenida de un estu-

dio anterior. Estos son los denominados Modelos de Factor de Crecimiento, en los cuales a partir de información relativa a crecimientos estimados de los propios viajes o de alguna variable de tipo socioeconómico (población, tasa de motorización, renta,...) se determinan los factores de expansión o crecimiento a aplicar a la matriz original. Las ventajas de estos métodos se sintetizan en: facilidad de manejo, soluciones obtenidas en pocas iteraciones y buenos resultados a corto plazo. Por contra son inaplicables en aquellas áreas de estudio donde se prevea cambios significativos en la red o en los usos del suelo. Por otro lado, al aplicar los coeficientes de crecimiento los viajes se multiplican pero la estructura de la matriz se mantiene, por lo que un posible error en una celda no se corrige sino que se magnifica. Modelos dentro de este grupo son: Método del Factor Uniforme, Método del Factor Promedio, Modelos de Detroit y Modelo de Fratar (Ortúzar, 1998).

Otro importante grupo de modelos de distribución son todos aquellos basados en analogías con el modelo de gravedad. El modelo de gravedad más general (Ortúzar, 1998), y uno de los de primera aparición, se puede representar por:

$$V_{ij} = A_i \cdot O_i \cdot B_j \cdot D_j \cdot d_{ij}^{-n} \quad (1)$$

Con:

$$A_i = \frac{1}{\sum_j B_j \cdot D_j \cdot d_{ij}^{-n}} \quad (2)$$

$$B_j = \frac{1}{\sum_i A_i \cdot O_i \cdot d_{ij}^{-n}} \quad (3)$$

Conocido como Modelo de Gravedad Doblemente Acotado, donde:

O_i = Viajes originados en la zona i.

D_j = Viajes atraídos en la zona j.

d_{ij}^{-n} = distancia entre la zona i y j.

Un posterior avance en estos primeros modelos gravitacionales fue sustituir la distancia entre las zonas, que funcionaba relativamente muy bien en estudios de transporte interurbano pero no así en ámbitos urbanos donde la congestión anula la representatividad de dicha impedancia, por una función de coste generalizado.

Como ejemplo de este tipo de modelos esta la conocida "formulación del BPR", en la cual se utilizan unos factores F_{ij} denominados función de separación espacial. Los valores que toma esta función de separación dependen de alguna variable de impedancia como la distan-

cia, el tiempo o el coste generalizado. Por regla general son funciones decrecientes de tipo exponencial y son diferentes para cada motivo de viajes estudiado.

A medida que los modelos de demanda de transporte, y en consecuencia también los de distribución de viajes, centraban su ámbito de actuación en áreas urbanas, se fue incluyendo el estudio de diferentes tipos de usuarios, por ejemplo usuarios con y sin acceso a auto. Asimismo el ámbito urbano también provocó el estudio simultáneo de varios modos de transporte.

Ante este amplio escenario descrito, este artículo se focaliza en definir y estudiar dos únicos modelos que recopilen estas últimas observaciones. Es por ello que se analiza: un Modelo de Maximización de Entropía, utilizando el método de Hyman en el cual los balanceos entre filas y columnas son proporcionados por la metodología de Furness, y un Modelo Triproporcional. En ambos casos se tienen en cuenta dos tipos de usuarios (con y sin acceso a auto) y cuatro modos de transporte (auto, bus, taxi y taxi colectivo).

Paralelamente al desarrollo teórico de ambos modelos, estos se aplican al caso de la ciudad chilena de Concepción, donde a partir de los datos provenientes de una Encuesta Origen Destino (EOD) y de información sobre los niveles de servicio para cada modo de transporte se obtienen resultados y conclusiones.

Cálculo de costes generalizados y Costes compuestos

Previamente a la especificación de los modelos a estudiar es conveniente hacer referencia a las variables de impedancia seleccionadas. Al tratar de evaluar dos tipos de usuarios y cuatro modos de transporte, se recurre a especificar los conocidos costes compuestos de viaje. Estos últimos se forman a partir de los costes generalizados de cada modo de transporte, los cuales vienen definidos por funciones de coste generalizado como la siguiente (aplicadas al ejemplo práctico en Concepción):

$$C_{ij}^k = \text{Coste} + \theta_{tv} \cdot t_{viaje} + \theta_{te} \cdot t_{espera} + \theta_{tc} \cdot t_{cam} \quad (4)$$

Siendo:

C_{ij}^k = Coste generalizado entre la zona i y la zona j para el tipo de usuario k (con o sin auto).

Coste = En el modo Bus y el modo Taxi Colectivo es la tarifa del mismo. En el caso de los modos auto y taxi, es un valor proporcional a la distancia recorrida.

t_{viaje} = tiempo de viaje desde la zona i a la zona j para el tipo de usuario k. Esta información esta disponible para todos los modos estudiados (Auto, Bus, Taxi y Taxi Colectivo).

tespera = tiempo de espera para viajes desde la zona i a la zona j para el tipo de usuario k. Esta información esta disponible únicamente para los modos estudiados Bus y Taxi Colectivo.

tcami = tiempo de caminata para viajes desde la zona i a la zona j para el tipo de usuario k. Esta información esta disponible únicamente para los modos estudiados Bus y Taxi Colectivo.

θ_{tv} = parámetro valor del tiempo de viaje.

θ_{te} = parámetro de valor del tiempo de espera.

θ_{tc} = parámetro de valor del tiempo de caminata.

Como se menciono anteriormente, para poder desarrollar los modelos de distribución de viajes, se necesita conocer el valor del costo compuesto para cada uno de los pares (i, j) y diferenciados por tipo de usuario. Este hecho se debe a que el costo compuesto representa el costo en los casos que existe más de un modo para el par (i,j).

Por lo tanto una vez obtenido el coste generalizado para cada uno de los modos disponibles, se debe calcular el coste compuesto $\bar{C}_{ij}$ que viene dado por la siguiente expresión "logsum" (Williams, 1976):

$$\bar{C}_{ij}^n = -\frac{1}{\lambda^n} \ln \sum_k \exp(-\lambda^n (C_{ij}^k + \delta^k)) \quad (5)$$

Llegados a este punto se debe proceder a calcular el valor de λ^n para cada uno de los dos tipos de usuarios definidos, como así también se debe encontrar las constantes específicas δ^k para cada modo, constantes que sirven para que el modelo replique de forma correcta las proporciones de mercado en que se utiliza cada modo.

Como se puede apreciar, el hecho de poder resolver este modelo de partición modal agregada es más bien un requisito indispensable para poder seguir con la especificación de los modelos de distribución de viajes, ya que los costos compuestos para cada par (i,j) y por tipo de persona son imprescindibles para poder generar dichos modelos.

No debe dejarse de lado el hecho de que para resolver esta situación debe siempre fijarse la constante específica de uno de los modos en cero de manera de encontrar la de los otros modos como una diferencia con respecto a la asignada como base.

Dichos parámetros son factibles de obtener utilizando la transformada de Berkson-Theil.

Tabla 1. Valores finales de las penalidades modales δ_m y el valor del parámetro λ para Concepción

	Para el caso de usuarios sin acceso a auto	Para el caso de usuarios con acceso a auto
λ	-0,002806	-0,00093
δ_{auto}	-314,05	111,80
δ_{taxi}	0	0
$\delta_{\text{taxiColectivo}}$	-30,74	-114,06
δ_{bus}	0	0

$$\frac{P_{ij}^{k'n}}{P_{ij}^{K'n}} = \exp(-\lambda^n \cdot (C_{ij}^{k'n} - C_{ij}^{K'n} + \delta^{k'n})) = \frac{\sum_k V_{ij}^{k'n}}{\sum_k V_{ij}^{K'n}} = \frac{V_{ij}^{k'n}}{V_{ij}^{K'n}} \quad (6)$$

Tomando logaritmos en la anterior expresión,

$$\log\left(\frac{V_{ij}^{k'n}}{V_{ij}^{K'n}}\right) = -\lambda^n (C_{ij}^{k'n} - C_{ij}^{K'n}) - \lambda^n \cdot \delta^{k'n} \quad (7)$$

estamos en disposición de aplicar regresión lineal para obtener las penalidades modales $\delta^{k'n}$ y el valor del parámetro λ . Destacar que en esta regresión lineal se debe tomar un modo como referencia para el cálculo de los cocientes de viajes y las diferencias de costes generalizados de (7), así como hacer uso de variables mudas ya que son varios los modos de transporte estudiados (en el ejemplo practico: Auto, Bus, Taxi y Taxi Colectivo). En resumen, con los datos relativos a Concepción, los valores finalmente encontrados se muestran en la Tabla 1.

Estos datos, hacen que ahora sea posible calcular los costos compuestos para cada par de zonas, mediante el uso de la fórmula (5). Datos imprescindibles para proceder a calibrar los modelos de distribución de viajes.

Modelo de maximización de entropía doblemente acotado

Entendiendo entropía como probabilidad y relacionada con la incertidumbre respecto a la información de que dispone el analista, se distinguen los siguientes estados:

- Estados micro: Viajes de un individuo desde un origen i a un destino j.
- Estados meso: Los viajes realizados desde i a j. $\{V_{ij}\}$
- Estados macro: Número de viajes generados y atraídos por cada zona. O_i y D_j .

La esencia del método se fundamenta en la hipótesis de que todos los estados micro son igualmente probables. El número de estados micro asociados con un estado meso (Wilson, 1971) está dado por:

$$W(V_{ij}) = \frac{V!}{\prod_{ij} V_{ij}!} \quad (8)$$

En que V es el total de viajes y las únicas matrices V_{ij} que se permiten son las que satisfagan las restricciones del estado macro O_i y D_j .

$$O_i - \sum_j V_{ij} = 0 \quad D_j - \sum_i V_{ij} = 0 \quad (9)$$

Así, en un estado macro, compuesto por estados meso, los que a su vez se componen de estados micro, y utilizando la aproximación de Stirling para poder realizar la maximización de la probabilidad (máximo número de estados micro), es posible obtener el modelo conocido como modelo gravitacional doblemente acotado, dado por la expresión:

$$V_{ij} = A_i O_i B_j D_j e^{-\beta C_{ij}} \quad (10)$$

Para llegar a esta expresión para el número de viajes que van desde i hacia j, es necesario añadir, durante el proceso de maximización (aplicando la función lagrangiana), la siguiente restricción referente a costes:

$$C - \sum_{ij} V_{ij} C_{ij} = 0 \quad (11)$$

Como se puede detectar, es esencial contar con un valor para el parámetro β de manera de poder encontrar los V_{ij} . Este parámetro β se calcula con el Método de Hyman (Ortúzar, 1998).

Método de Hyman

Es importante señalar que este es un procedimiento que es utilizado para calibrar el modelo para un solo tipo de usuario en el caso de tener la información desagregada. Es decir, al tener dos tipos de usuarios se hace necesario realizar dos veces el procedimiento detallado a continuación.

La información necesaria que este método requiere, corresponde a la matriz de viajes de la muestra y la matriz de costes generalizados. Estas matrices están divididas por tipo de usuario.

El proceso iterativo se puede sintetizar en la Figura 1.

En resumen, el método consiste en dos procesos iterativos, uno dentro del otro, que buscan un valor de β , balanceando la matriz para luego tomar otro valor de β y volver a balancear hasta que se logre igualar los costos medios de la última iteración con la de la matriz de costos original.

Modelo Gravitacional como problema Triproporcional

Con el fin de explicar el funcionamiento de este modelo es necesario recalcar que el procedimiento tiene cierta similitud con el método bi-proporcional de balanceo utilizado dentro del procedimiento de Hyman para calibrar el modelo anterior.

Es posible realizar una generalización del modelo, tal que:

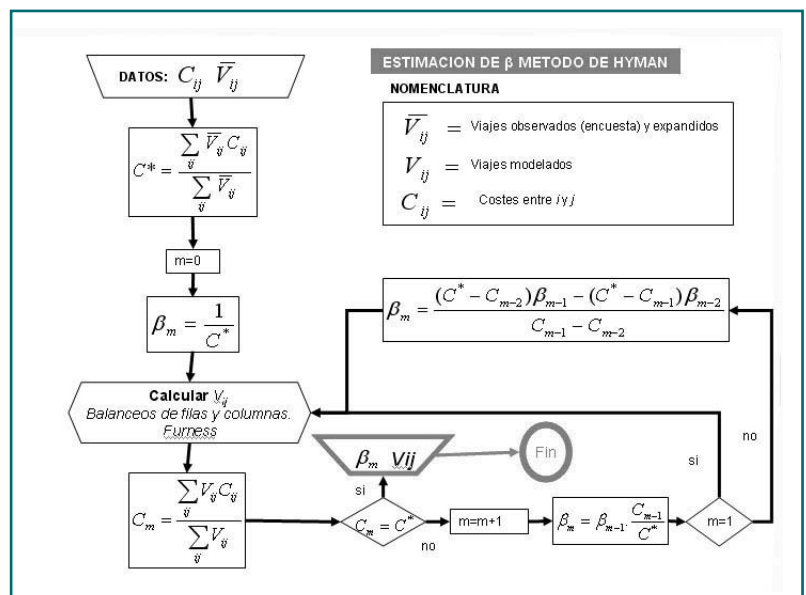
$$V_{ij}^n = a_i^n b_j^n f^n(C_{ij}) \quad (12)$$

Ahora bien, si no se hipotetiza una forma especial para $f^n(C_{ij})$, se puede considerar el problema como tri-proporcional. Para esto, primeramente se divide los costes entre zonas en k intervalos, tal que el k-ésimo tenga su punto medio en r_k y un rango finito $\pm e_k$ alrededor de este valor. Así, todos los viajes cuyos costes C_{ij} cumplan que:

$$r_k - e_k < C_{ij} \leq r_k + e_k \quad (13)$$

se asocian al intervalo k y se representan con costo r_k entonces, en lugar de usar una $f(C_{ij})$, lo que se hace es aso-

Fig. 1. Esquema del modelo de Maximización de Entropía, utilizando el método de Hyman con balanceos proporcionados por la metodología de Furness.



ciar a cada uno de los puntos medios de cada intervalo $r_1, r_2, \dots, r_k$ un factor C_k , $k=1, \dots, K$, para el cual $C_k = f(r_k)$. Así, el modelo podría escribirse como:

$$V_{ijk} = a b_j C_k \quad (14)$$

Para la calibración se conoce la matriz de viajes de la muestra y la correspondiente matriz de costes. Entonces, se debe determinar los factores C_k tales que permitan que los viajes estimados V_{ij} satisfagan ciertos requerimientos respecto a la matriz observada $\{V_{ij}\}$, que son:

$$\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K V_{ijk} = O_i ; \quad \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K V_{ijk} = D_j ; \quad \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J V_{ijk} = S_k \quad (15)$$

en que S_k es el número de viajes en el intervalo k .

En resumen, lo que el método realiza es balancear filas y columnas de la misma manera que lo haría el método bi-proporcional para luego realizar un tercer balance para las celdas de costos que se encuentran en cierto intervalo (Ortúzar, 1998).

Considerando la teoría anterior, el modelo resultante a ser calibrado corresponde a:

$$V_{ij}^n = A_i^n O_j^n B_j D_j \sum_k F^{kn} \delta_{ij}^k \quad (16)$$

A partir de una matriz de viajes actuales y sus respectivos costes compuestos, el proceso iterativo se puede sintetizar en la Figura 2.

En resumen, el método consiste en definir una primera matriz inicial M a partir de la información disponible de viajes y costes compuestos y amplificarla con el factor F . A partir de esta matriz se balancea, de la misma forma que el método de Hyman, por filas y columnas para finalmente realizar, como se indicó con anterioridad, un tercer balanceo por costes.

Programa desarrollado

Para facilitar el cálculo y manejo de los anteriores algoritmos o modelos de maximización de entropía aplicando el método de Hyman y modelos triproporcional, se ha desarrollado un programa en Borland Delphi el cual opera en un entorno visual a partir de ficheros de texto donde se toman y almacenan datos y resultados.

El programa inicia con una ventana de entrada de datos donde se pide la siguiente información: Numero de zonas, Matriz de viajes observados de usuarios sin

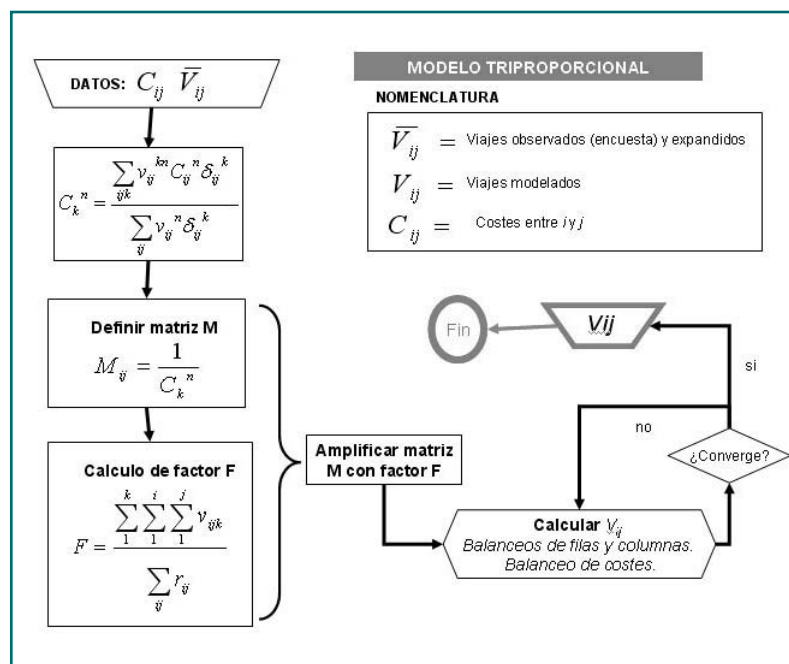


Fig. 2. Esquema del modelo de Triproporcional.

acceso a auto, Matriz de viajes observados de usuarios con acceso a auto, Viajes generados por zona de usuarios sin acceso a auto, Viajes generados por zona de usuarios con acceso a auto, Viajes atraídos por zona, Costes compuestos para usuarios sin acceso a auto y Costes compuestos para usuarios con acceso a auto.

La información anterior debe estar almacenada en ficheros de texto plano. Una vez introducida esta información el programa permite aplicar el método de Maximización de la Entropía utilizando el método Hyman o aplicar el método Triproporcional.

En referencia al método de Maximización de la Entropía utilizando el método Hyman, la pantalla de cálculo es la mostrada en la Figura 3. En tres pasos y fijando el criterio de convergencia entre costos medios observados y costos medios modelados en porcentaje se determina la matriz de viajes finales de usuarios sin acceso a auto y la matriz de viajes finales para usuarios con acceso a auto. Asimismo el programa muestra los valores de los parámetros A_i y B_i finales, así como los valores de los parámetros β_m .

Respecto al modelo triproporcional, Figura 4, el primer paso a realizar, basado en la teoría del método, es determinar los "k" intervalos de coste, para cada categoría de usuario. La aplicación permite valorar distintos valores de intervalos de coste.

En cuatro pasos y fijando el criterio de convergencia entre los valores que toman los parámetros a_i , b_j y C_k respecto de 1, se determina la matriz de viajes finales de usuarios sin acceso a auto y la matriz de viajes finales para usuarios con acceso a auto.

Modelos de Distribucion

METODO DE MAXIMIZACION DE LA ENTROPIA - METODO DE HYMAN

PASO 1: Calculo de Costos Medios Observado Usuarios sin acceso a auto 4015,90 Usuarios con acceso a auto 4096,36

PASO 2: Calculo de Betas(0) inicial Usuarios sin acceso a auto 0,0002490 Usuarios con acceso a auto 0,0002441

PASO 3: Proceso iterativo.
Criterio de convergencia (diferencia entre Costo Medio Observado y Modelado (porcentaje) 0,05 Valor de m 4

MATRIZ DE VIAJES USUARIOS SIN ACCESO AUTO

	Zona: 1	Zona: 2	Zona: 3	Zona: 4	Zona: 5	Zona: 6
Zona: 1	0	10,89	5,54	0,00	104,00	1,43
Zona: 2	21,74	0	11,06	0,00	210,10	2,75
Zona: 3	11,26	11,24	0	0,00	109,60	1,35
Zona: 4	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Zona: 5	8,73	8,78	4,44	0,00	0	1,11

MATRIZ DE VIAJES USUARIOS CON ACCESO AUTO

	Zona: 1	Zona: 2	Zona: 3	Zona: 4	Zona: 5	Zona: 6
Zona: 1	0	2,22	1,08	0,00	21,14	0,28
Zona: 2	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Zona: 3	9,82	9,90	0	0,00	96,27	1,13
Zona: 4	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Zona: 5	54,19	54,69	27,07	0,00	0	6,82

VALORES DE Ai, Bi

	Ai sin auto	Ai con auto	Bi
Zona: 1	0,000195	0,000272	2,430000
Zona: 2	0,000198	0,000276	2,573000
Zona: 3	0,000199	0,000282	2,727000
Zona: 4	0,000202	0,000237	2,133000
Zona: 5	0,000364	0,000499	3,149000
Zona: 6	0,000183	0,000258	2,271000

VALORES DE COSTOS MEDIOS Y PARAMETROS BETA

	Beta sin auto	Beta con auto	Costo con aut	
m = 0	0,00025	0,00024	4373,900000	4446,000000
m = 1	0,00027	0,00026	4203,600000	4363,100000
m = 2	0,000290	0,000320	4092,500000	4080,100000
m = 3	0,000300	0,000320	4015,600000	4115,500000

Fig. 3. Ventana del Método de Máxima Entropía, utilizando el método de Hyman.

Análisis de resultados y conclusiones

A partir de datos reales provenientes de una Encuesta Origen Destino (EOD) en la Ciudad de Concepción y de la información sobre los costes generalizados interzonales para cada modo de transporte se aplicó el software diseñado obteniendo una serie de resultados que permiten sintetizar una serie de conclusiones.

Realizando una primera comparación, sin obtención de resultados, entre los dos métodos utilizados, se pueden destacar tres diferencias básicas:

- El modelo de Máxima Entropía, utilizando el método de Hyman, estima un parámetro β mientras que el método Triproporcional estima parámetros C_k .
- El modelo Máxima Entropía, utilizando el método de Hyman, posee una función de costes continua

en cambio el método Triproporcional no, dado que divide dicha función en intervalos.

- El modelo Triproporcional mantiene los ceros de la matriz de viajes a priori, en cambio el método de Máxima Entropía, utilizando el método de Hyman, no tiene este problema.

A partir de la aplicación de datos de Concepción y observando la matrices de viajes obtenidas por Máxima Entropía, utilizando el método de Hyman (una de usuarios sin acceso a auto y otra de usuarios con acceso a auto) se aprecia una de las características de este modelo, que es que para una matriz inicial con varias celdas vacías, se obtiene una matriz final sin celdas vacías o viajes entre cualquier origen y destino, salvo en los siguientes casos: las matrices finales no presentan viajes en aquellas celdas donde los viajes generados en la zona origen son nulos, donde los via-

Modelos de Distribucion

METODO TRIPROPORCIONAL

PASO 1: Intervalos de Costo
 Numero de rangos usuarios sin acceso a auto Numero de rangos usuarios con acceso a auto

PASO 2: Calculo de Viajes Iniciales **PASO 3: Calculo de Suma de Viajes por Rango de Costos**

PASO 4: Proceso Iterativo. Criterio de convergencia (diferencia entre 1 y valores de a_i , b_j y C_k)

Numero de iteraciones...

RANGOS DE COSTOS - VIAJES POR RANGO

	Min. SinAuto	Max. SinAuto	Min. ConAuto	Max. ConAuto	ViajesSinAuto	ViajesConAuto
Rango1	0,00	2633,00	0,00	2715,00	16794,90	19638,00
Rango2	2633,00	5266,00	2715,00	5430,00	8430,08	21390,20
Rango3	5266,00	7899,00	5430,00	8145,00	5584,66	7785,82
Rango4	7899,00	10532,00	8145,00	10860,00	1535,68	1278,89
Rango5	10532,00	13165,00	10860,00	13575,00	1522,08	1352,39
Rango6	13165,00	15798,00	13575,00	16290,00	809,12	546,77

MATRIZ DE VIAJES USUARIOS SIN ACCESO AUTO

	Zona: 1	Zona: 2	Zona: 3	Zona: 4	Zona: 5	Zona: 6	Z
Zona: 1	0,00	6,20	2,68	0,00	51,45	0,88	6
Zona: 2	12,45	0,00	5,33	0,00	107,13	1,58	1
Zona: 3	6,17	6,08	0,00	0,00	52,96	0,69	7
Zona: 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Zona: 5	3,84	3,90	1,58	0,00	0,00	0,49	4

MATRIZ DE VIAJES USUARIOS CON ACCESO AUTO

	Zona: 1	Zona: 2	Zona: 3	Zona: 4	Zona: 5	Zona: 6	Z
Zona: 1	0,00	0,88	0,40	0,00	6,65	0,11	8
Zona: 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Zona: 3	3,78	3,76	0,00	0,00	29,40	0,43	3
Zona: 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Zona: 5	13,94	13,92	6,36	0,00	0,00	1,77	3

Fig. 4. Ventana del Método Triproporcional.

jes atraídos en la zona de destino son nulos y en celdas de la diagonal (no se tienen en cuenta los viajes intrazonales).

Por el contrario, las matrices que reporta el método Triproporcional, mantiene con ceros aquellas celdas que no tenían viajes en la matriz a priori.

Asimismo, se puede afirmar que respecto al número de viajes, que los viajes observados y los viajes modelados para ambos métodos resultan ser del mismo orden de magnitud. Bien es cierto, que estas diferencias son mayores en el Modelo Máxima Entropía, utilizando el método de Hyman, ya que éste enfoca sus principales esfuerzos en estimar viajes en aquellas celdas con cero viajes en la matriz a priori.

Respecto a la diferencia entre los costos observados y los modelados para el método Triproporcional fueron comparativamente menores que para el modelo de Máxima Entropía, utilizando el método de Hy-

man. Esto es debido a una característica relevante del método Triproporcional. Dicha propiedad es que toma en cuenta la estructura de los costes de los viajes originales.

Respecto al método Triproporcional, un supuesto particular que debe asumirse este método es la forma funcional de la transformada de los costes. Esta función que define la transformada no posee parámetro alguno a comparar; por lo tanto, la forma funcional que se asume tiene una probabilidad no despreciable de no ser adecuada, no teniendo capacidad de ajuste a través de algún parámetro. En cambio, el modelo de Máxima Entropía, utilizando el método de Hyman, permite un parámetro de calibración (β) que mejora el problema descrito.

Con los datos de Concepción, se ha obtenido un valor del parámetro β para ambos tipos de usuario:

USUARIOS SIN ACCESO A AUTO: Parámetro $\beta = 0,00030$

USUARIOS SIN ACCESO A AUTO: Parámetro $\beta = 0,00032$

Tal y como era de esperar se ha obtenido un valor de β menor que el de λ en ambos casos, usuarios sin acceso a auto y con acceso a auto.

Por otro lado, el modelo Triproporcional permite encontrar esta función de costes merced a la estimación de un tercer factor C_k , asociado a la restricción en el número de viajes observado en cada intervalo de coste. Este método garantiza que el número de viajes estimados sea único, esto es que el producto de los tres factores sea único para las celdas observadas.

Esta característica es positiva si se supone que la estructura de costes se mantiene entre el período de toma de datos originales y de reestimación de flujos; si la estructura de costes de la red cambia en forma no proporcional entre pares O-D, esta característica del método Triproporcional es negativa. Por lo tanto, para decidir entre modelos se necesita mayor información acerca de las características de la red en el momento cuando se desee utilizar el modelo estimado.

Por último, en relación a los supuestos utilizados, uno de los que podría haber introducido un error en los resultados es el de suponer que el factor de balanceo de los destinos (B_j) sería parecido para los dos tipos de usuario (no asumir un B_{jn} para cada tipo de usuario); ello se hizo ya que, en el futuro, no es factible obtener los D_j diferenciados por categoría de usuario; sin embargo, no se descarta la posibilidad que esta simplificación haya introducido un sesgo en los resultados. A modo de ejemplo, el factor real D_j de ampliación de individuos con automóvil puede ser muy superior para destinos que son poco accesibles para individuos sin automóvil.

Agradecimientos

Con esta breve reseña deseamos agradecer al Sr. Juan de Dios Ortúzar, Catedrático de Transporte de la Pontificia Universidad Católica de Santiago de Chile, por las enseñanzas y los consejos para la elaboración del presente artículo. ♦

Referencias:

- Wilson, A. G. (1970). *Entropy in urban and regional modelling*. Pion Limited.London.
- Manheim, M. L. (1973). *Practical implications of some fundamental properties of travel-demand models* Highway Research Record 442.

- Williams, H.C.W.L. (1976). *A comparison of some calibration techniques for doubly constrained models with an exponential cost function*. Transportation Research 10(2), 91-104.
- Ortúzar, J. de D. y Willumsen, L.G. (1994). *Modelling Transport*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Ortúzar, J. de D. (1998). *Modelos de Demanda de Transporte*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.

Autogiros: su asombroso comportamiento frente a las ráfagas de viento

Autogiros and their amazing behaviour in wind gusts

Antonio Angulo Álvarez. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 425. *Presidente de la ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE AMIGOS DEL AUTOGIRO*

Resumen: Sin duda extrañará a los lectores de la *Revista de Obras Públicas*, que se trate de un tema que difiere de los normalmente reflejados en ella. Sin embargo, se refiere al invento de un Ingeniero de Caminos, Juan de la Cierva Codorníu, el Autogiro, del que puede asegurarse que fue el invento español mas importante de todo el siglo XX.

Estos aparatos tienen una "virtud" en relación con los aviones de ala fija. Es sabido, en los ámbitos de la aviación ligera, que cuando existen turbulencias en el ambiente, que hacen temerario el vuelo de los aviones normales, de ala fija, los autogiros vuelan.

En las líneas que siguen, se analiza la sustentación de los autogiros, llegándose a la conclusión que son mucho menos sensibles a la ráfagas de viento que los aviones, cuantificándose sus efectos, notablemente menores que los sufridos por aparatos de ala fija.

Palabras Clave: Autogiro, Estabilidad, Ante turbulencias

Abstract: Readers of this journal will undoubtedly be surprised to read about a subject which does not normally appear in these pages. However, this refers to an invention by a civil engineer, Juan de la Cierva Codorniu, in the form of the Autogiro which was possibly the most important Spanish invention of the 20th century.

This craft had "advantages" over aeroplanes with fixed wing as they could fly in turbulence which would be detrimental to fixed wing light aircraft.

The article considers the lift of autogiros and comes to the conclusion that these are far less sensitive to wind gusts than aeroplanes and that they do not suffer the effects to the same degree as fixed wing aircraft

Keywords: Autogiro, Stability, Turbulence

Introducción

Los autogiros actuales, aunque sustancialmente son iguales a los ideados por Juan de la Cierva, suelen ser del tipo que se aprecia en la figura 1.

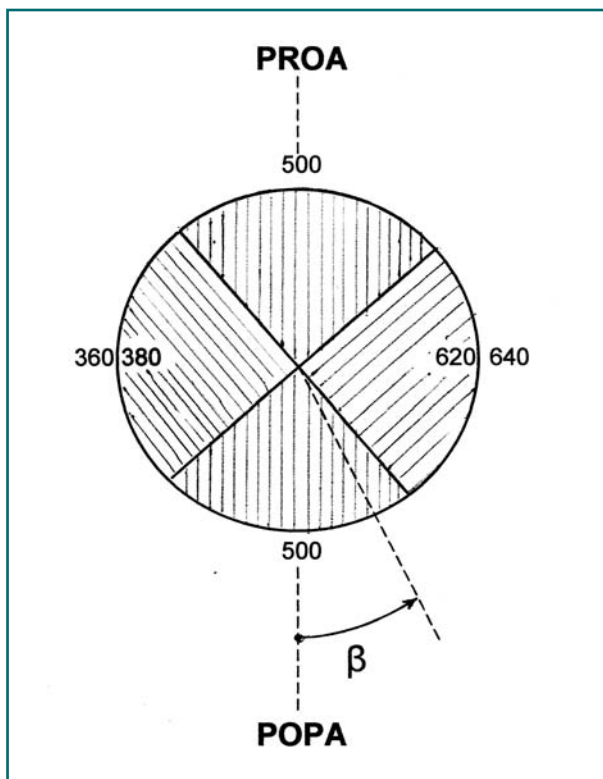
Reglamentariamente, están incluidos dentro de los aerodinos denominados "ultraligeros motorizados" (U.L.M.) que tienen limitado su peso.

La velocidad de marcha normal (ó de "crucero") de estos aparatos varía según los modelos, siendo del orden de 120 km/hora, aun cuando la característica fundamental de los autogiros es que pueden volar a velocidades



Figura 1.

Figura 2.



mucho mas reducidas, adecuadas para las maniobras de aterrizaje.

En cierta ocasión, me entró la curiosidad de saber la velocidad del extremo de las palas giratorias que caracterizan a los autogiros. Supe que para un conjunto de palas de 8 metros de longitud total (diámetro del disco engendrado), la velocidad de giro de las mismas, en condiciones de vuelo normal, es de unas 340 vueltas por minuto. Por cierto, este es un valor en circunstancias normales de vuelo, de un autogiro determinado, pues varía según la carga que lleve el aparato, la altitud del vuelo....etc. Se adoptan estas cifras, que son propias de un caso particular, pero pensando en que la mayoría de los aparatos tendrán características que no se diferenciarán mucho de los valores mencionados.

Con los datos citados, la velocidad del extremo de las palas resulta poco mas de 500 km/hora. Para cuanto sigue, se utilizará la mencionada velocidad de 500 km/hora.

El primer comentario que se ocurre es precisamente lo importante de esta cifra.

Pero los citados 500 km/hora solo se refieren al giro de las palas. La velocidad real será, además de la anterior, la debida a la marcha normal del autogiro.

Dibujé, en la figura 2, una circunferencia que representa el "disco" barrido por las palas en su giro, visto desde arriba. En la parte superior, el sentido de la marcha o

"proa", mientras que en la inferior, la parte trasera del autogiro, la "popa".

He utilizado términos marinos, pues los normalmente usados en ambientes aeronáuticos de "morro" y "cola" me parecen poco ... académicos.

Cuando la pala, en su giro, se encuentra en dirección a la proa, ó a la popa, la velocidad que lleva el extremo de la pala, que haya que tener en cuenta a efectos de sustentación, es tan solo la citada de 500 km/hora, puesto que la velocidad de avance es paralela a la pala, en la cual ésta produce, por lo tanto, ninguna sustentación.

Cuando la pala está a la derecha, avanzando hacia delante, y perpendicular a la marcha, la velocidad del extremo de la pala, respecto al aire, será la suma de los 500 km/hora propios del giro del rotor, mas 120 km/hora de avance del aparato. Son 620 km/hora, y se localizan en la parte derecha del dibujo. El sentido de giro del rotor, contrario al de las agujas del reloj, está indicado en la figura.

En la parte izquierda, la velocidad del extremo de la pala, respecto al aire, será la diferencia entre la propia del autogiro (hacia delante), y la originada por el giro (hacia atrás). En el caso citado, resultan 380 km/hora.

El comentario obligado, ratifica lo antes mencionado. Son velocidades muy altas, muy superiores a la normal de avance del aparato.

Precisamente ésta elevadísima velocidad me hizo pensar si las inevitables ráfagas de viento que se producen durante el vuelo, y cuya importancia es de unas pocas decenas de kilómetros por hora repercutirían de modo apreciable en el vuelo de los autogiros.

Así que cogí un bolígrafo y me puse a dar vueltas al tema.

Las ráfagas

A continuación se hace referencia únicamente a las ráfagas de viento HORIZONTALES, y que se dirigen hacia nuestra aeronave, procedentes bien sea de la proa, ó de la popa, pero fundamentalmente, de la proa.

Primero veamos lo que sucedería a un avión normal, de ala fija.

Concretamente, si volando a 120 km/hora, en una atmósfera estática, nos encontramos de frente con una ráfaga de viento que viene hacia nosotros, de 20 km/hora, ocurrirá que, instantáneamente, nuestro aparato tiene una velocidad respecto al aire, de 140 km/hora.

Ello trae dos consecuencias: una de ellas es que el aparato se frena, puesto que su motor le impulsaba con potencia suficiente para que su empuje equilibrase la resistencia al avance propia de los 120 km/hora, pero du-

rante la ráfaga, esta resistencia es la correspondiente a 140 km/hora, notablemente mayor.

La segunda consecuencia se refiere a la sustentación. Nuestro aparato marchaba en equilibrio, a velocidad constante. La sustentación producida por sus alas igualaba a su peso. De repente, al recibir la ráfaga, se encuentra volando sobre un aire, a 140 km/hora de velocidad sobre el mismo. La sustentación será mayor ya que el resto de circunstancias no ha cambiado.

Para concretar mas, se recuerda que la presión ejercida por el aire, en movimiento, sobre un cuerpo sólido incluye cuatro factores:

- La densidad del aire
- La superficie del sólido (tamaño)
- Su forma, que define un coeficiente
- El cuadrado de la velocidad existente entre sólido y viento

Los tres primeros son los mismos antes y durante la ráfaga, por lo que las comparaciones entre presiones (sustentación) son idénticas a las propias de los cuadrados de las velocidades.

Así, en el caso mencionado de un avión que vuele a 120 km/hora, y reciba de frente una ráfaga de 20 km/hora, su sustentación habrá variado en la proporción de

$$(140/120)^2 = 1,3611$$

impulsando hacia el cielo a nuestro avión con una fuerza equivalente al 36,11 % del peso total del aparato. Así seguirá, elevándose por razón del impulso, (sufriendo una aceleración del 36,11 % de la propia de la gravedad), hasta que cese la ráfaga.

Algo análogo ocurre si la ráfaga se recibe por la popa. Nuestro aparato se encontraría con una sustentación inferior a su peso (la propia de 100 km/hora), por lo que descenderá mientras dure la ráfaga

Se trata de los conocidos "baches".

La sorpresa

Veamos lo que ocurre con los autogiros

Volviendo a la figura 2, se habían anotado en el interior el círculo dibujado, las velocidades del extremo de las palas del autogiro, en marcha normal, a velocidad "de crucero" que afecten a la sustentación del aparato.. Además se apuntan ahora en la parte exterior del mismo círculo las velocidades del aire en el instante en que una ráfaga de viento de 20 km/hora se presentase ante el autogiro. En tal situación, las velocidades de los extremos de las palas serían las mismas de 500 km/hora cuando el

extremo de la pala pasase frente a la proa. Y también frente a la popa. Pero a la derecha serán 640 km/hora y a la izquierda, 360 km/hora las velocidades del extremo de la pala.

Luego, repartí el círculo en cuatro cuadrantes, rayados con diferente dirección. Admitiendo que en cada cuarto de vuelta del rotor, (todos con igual superficie) la sustentación puede estimarse proporcional al cuadrado de la velocidad anotada relativa al mismo, obtuve la sustentación total, por simple suma, tanto para la situación normal de vuelo (120 km/hora), como para la que se encuentre en el instante de recibir la ráfaga (140 km/hora).

Estas valoraciones fueron las siguientes:

A 120 km/hora:

$$2 \times 500^2 + 620^2 + 380^2 = 1.028.800$$

A 140 km/hora:

$$2 \times 500^2 + 640^2 + 360^2 = 1.039.200$$

Aquí está la sorpresa :

¡¡ Ambas cantidades son casi iguales !!

Es decir, que si un autogiro volando a 120 km/hora recibe una ráfaga por su proa, de 20 km/hora, el impulso que ello produce en el aparato es tan solo del

$$(1.039.200 / 1.028.800)^2 = 1,0108$$

es decir, poco mas del 1 % del peso del aparato.

O sea, que apenas se notaría.

Comparando esta cifra, con el 36,1 % que sufrirían en los aviones de ala fija en análogas circunstancias, se destaca que, contrariamente a lo que ocurre en los aviones normales, los autogiros son prácticamente insensibles a las ráfagas de viento.

La explicación

Para valorar la velocidad que va tomando en extremo de la pala, desde que está situada a popa, a medida que va girando en sentido contrario a las agujas del reloj, se utiliza el ángulo "beta" (β) señalado en la figura 2.

Cuando dicho ángulo vale "cero" la velocidad del extremo de la pala son 500 km/hora. Cuando llega a 90° Las velocidades son respectivamente de 620 y de 640 km/hora, según que la velocidad del autogiro respecto al aire sea de 120 ó de 140 km/hora.

Cuando el mencionado ángulo alcance los 180°, de nuevo será de 500 km/hora la velocidad del extremo de

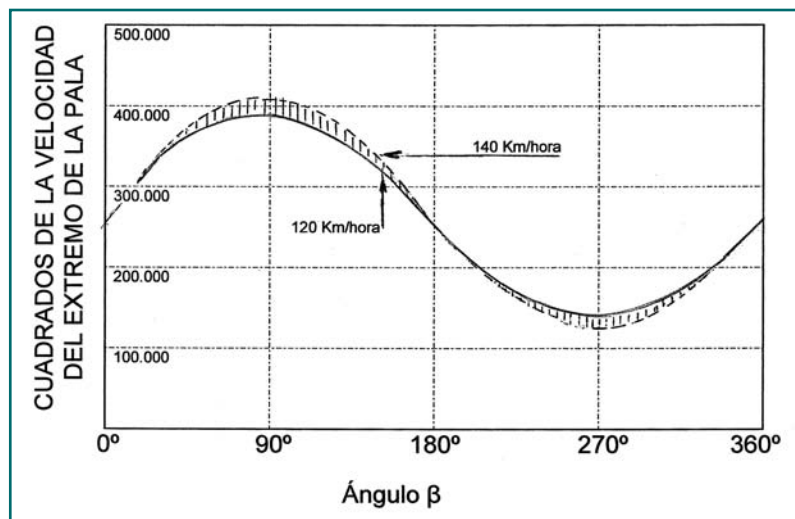


Figura 3.

la pala, igual para ambas velocidades del autogiro (120 ó bien 140 km/hora)

Al llegar a los 270° las velocidades correspondientes del extremo de la pala, serán de 500 km/hora menos 120 ó 140 km/hora por la marcha del autogiro, respecto al aire es decir, 380 y 360 km/hora.

En la figura 3 se ha representado la variación citada, tomando en abscisas el valor del ángulo β , y en ordenadas, los cuadrados de las velocidades mencionadas.

Con línea seguida, se han unido los puntos correspondientes a la velocidad de 120 km/hora, y con trazos la correspondiente a 140 km/hora de velocidad respecto al aire.

La sustentación durante una vuelta de la pala, estará medida por el área comprendida entre los ejes de coordenadas, y las curvas que se acaban de mencionar.

La diferencia entre ambas líneas dará a conocer el impulso que sufrirá el autogiro al recibir una ráfaga de 20 km/hora.

Para valores de β menores de 180°, la pala recibe mas impulso si se han alcanzado los 140 km/hora, en relación con la velocidad normal de 120 km/hora, pero cuando dicho ángulo sobrepase los 180°, hasta que alcance los 360° propios de la vuelta completa, es MENOR el impulso que recibe la pala si la velocidad es de 140 km/hora, que cuando lo hace a 120 km/hora.

Estas diferencias se han destacado en la figura 3, pudiéndose apreciar que tales diferencias entre ambos impulsos, que se han rayado en el dibujo, son de signo contrario. Asimismo se ve claramente que ambas tienen análoga magnitud.

Esta explicación aclara que el impulso total recibido en una vuelta del giro de la pala, apenas varía con la velocidad de marcha del autogiro, que es lo que se pretendía. Recibir una ráfaga de viento no implica que

cambie de modo apreciable la sustentación producida por la pala, a lo largo de cada vuelta.

Como la pala recibe más impulso estando a 90° y menos en la posición opuesta, resulta que al aparecer una ráfaga, las palas del autogiro "abaniquéan" más, pero no existe otro efecto notable.

Con los cálculos anteriores no se pretende valorar la sustentación que producen las palas al girar. El hecho de considerar los cuadrados de las velocidades del extremo de la pala no implica que tales cifras representen exactamente la sustentación. Son, eso sí, un índice que ha servido para averiguar que, ante una ráfaga, los autogiros son mucho menos sensibles que los aviones de ala fija.

Valoración

Lo antes mencionado demuestra cualitativamente el comportamiento de los autogiros cuando reciben ráfagas de viento.

Sin embargo, parece demasiado "poco aproximada" la hipótesis que se ha hecho, según la cual las velocidades del extremo de la pala, son iguales durante cada cuarto de vuelta.

Seguidamente, se estudia tal variación de modo mas razonado.

En la figura 4 se ha esquematizado una pala, situada a un ángulo β respecto a la dirección de la popa, en el

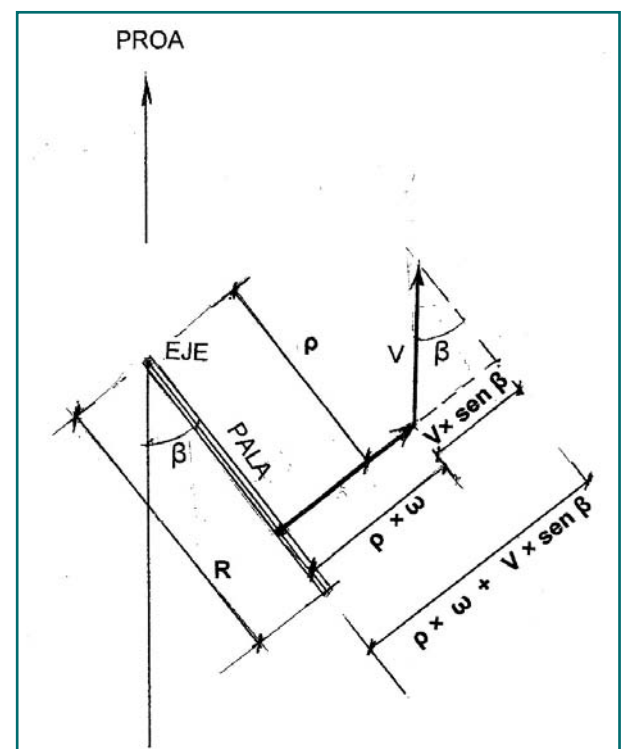


Figura 4.

giro de la citada pala alrededor de su extremo interior, que es el eje del conjunto del rotor.

La longitud de la pala, se ha señalado con la letra mayúscula R, por ser el radio que, en el giro de la pala, define su extremo.

Cualquier punto intermedio de la pala, está definido por su distancia al eje, asignando a esta dimensión, la letra griega minúscula "rho" (ρ).

La pala gira alrededor de su extremo, unido al eje, a una velocidad angular que se ha designado por la letra grieta minúscula "Omega" (ω).

En cualquier punto de la pala, su velocidad respecto al aire en calma, es el producto de su radio, multiplicado por la velocidad angular, por razón del giro del rotor, esto es;

$$\rho \times \omega$$

y es perpendicular a la pala, y por lo tanto a su borde de ataque. Esta velocidad, se aplica íntegramente para producir sustentación.

La velocidad de avance del aparato, respecto al aire en calma queda definida por la letra mayúscula V, y se supone, procede de la parte delantera ó proa del aparato. Esta velocidad no afecta en su totalidad a la sustentación, sino solamente su componente perpendicular a la pala, o sea;

$$V \times \sin \beta$$

Se suman ambas causas de sustentación, resultando una velocidad a estos efectos, que se refleja en la siguiente expresión

$$\rho \times \omega + V \times \sin \beta$$

Para tener en cuenta la totalidad de la sustentación producida por una pala, en un giro de una vuelta completa, se precisa integrar la expresión que incluye EL CUADRADO DE LA VELOCIDAD RECIEN DEFINIDA, y la SUPERFICIE INFINITESIMAL definida por el rectángulo cuyos lados son ; la diferencial del radio ($d\rho$), y respecto al arco, este es el producto del radio (ρ), que es finito, por la diferencial del arco ($\rho \times d\beta$). Esto es:

$$\text{superficie infinitesimal} = \rho \times d\rho \times d\beta$$

En la Figura 5 se aclara éste concepto

Se llega a la siguiente integral doble, que se desarrolla a continuación en una serie de operaciones, destacando que los límites de la integración son:

- Entre "cero" y 2π , para el ángulo β
- Entre "cero" y R, para la magnitud ρ .

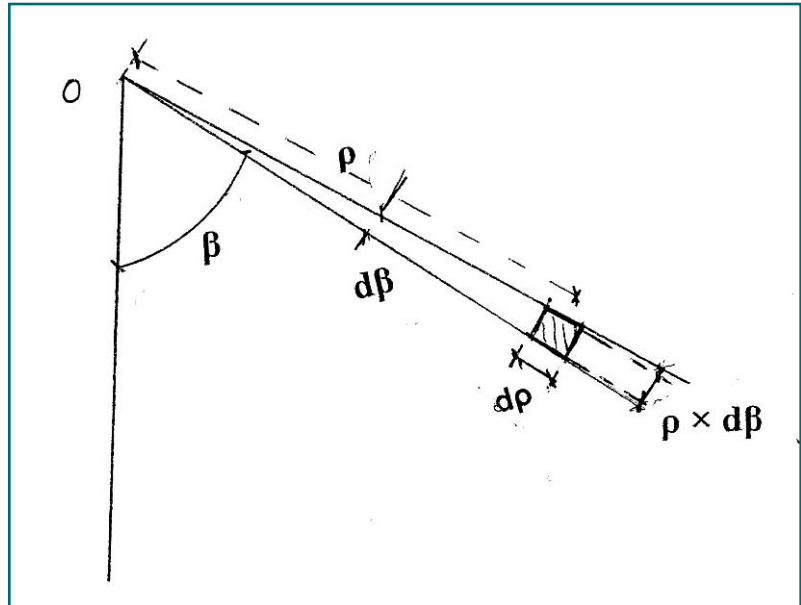


Figura 5.

$$\begin{aligned} & \int_0^{2\pi} \int_0^R (\rho \times \omega + V \times \sin \beta)^2 \times \rho \times d\rho \times d\beta = \\ & = \int_0^{2\pi} \int_0^R (\omega^2 \times \rho^3 + 2 \times \omega \times \rho^2 \times V \times \sin \beta + \rho \times V^2 \times \sin^2 \beta) d\rho \times d\beta = \\ & = \omega^2 \int_0^{2\pi} \frac{R^4}{4} \times d\beta + 2 \times \omega \times V \times \frac{R^3}{3} \int_0^{2\pi} \sin \beta \times d\beta + \frac{R^2}{2} \times V^2 \int_0^{2\pi} \sin^2 \beta \times d\beta = \\ & = \frac{\omega^2 \times R^4}{4} \times 2 \times \pi + 0 + \frac{R^2}{2} \times V^2 \times \pi = \pi \times \frac{R^2}{2} \times (\omega^2 \times R^2 + V^2) \end{aligned}$$

O sea que a efectos comparativos, sirve la valoración del binomio

$$\omega^2 \times R^2 + V^2$$

en el que son constantes las magnitudes "R", que es el radio del extremo de la pala (longitud de la misma, en metros) y "ω" es la velocidad de giro del conjunto del rotor.

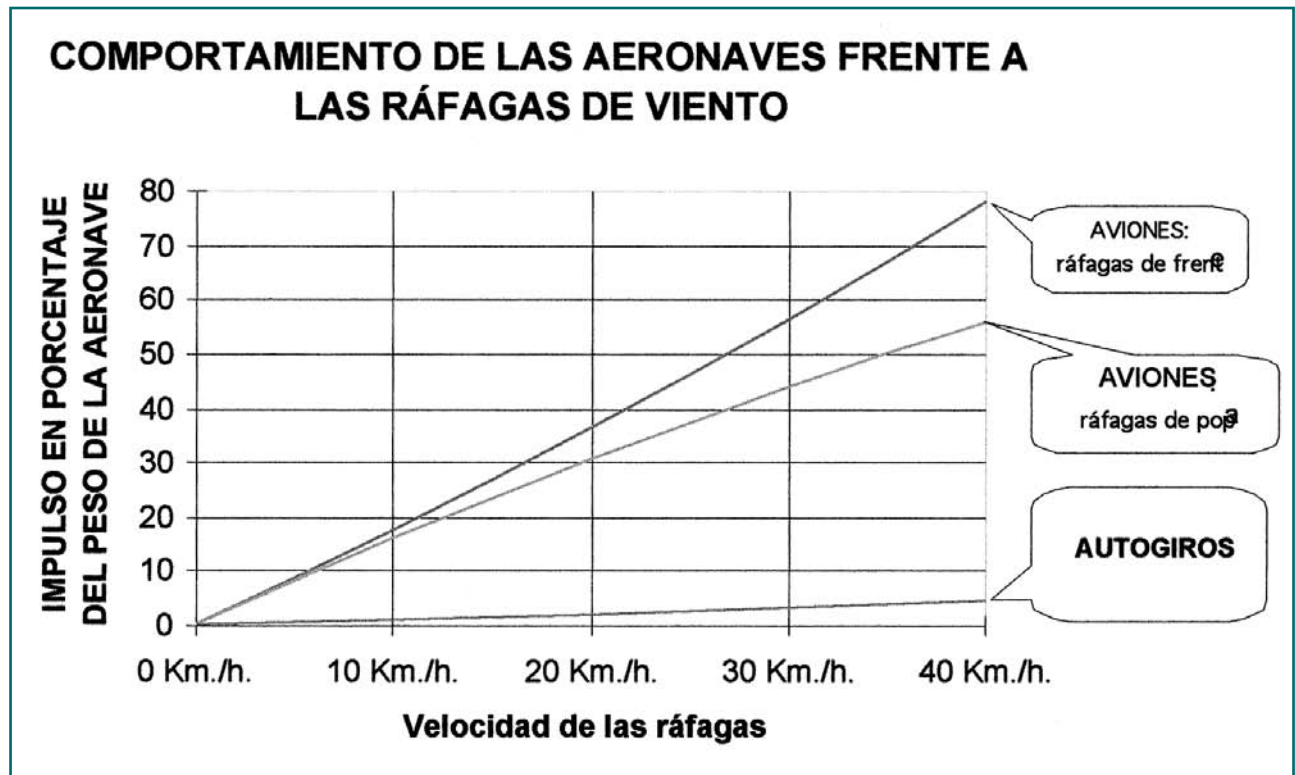
El producto de la velocidad angular (ω) por el radio (R), es la velocidad lineal del extremo de la pala, que se fijó para los cálculos en 500 kilómetros por hora, por lo que, a efectos comparativos, la sustentación total, según la velocidad del aparato respecto al aire queda definida por la expresión

$$500^2 + V^2$$

En poder de ésta formula, obtenida con todo rigor, se vuelve al ejemplo citado anteriormente.

Aplicando la parte comparativa del citado binomio, en marcha normal, la velocidad V es la propia del autogiro (120 Km./hora, en el ejemplo), y su sustentación es

Figura 6.



precisamente el peso total del aparato. En esta situación el binomio vale

$$264.400$$

Al enfrentarse con una ráfaga de viento de 20 km/hora, la velocidad del aparato respecto al viento será de 140 km/hora, y en este caso, el valor de binomio citado (para $V = 140$ km/hora) se eleva a

$$269.600$$

El cociente entre ambas cantidades (1,0196), define el impulso que sufrirá el autogiro por razón de la ráfaga de viento, que es el 1,96 % del peso del aparato.

Esta cifra es, pues, del mismo orden que la deducida mediante cálculo aproximado, que resultó del 1,08 %. Pequeñísima en ambos casos.

Conclusión

Para apreciar visualmente cuanto antecede, se ha dibujado en la figura 6 la variación del "impulso" (que son "aceleraciones"), para distintas velocidades de ráfaga, tanto para autogiros como para aviones de ala fija.

Para éstos últimos, una curva refleja el efecto de las ráfagas que vienen de "proa", y otra, el producido por las ráfagas que el avión recibe por su popa.

Los "impulsos" que reciben los autogiros son tan pequeños, que prácticamente se confunden los gráficos de los mismos, tanto para ráfagas recibidas de proa como de popa.

Se destaca la grandísima diferencia que existe entre los efectos causados a autogiros y a aviones.

La conclusión es evidente:

"LOS AUTOGIROS SON MUCHO MENOS SENSIBLES A LAS RÁFAGAS HORIZONTALES DE VIENTO, QUE LOS AVIONES DE ALA FIJA"

Helicópteros

Cuanto se ha mencionado referido a los autogiros, (otra cosa no podría ser, dada la índole de la Asociación que preside el autor de las presentes líneas) tiene su aplicación a los helicópteros, por razón de que también su sustentación procede del giro de un rotor.

La diferencia estriba en que en éstos, el movimiento de las palas del rotor es debido a la acción de un motor, en tanto que en los autogiros, es el propio avance del aparato el que "milagrosamente" hace girar al rotor, consiguiendo que el autogiro se sostenga en el aire. Y vuela. ♦

Con el ruego de su publicación nos remiten la siguiente carta enviada a la Ministra de Medio Ambiente.

Asociación del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Estado

Carta abierta a la Ministra de Medio Ambiente, Dña. Cristina Narbona Ruiz

Sra. Ministra:

Los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos venimos prestando desde hace más de 200 años servicios esenciales a la sociedad. Difícilmente podría entenderse el progreso del país, en todos los sectores, sin nuestra participación.

Las administraciones públicas han considerado, a lo largo de todo este tiempo, que necesitaban unos profesionales para gestionar la creación, conservación y mantenimiento de unos bienes públicos tan importantes como son las infraestructuras de transporte (carreteras, ferrocarriles, puertos y aeropuertos), así como las infraestructuras hidráulicas (presas y canales). También tenemos encomendada la administración y gestión del dominio público asociado a las referidas infraestructuras, a los cauces y a las costas.

Tal vez los ciudadanos no conozcan suficientemente el valor patrimonial de los bienes que, en forma de infraestructuras, administra o gestiona el Ministerio que usted dirige, y tampoco el valor de las actividades económicas que pueden verse afectadas por un mal funcionamiento de los servicios públicos que se prestan con ellas, o los problemas de seguridad de todo tipo que pueden producirse.

La garantía del buen funcionamiento de estos servicios públicos, que cualquier ciudadano tiene derecho a exigir, se basa en la profesionalidad de los funcionarios al servicio de la Administración. En nuestro caso dicho servicio se presta, no en pocas ocasiones, en condiciones de falta de medios y con puesta en riesgo de nuestra seguridad jurídica, circunstancias ambas que consideramos inaceptables.

Independientemente del signo político de los gobiernos que han dirigido la Administración en cada momento, los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos hemos

colaborado leal y eficazmente con la Administración en el logro de sus fines. En contra de lo que en algunos momentos se ha querido hacer ver de forma interesada, nosotros no nos oponemos a sus decisiones en política hidráulica, aunque como ciudadanos podamos mantener opiniones distintas, lo que no es más que un signo de salud democrática. Entendemos que nuestro trabajo consiste en llevar a cabo las políticas del gobierno, aplicando los mejores criterios técnicos y la normativa vigente y, bajo su dirección, ayudarle a formar la mejor opinión, a valorar adecuadamente las distintas alternativas y a gestionar las soluciones que en aras del interés general se decida. Estas condiciones son las que caracterizan a los Ingenieros de Caminos como unos leales servidores públicos.

Se equivocan quienes nos identifican como los ingenieros del hormigón. La sensibilidad hacia el medio natural de nuestro colectivo está arraigada desde nuestros orígenes, puesto que el Ingeniero de Caminos se ha hecho tratando con el medio natural, respetándolo más de lo que algunos piensan.

Tampoco nos oponemos, como se ha dicho alguna vez, a que otros titulados colaboren en el mejor funcionamiento de la administración hidráulica. Ésta necesita de equipos multidisciplinares formados por una gran variedad de profesionales, pero actuando cada uno dentro de sus competencias. En absoluto ello justifica, como ha sucedido y está sucediendo durante su mandato, que se prescindiera sin motivo aparente de la experiencia de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos que han demostrado sobradamente su acreditación profesional durante muchos años al servicio de la Administración.

Hace poco más de un año se cesó en sus puestos a una serie de compañeros, por encontrar incorrectas algunas decisio-

nes que, sin ningún fundamento técnico, se habían tomado en relación con la construcción del embalse de Castrovido. El pasado mes de agosto se decidió el cese de otro profesional de reconocido prestigio, que desempeñaba el puesto de Comisario Adjunto en la Confederación Hidrográfica del Tago, y a día de hoy desconocemos los motivos del referido cese.

Hace solo unos días le ha sido comunicado el cese al Jefe de la Oficina de Planificación Hidrológica, también, de la Confederación Hidrográfica del Tago. Tras más de 15 años de un excelente trabajo profesional, reconocido fuera y dentro de nuestras fronteras, la explicación que se le ha dado es que se halla invalidado para llevar a cabo el plan basado en la nueva cultura del agua, por haber sido el jefe del equipo redactor del vigente Plan Hidrológico de Cuenca. Habría que preguntarse qué significa realmente una "nueva" cultura del agua por contraposición a la "vieja"; si debemos entender que cultura significa política, o si por cultura debemos entender conocimiento. En este último caso difícilmente se puede encontrar un profesional mejor preparado que el Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos cesado.

Entendemos que dicho cese, como los anteriormente citados, se basa en una interpretación discrecional y errónea del sistema de provisión de puestos de trabajo por el procedimiento de libre designación, de la que pueden derivarse graves perjuicios para los ciudadanos. Consideramos que en el Ministerio de Medio Ambiente se está haciendo un uso extralimitado del referido sistema, que no debe significar libre cese, ya que en ocasiones no se ha empleado para designar a un profesional más válido, sino para apartar a alguien que resulta incómodo por actuar con criterios profesionales. Este abuso de la libre designación para algunos de los puestos que

◆ Actividad del Ingeniero ◆

ejercen las potestades administrativas de su departamento no garantiza la imparcialidad en la gestión de los derechos de los ciudadanos.

Se da la circunstancia añadida de que el Ingeniero de Caminos ex-jefe de la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Tajo, es vicepresidente de esta Asociación profesional. En repetidas ocasiones sus superiores le han echado en cara los recursos que la Asociación está interponiendo contra nombramientos para determinados puestos directivos de su departamento.

Tales recursos lo único que persiguen, y así deben ser entendidos, es preservar y garantizar a los ciudadanos la buena gestión de ciertos servicios esenciales dentro de la Administración de los bienes públicos. Se han interpuesto por entender que la capacitación profesional de las personas designadas no se corresponde con las tareas que tienen asignadas estos puestos de trabajo. Aun admitiendo que

tales puestos puedan ser provistos por el sistema de libre designación, no cabe duda de su carácter técnico y en algunos casos estos funcionarios están realizando actos administrativos como son la recepción de obras o la supervisión de proyectos para lo cual no les capacita su titulación.

Entendemos que es injusto, y sobre todo perjudicial para el bien público, privar a la Administración de la experiencia y del criterio de profesionales que hasta el momento han demostrado su buen hacer, para sustituirlos por otros cuyas titulaciones y formación no les capacitan para entender de ciertos asuntos, en los que está en juego el interés general. Es duro decirlo pero es la realidad, siempre es más fácil doblegar a alguien que carece de la necesaria preparación en una determinada materia cuando además debe el cargo a quien le va a marcar el sentido de sus actuaciones. De esta manera se pierde la imparcialidad y el interés general queda relegado a un papel secundario,

Mediante esta carta manifestamos el apoyo a todos los compañeros que han sido cesados en sus puestos por el simple hecho de haber mantenido la independencia de sus criterios técnicos, sin condicionarlos a los intereses partidistas de sus superiores, cuando tales decisiones no correspondían al nivel político.

Manifestamos también el malestar que su política de personal está produciendo entre los miembros de nuestra profesión, considerando que, a través de la misma, se están invadiendo las atribuciones profesionales que reglamentariamente tenemos asignadas, y que los perjuicios a medio y largo plazo los van a sufrir los ciudadanos, que son quienes ven mermada la calidad de los servicios que reciben de la Administración.

Madrid a 12 de enero de 2006

En nombre de la Junta de Gobierno
Gonzalo Abad Muñoz Presidente



A. BIANCHINI, Ingeniero, S.A.

Nuevo revestimiento
GALFAN®

gaviones metálicos
gaviones recubrimiento
enrejados triple torsión
alambres y fibras



Comercial: Gran Vial, 8 · Tel. 93568 65 15 · Fax 93 568 65 11 · 08170 · Montornès del Vallès

Diputació, 279, 1.º, 3.ª · Tel. 93 496 13 00 · Fax 93 496 13 01 · 08007 Barcelona

E-mail: bianchini@abianchini.es - comercial@abianchini.es

www.abianchini.es

Premios de la Exposición Universal de París

Damos a continuación una lista de los premios que se han distribuido en la última exposición universal entre las artes e industrias de que se ocupa mas especialmente la REVISTA.

1ª Clase. Artes mineras y metalurgia

LOGAN, presidente de la comisión geológica de Canadá, por el notable trabajo de la carta geológica de este país; y peligros arrostrados en beneficio de las ciencias, *caballero* de la legión de honor.

MEUGY, por la carta geológica del departamento del Norte (Francia), *caballero* de la legión de honor.

CUERPO imperial de ingenieros de minas de Francia, por la carta geológica de Francia y sus departamentos, *medalla* de honor

2ª Clase. Arte forestal

BOUCHERIE, de París, por sus procedimientos experimentados de conservación de maderas por inyección, *gran medalla* de honor.

3ª Clase. Agricultura

DE BRYAS, de Burgos, por vulgarizar el drenaje en los departamentos del mediodía *oficial* de la legión de honor.

4ª Clase. Mecánica general aplicada a la industria

FAIRBAIRN, de Londres, por el empleo de palastro en las obras públicas, *caballero* de la legión de honor.

FARGOT, de París, por la construcción de máquinas de vapor fijas con grande expansión y escaso consumo de combustible, *gran medalla* de honor.

BOURDON, de París, por los manómetros metálicos, *medalla* de honor.

FOUNTAIN-BARON, de París, por la invención de su turbina, id.

FOURNEYRON, de París, por la invención de su turbina, id.

METZ, de Heidelberg (Baden), por las bombas de incendio y aparato de salvamento, y organizacion de 65 cuerpos de bomberos en Alemania, id.

5ª Clase. Mecánica especial, caminos de hierro

BRICOGNE, de París, ingeniero; por su colaboración en la mejoras que han disminuido los gastos de trasporte, *caballero* de la legión de honor.

ENGERTH, de Viena, por la invención de sus locomotoras, id. y *gran medalla* de honor

BORSIG, de Berlin, por las mejoras en la fabricación de locomotoras, *gran medalla* de honor

CAIL y compañía, de París, por la fabricación de locomotoras, id.

8ª Clase. Artes de precisión

RHUMKORF, de París, por la fabricación de sus instrumentos de física, *caballero* de la legión de honor.

BOURDALOUE, de Bourge (Francia), por la nivelación del istmo de Suez y del departamento del Cher, *medalla* de honor

6ª Clase. Mecánica especial y material de los talleres industriales

LAVALLEY, de París, ingeniero civil, como colaborador de servicios hechos a la industria por el empleo del palastro en la construcción de los puentes de los caminos de hierro, *caballero* de la legión de honor.

MESMER, director de la fábrica de Graffenstadt (Bajo Rhin), por sus máquinas para el trabajo de la madera, *caballero* de la legión de honor.

FABRICA DE GREFFENSTADEN en Ilbirsch (Francia), por sus máquinas-útiles para el trabajo de la madera, *gran medalla* de honor.

WHITWORTH Y COMPAÑÍA, de Manchester, por sus máquinas-útiles de para el trabajo del hierro, *gran medalla* de honor

COYTLAN, de Londres, por su máquina de nueva invención para la fabricación de ladrillos, *medalla* de honor.

NORMAND (Hijo), del Havre, por su sierra mecánica para maderas de construcción y por su máquina para serrar las piezas curvas de los buques, *medalla* de Honor.

9ª Clase. Industria concerniente al empleo económico del calor, de la luz y de la electricidad

FARADAY, de Londres, por los servicios eminentes que ha hecho a las ciencias, *comendador* de la legión de honor

BRETT, de Londres, por su colaboración en el establecimiento del telégrafo submarino *caballero* de la legión de honor.

LAURENS, ingeniero civil de París, por los servivios hechos a la metalurgia, *caballero* de la legión de honor

ADMINISTRACION DE FAROS, en París, por sus trabajos y por los progresos debidos a su iniciativa, *gran medalla* de honor.

BREGUET Y COMPAÑIA, de París, por sus telégrafos eléctricos tan notables por su buena ejecución y disposiciones ingeniosas, *medalla* de honor.

GARNIER, de París, por sus ingeniosas y útiles aplicaciones industriales de la electricidad, id.

◆ La ROP hace... 150 años ◆

DUVOIR-LEBLANC, de París, por sus aparatos para calentar las habitaciones de los grandes establecimientos públicos, por la circulación del agua caliente, id.

GINTL, de Viena, por la aplicación del medio de transmitir simultáneamente en direcciones opuestas dos despachos telegráficos por un solo alambre, id.

HIPP, de Berna, por la construcción y modificación de telégrafos electrónicos, id.

LEPAUTE, de París por tambor para transformar un faro de luz fija, id.

SAUTTER Y COMPAÑÍA, de París, por sus perfecciones y mejoras en los faros de primer orden y señales marítimas, id.

14 Clase. Construcciones civiles

GERUSET, de Bagnères (Pirineos), por la explotación de sus canteras de mármol, *oficial* de la legión de honor.

BRUNNEL, de Londres, por grandes obras de utilidad pública, *caballero* de la legión de honor.

CLERE, de París, artista de modelos, id.

HERIKCSON, de Stocolmo, por sus trabajos hidráulicos en Suecia, id.

STEPHENSON, de Londres, por grandes obras de utilidad pública, id; por el puente de Britnnia, *gran medalla* de honor.

SAINT-VIGOR, de Montataire, (OISE, Francia), por generalizar el empleo del hierro, *caballero* de la legión de honor.

MINISTERIO de obras públicas de Francia, por la colección de modelos presentada, *gran medalla* de honor.

RENDEL, de Londres, por los trabajos hidráulicos de Brimsby, id.

BORIE hermanos, de Paris, por la fabricación de ladrillos huecos, *medalla* de honor.

DE MONTRICHER (Francia), por la cooperación en la construcción del acueducto de Roquefavour, canal de Marsella, *gran medalla* de honor.

POIREE, (Francia), por sus presas móviles, id.

VICAT, de Paris, por la invención de cales y cementos artificiales, id.

Ademas han merecido mencion honorífica una porción de inventos, mejoras, cooperaciones y otros méritos contraidos para con las artes y ciencias, sin olvidar a los trabajadores que han contribuido con su habilidad a la perfección material de los objetos. ◆

DIRECTORIO DE EMPRESAS



TECNICAS REUNIDAS
INGENIEROS Y
CONSTRUCTORES



INITEC
INFRAESTRUCTURAS

INFRAESTRUCTURAS Y MEDIOAMBIENTE

CAMPOS DE ACTIVIDAD

- AEROPUERTOS Y TRANSPORTE AÉREO
- DESALACIÓN, POTABILIZACIÓN Y DEPURACIÓN DE AGUAS
- HIDRÁULICA Y RECURSOS NATURALES
- EDIFICACIÓN/EDIFICIOS SINGULARES
- TRANSPORTE TERRESTRE
- COSTAS Y PUERTOS

ÁREAS DE NEGOCIO

- INGENIERÍA
- CONSTRUCCIÓN
- EXPLOTACIÓN



Rafael Calvo, 3 y 5
28010 Madrid
Tel.: 91 592 39 00
Fax: 91 592 39 01 / 02

e-mail: comercialinf@tecnicasreunidas.es



acciona
Infraestructuras

VÍAS DE COMUNICACIÓN
OBRAS HIDRÁULICAS
OBRAS MARÍTIMAS
PLANTAS INDUSTRIALES
OBRAS SUBTERRÁNEAS
EDIFICACIÓN Y ARQUITECTURA
RESTAURACIÓN Y REHABILITACIÓN

Avda. de Europa, 18 • Parque Empresarial La Moraleja
28108 Alcobendas (Madrid)
Tel.: 91 663 28 50 • Fax: 91 663 30 99
www.acciona.com

Balance Ferroviario

Es interesante echar una ojeada a la situación general financiera de las grandes Compañías ferroviarias del mundo, como medio de poder, hasta cierto punto, diagnosticar sobre la importancia de su tráfico comercial y de las oscilaciones a que se halla sometido.

Puede decirse que la regla general es las líneas bien administradas obtienen crecidos ingresos.

Las nuevas arterias, cuando comienza su explotación, sin una zona de servicio bien caracterizada, sin tradiciones de corrientes de mercancías que fluyan a sus estaciones, son ríos aislados que no se amoldan bien a las zona que van a servir.

A Medida, pues, que se construyen carreteras, ramales y servidumbres que ponen en relación las estaciones de las líneas férreas con los principales centros, se establecen las corrientes y van aumentando sucesivamente de caudal. Y todo este sucede porque los ferrocarriles facilitan, abaratan y abrevian los transportes, creando paralelamente nuevas fuentes de riqueza, explotándose agrícola y mayormente superficies de terreno cuya riqueza estaba latente y se manifiesta, y sugiriendo nuevos establecimientos industriales, contribuyendo todo ello a acrecentar el tráfico.

Este fenómeno general se confirma en todas las grandes redes bien estudiadas y con una administración entendida y cuidadosa.

Si la riqueza del país es susceptible de grandes impulsos y rápido incremento, las respectivas vías férreas obtienen lucro inmediato, siendo al mismo tiempo la causa de la prosperidad y la consecuencia de esa prosperidad que crearon.

Bueno es tener presentes estos hechos cuando se discute sobre una concesión de auxilios a las empresas que pretenden construir nuevas líneas, y es también ocasión propicia para recordar como se engrandecen algunos ferrocarriles que atravesaron vías difíciles.

La más importante de las Compañías ferroviarias de la República Argentina, que es la de Buenos Aires Great Soutehr Ry, a causa una prosperidad que refleja la riqueza del país en que se desenvuelven sus. 2481 millas de carriles entre la capital y el puerto de Bahía-Blanca.

Realizó 3.350.102 libras esterlinas de ingresos brutos contra 2.853.006 en el año de 1903-1904, quedando un beneficio líquido de 1.676.777 libras esterlinas, a pesar de haber habido una reducción del número de horas de trabajo y un sensible aumento de salarios.

Paga el interés de sus obligaciones que monta a 336.482 libras esterlinas; 200.000 libras a las acciones privilegiadas; varias cargas más, y distribuye un complemento de dividendo de 7 por 100, destinando 1500.000 libras para fondo de renovación, 10.000 para pensiones, 5.000 para beneficencia y todavía restan

113.701 libras llevadas a cuenta nueva. Las acciones de 100 libras se cotizan a 142 1/2.

La Buenos Aires Wester Railway y C° es también una empresa en plena prosperidad. Explora una red de 796 millas, que tuvo un ingreso de 1.511.106 libras esterlinas en el último ejercicio terminado en 30 de junio.

En el año anterior la recaudación fue de 122.811 libras menos.

Hace frente a todas las cargas sociales; elevó a 7 por 100 el dividendo a las acciones; destinó 100.000 libras al fondo de reserva, 50.000 al de renovación del material fijo y móvil, 20.000 al fondo de seguros contra incendios, 10.000 al de pensiones, 5.000 al de caja de socorros, y quedaron aún 50.987 libras para nueva cuenta las acciones de 100 libras valen de 138 a 139.

La Ente Ríos Railways C°, que todavía se resiente de la crisis atravesada, van mejorando notablemente.

Pagó todas las cargas sociales, sobrándole 90.972 libras, o sea 38.896 más que en el año anterior, con lo cual pudo elevar a 4 1/2 por 100 el dividendo de las acciones privilegiadas y de 5.000 a 10.000 la dotación del fondo de reserva para la renovación.

Es de esperar que continuando así, pague pronto el interés completo a las acciones privilegiadas de 5 por 100, así como a las del 4 por 100 de la segunda categoría. Las acciones ordinarias de 100 libras se negocian ya a 40 libras.

En los Estados Unidos, según una estadística del Financial Chronicle, el producto bruto de las 56 líneas principales que tienen la extensión total de 81.055 millas, se elevó en Agosto último a 58.859.481 dollars, lo que representa un aumento de 5,79 por 100 sobre igual mes del año anterior.

El ingreso total de los ocho primeros meses del año actual alcanza a 421.764.000 dollars; es decir, 28 millones más que en igual periodo del año 1904.

Aun cuando una parte considerable del ingreso bruto sea contrabalanceada por el gasto, que ha aumentado notablemente para satisfacer mejor las necesidades crecientes de tan enorme tráfico, resulta todavía un saldo positivo de productos que las Compañías aprovechan prudentemente para prevenirse contra los malos años en que falta tráfico, por la escasez de cosechas como aconteció con el ferrocarril Atchison Topeca and Santa Fe, a causa de inundaciones o de otros casos fortuitos.

La acción ordinaria de Artchison Topeca se cotiza a 91 1/2 y la privilegiada a 107 1/2. La red comprende 8.318 millas.

La acción ordinaria de la Norfolk and Western cotizase a 89 5/4 y la privilegiada 94 3/4. Esta Compañía tenía en 1897-98 un ingreso bruto de 11.236.623 dollars, y ahora recauda 24.089.260.

La Chicago Milwaukee and Saint Paul Ry C° poderosa Empresa que explota 6.911 millas de vías, ha tenido una recaudación de 49.884.113 dollars, excediendo en 1.553.779 a la del ejercicio precedente y obteniendo un aumento en el ingreso líquido

◆ La ROP hace... 100 años ◆

de 1.136.327. Esto le ha permitido satisfacer sus cargas fijas con 5.962.045 dollars y destinar 11.858.825 a diversos fines.

La Canadian Pacific de la gran colonia o Dominion, se cotiza en 176 3/4. La Compañía continúa expansionándose enérgicamente, y va a destinar 7 1/2 millones de dollars a la compra de material móvil, emitiendo nuevas acciones va a terminar el Ramal de Wolsely, creando al efecto obligaciones consolidadas, hasta la suma de 30.000 dollars, y va a comprar dos nuevos barcos de vapor, invirtiendo en la compra 800.000 dollars.

El Gran Truck railway of Canadá, que, como la anterior, es uno de los factores más poderosos de la prosperidad del Dominion, progresa sin interrupción, y sus ingresos, que en los seis primeros meses de 1904 fueron de 2.559.316 libras, ascienden en el período correspondiente de 1905 a 2.729.007. La acción ordinaria está a 25 5/16, 004 por 100, la garantida a 104, la privilegiada de primer grado a 104 3/4 y la de segundo grado a 106 1/4.

En Francia, las grandes Compañías explotan actualmente una red de 34.730 kilómetros de extensión con 1.469.894.564 francos de capital realizado, que suponen 1.477 millones de francos de capital a amortizar. En 1903, estas seis Compañías distribuyeron 153.557.615 francos en dividendos e intereses, además de 503.433.551 de réditos a las obligaciones que representan un capital realizado de 13.231.336.925 francos, y de 19.509.579.750 de capital a amortizar. Es decir, que en el citado año pagaron un total de 656.971.166 francos, por dividendos e intereses, y por amortizaciones 152.436.841 francos, que representa en conjunto la enorme cifra de 809.427.007 francos.

Consideradas las vías férreas tan solo como industria, sin fijarse en la influencia que ejercen en la riqueza y el desarrollo de las restantes industrias, se ve por las cifras consignadas su grandísima importancia y lo mucho que interesa al Estado, que ha de heredarlas, contribuir a su prosperidad.

Los ingresos durante los tres primeros trimestres de los años 1904 y 1905, obtenidos por estas Compañías de los ferrocarriles francesas, fueron los siguientes:

	1904 Francos	1905 Francos
Norte	167.012.000.....	173.452.000
Lyón	335.180.....	238.000
Oeste	136.736.000.....	139.220.000
Orleáns	164.027.000.....	172.270.000
Este	137.755.000.....	142.055.000
Mediodía	82.249.000.....	83.216.000
Estado	36.868.600.....	38.076.000

Hechos análogos a los consignados se observan en otras redes, con ligeras excepciones, que son, sin duda alguna, por causas efímeras, como las que actualmente ofrecen la generalidad

de los principales ferrocarriles de España, en virtud de causas especiales. Nuestra líneas sufren este año una sensible reducción en sus ingresos, como se desprende de las siguientes cifras, correspondientes a los tres primeros trimestres de los años de 1904 y 1905:

	1904 Pesetas	1905 Pesetas
Norte	81.660.084 ...	80.001.512
Madrid-Zaragoza-Alicante	75.899.673 ...	74.762.415
Andaluces	16.423.899 ...	15.704.996
Madrid Cáceres-Portugal	3.591.756 ...	3.436.757
Oeste de España	2.173.294 ...	2.321.501
Medina Zamora-Orense-Vigo	2.839.752 ...	2.800.947
Sur de España	3.340.799 ...	3.574.787
Zafra-Huelva	1.580.180 ...	1.931.985.

Según se ve, en las tres últimas de las líneas citadas hay aumento de ingresos, en vez de disminución, y como prueba de que la baja de los ingresos se considera transitoria, diremos que las acciones de las Compañías tienen marcada tendencia a subir, logrando mantenerse relativamente firmes, a pesar de las oscilaciones de los cambios.

También es cierto que los ferrocarriles atraviesan una crisis, a veces dolorosas y profundas, como acontece en Portugal; pero téngase en presente que se trata de un organismo nuevo, con suficiente fuerza y energía para restaurarse y levantarse. Así lo demuestra la rápida subida de los valores de la Compañía Real de los caminos de hierro portugueses, que indudablemente persistirá, como ha persistido la mejora de valores análogos de otras naciones.

Lo mismo que se observa en las líneas férreas de los países civilizados tiene que suceder en los ferrocarriles coloniales con mayor motivo. Su desenvolvimiento es más lento, pero en compensación mas extenso, puesto que hay mas recursos que explotar y mayores riquezas que crear. Las vías férreas coloniales no se construyen sólo para servir el tráfico existente, y movilizándolo rápidamente; crean el tráfico y son los mejores instrumentos de progreso de que se puede echar mano actualmente para dominar y para civilizar.

Resulta todo ello que los sacrificios que impone la construcción de caminos de hierro, son, mas tarde o mas temprano, amplia y cumplidamente compensados. Tienen compensación por el rendimiento que consiguen tan luego como se canaliza el tráfico y entra en régimen regular y normal la explotación comercial.

Tienen, por último, compensación económica por el aumento de riqueza que proporcionan en toda la región servida y beneficiada por las mismas líneas (1). ◆

(1) De la Gaceta de los Caminos de Hierro.

Centrales nucleares de producción de energía eléctrica

por Federico Godet Echevarría
Ingeniero de Caminos

El primer reactor del mundo, construido por E. Fermi, empezó a funcionar el 2 de diciembre de 1942, en Argonne (Chicago). A partir de esta fecha, decisiva en la historia de la ingeniería nuclear, una serie creciente de reactores en diversas partes del mundo han ido entrando en funcionamiento. El nombre primitivo de "pila" parece ha sido desplazado definitivamente por el de "reactor". De las centrales nucleares de producción de energía eléctrica, que tan importante papel han de desempeñar en todos los países en un plazo más o menos largo, el elemento fundamental y menos conocido, y al que vamos a ceñirnos aquí, es el "reactor", ya que, a partir del "grupo turbo-alternador", podemos decir que entramos en el terreno que pudiéramos denominar clásico, en cualquier central de cualquier tipo.

Conceptos básicos y esquemas de un reactor

Existe un gran número de tipos de Reactores, y es seguro que este número ha de aumentar todavía, pues se han de seguir ensayando nuevos materiales, nuevos tipos de combustible, nuevos fluidos de refrigeración, etc.

Pero conviene adelantar, antes de esbozar siquiera una clasificación, que los principios esenciales de todos ellos son los mismos.

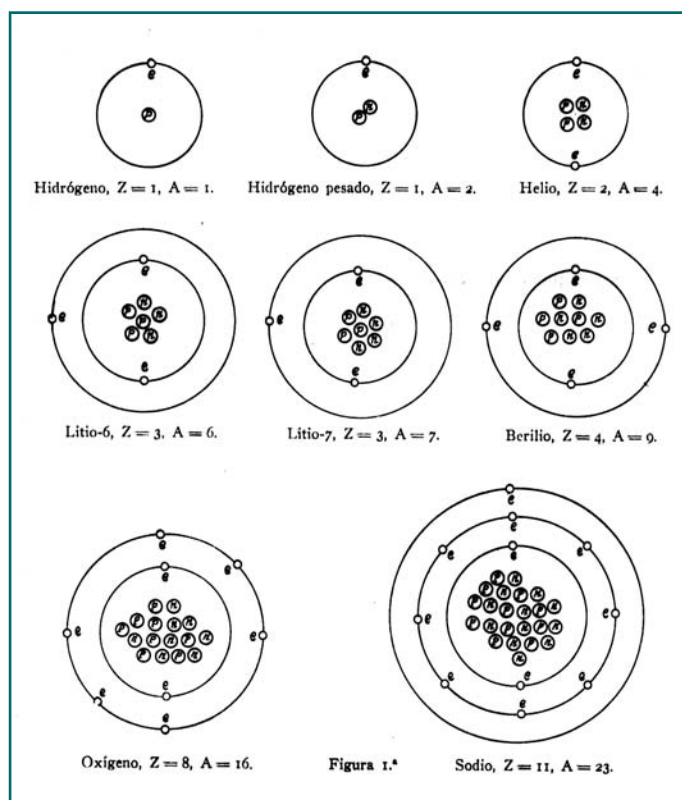
Por eso parece prudente, antes de intentar exponer el esquema de un reactor cualquiera, recordar lo más brevemente posible estos conceptos básicos comunes, conceptos que nos ayudarán, además, a comprender mejor su funcionamiento.

Estos conceptos básicos deben incluir unas nociones de fisión y la reacción en cadena, de las secciones rectas nucleares y del flujo de neutrones.

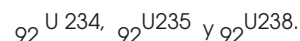
Recordemos antes de nada que los átomos de todos los elementos están integrados por los mismos componentes: protones, neutrones y electrones. Los electrones con carga negativa giran alrededor del núcleo, que está compuesto de protones con carga positiva y neutrones sin carga alguna. Existe, en general, el mismo número de electrones que de protones, por lo que ambas cargas se neutralizan. Las dimensiones del núcleo son del orden de 10^{-12} centímetros, y las del átomo, de 10^{-8} cm., y como el peso de un electrón es insignificante comparado con el de un protón o un neutrón, el peso del átomo depende únicamente del número de neutrones y protones que contenga el núcleo. Unos elementos se diferencian de otros por el número de protones y neutrones de su núcleo.

Una representación simbólica en que no se tuvieran en cuenta escalas de dimensiones, podría ser la indicada en la figura 1ª. (1)

En muchos elementos existen isótopos, que se diferencian entre sí únicamente por el número de neutrones. Todos los isótopos



de un mismo elemento tienen el mismo número de protones y electrones, y químicamente se comportan igual, de manera que la única forma de separarlos ha de basarse en la diferencia de peso existente entre unos y otros. Del uranio, por ejemplo, existen siete isótopos, pero en la Naturaleza solamente se encuentran el



Todos los isótopos del uranio tienen 92 protones, siendo las diferencias hasta 234, 235 ó 238 neutrones que contienen cada núcleo. En el uranio natural siempre están presentes los tres isóto-

(*) Este figura está tomada del libro R.L. Murray. *Introducción to nuclear engineering*.

pos mencionados el primero, en cantidades insignificantes, y el U-235 y el U-238 en proporciones de una parte del primero por 140 del segundo. Como difieren entre sí únicamente por poseer tres neutrones más el segundo, el proceso de separación industrial de ambos que ha prevalecido, llamado de difusión gaseosa, es enormemente complicado y costoso.

Los elementos que tienen más de 230 protones y neutrones en su núcleo, son bastante inestables, como es fácil de demostrar matemáticamente, y por esta razón, si se intenta añadir un neutrón más a su núcleo, éste se parte en dos, dando origen a otros dos átomos distintos más ligeros, designándose por fisión este proceso, descubierto en el año 1939.

Actividad de los distintos países

Nos detendremos únicamente en los programas francés, inglés y americano, por ser los más importantes, sin tener en cuenta el ruso, del cual no se conoce a penas nada.

Inglaterra es la primera nación fuertemente industrializada que ha comenzado un vasto plan de construcción de centrales nucleares. Ha sido obligada a ello por carecer de reservas de energía hidráulica apreciable y la imposibilidad de hacer frente al aumento del consumo con el carbón de sus minas, cuya producción disminuye de año en año.

Para este vasto plan, llamado el British White Paper Plan, que tan amplia repercusión ha tenido en las revistas técnicas e incluso en la prensa, ha elegido el tipo de reactor de moderador de grafito y refrigeración a gas, que en opinión de sir Christopher Hinton ⁽²⁾ tiene las enormes ventajas de ser sumamente segura su explotación, de poder emplear uranio natural como combustible y de no exigir el empleo en su construcción de materiales exóticos. En opinión del mismo autor, es casi seguro que en muy pocos años puedan aumentarse sensiblemente los rendimientos actuales. Antes de reseñar este plan conviene mencionar las realizaciones inglesas. Los primeros reactores construidos para producir plutonio fueron los de Windscale, que también utilizan grafito como moderador. La refrigeración es a gas y el combustible uranio natural.

El segundo reactor del mismo tipo del anterior y que será inaugurado a principios del año próximo, es del de Calder-Hall, pero este está proyectado para obtener plutonio y energía eléctrica, constará de cuatro grupos de 23.000 kW. cada uno. El programa futuro incluye el comienzo de la construcción de dos centrales de dos reactores cada una, del mismo tipo de los anteriores, a mediados de 1957, para entrar en servicio en 1960-1961. Dieciocho meses después del comienzo de éstas, se empezará la construcción de otras dos centrales, también con reactores del mismo tipo, aunque los rendimientos térmicos esperados sean más elevados. Estas cuatro primeras centrales deben estar en servicio en 1963, y la total potencia de ellas estará compren-

dida entre 400 y 800 megawattios. En 1960 se comenzará la construcción de otras cuatro centrales, y dieciocho meses después la de otras cuatro. Estas nuevas ocho centrales deberán estar en servicio en 1965, y la potencia total de las mismas deberá exceder los 1.000 megawattios.

Este último grupo de ocho centrales constará de cuatro del tipo anterior, de moderador de grafito y refrigeración a gas, que serán aquellos cuya construcción se comience en 1960.

Los cuatro siguientes, cuya construcción se comience dieciocho meses después, es posible que utilicen como fluido de refrigeración un líquido, ya que para esta época es posible que los reactores de este tipo hayan alcanzado madurez suficiente para ser utilizados.⁽³⁾

El desarrollo ulterior del programa podrá ser afectado por la experimentación en curso actualmente, en lo que respecta al tipo de reactores, pero ello no afectará a la decisión obligadamente tomada, de recurrir cada vez en mayor escala a esta nueva fuente de energía.

Así, después de 1965, cuando la industria haya adquirido suficiente experiencia en la construcción de estas centrales, y la Electric Authority en su explotación, el programa prevé un desarrollo mucho más rápido, esperándose que en 1970 la mayor parte de las nuevas centrales que se instalen en el país serán nucleares, suministrando éstas en 1975 un 40% aproximadamente, de la producción total del país, lo que no supondrá una proposición tan alta en lo que respecta a la potencia, porque funcionarán con un alto factor de carga.

Pasemos ahora a Francia, país en el cual el problema de cuándo y en qué momento deberá recurrirse a la energía nuclear presenta características muy distintas a las de Inglaterra, ya que sus fuentes de energía clásicas, hidráulicas, carbón, petróleo y gas, permitirán todavía hacer frente a la demanda durante un buen número de años ⁽⁴⁾, ya que aproximadamente la mitad de la producción de energía total es térmica y la mitad es hidráulica, y en el momento actual se producen unos 25×10^6 kWh hidráulicos, estando el límite de las posibilidades hidroeléctricas entre los 60×10^6 y 70×10^6 kWh. El consumo del carbón para todos los usos, incluida la producción de energía, alcanza unos 70 millones de toneladas/año, y de ellos se producen en Francia 55 millones importándose el resto. Francia, pues, no necesita de momento recurrir a la energía nuclear. Estudiemos, pues, cómo este hecho ha afectado a sus realizaciones y a su programa.

El "Commissariat à l'Energie Atomique" se creó en 1945, y tres años después comenzó a funcionar la primera pila, que fue bautizada con el nombre de Zoé, que es una pila destinada a hacer

(2) The graphite-Moderated, gas-cooled pile and its place in power production. P/406 de la Conferencia de Ginebra.

(3) Ver en la pág. 8 del trabajo de Sir Christopher Hinton, antes citado, Y The contribution of nuclear power to United Kingdom and World energy resources up to 1975, by sir John Cockroft, P/389 de la Conferencia de Ginebra.

(4) Ver Integration de l'énergie nucléaire parmi les moyens de production de l'énergie en France, par MM.T. Ailleret et P. Taranger, P/327 de la Conferencia de Ginebra.

(5) La Pila de Saclay, por I. Yvon, P/387 de la Conferencia de Ginebra

Bibliotecas del mundo donde se puede consultar la Revista de Obras Públicas

- The British Library
- The Institution of Civil Engineers (Reino Unido)
- Library of Congress (Estados Unidos)
- Biblioteca Benito Juárez (Cuba)
- Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ingeniería, Biblioteca
- Sistema de Información Integrado, Facultad de Ingeniería, Biblioteca (Buenos Aires)
- Universidad de Guayaquil, Biblioteca General Luis de Tola y Avilés, (Guayaquil)
- ENPC Bibliotheque
- Escuela Colombiana de Ingeniería, Biblioteca (Bogotá, Colombia).
- Biblioteca Nacional de Ciencia y Técnica, Capitolio Nacional (La Habana)
- Instituto Iberoamericano de Información, Ciencia y Tecnología (La Serena, Chile)
- Instituto Tecnológico de Santo Domingo (Santo Domingo, República Dominicana)
- Banco Europeo de Inversiones (Luxemburgo)
- Centro Argentino de Ingenieros (Buenos Aires)
- Centro de Información de Construcción (La Habana, Cuba)
- Consejo Profesional de Ingeniería Civil Conrado Baner (Buenos Aires)
- Escuela de Ingeniería Portuaria (Buenos Aires)
- Escuela Militar de Ingeniería (La Paz)
- Escuela Politécnica Nacional de Quito (Ecuador)
- Instituto Politécnico Nacional, E. S. Ingeniería y Arquitectura (México)
- Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas (Ezeiza)
- Instituto Superior Politécnico José A. Echevarría (La Habana)
- Instituto Técnico Estudios Super. de Monterrey (Monterrey, Nuevo León)
- Pontificia Universidad Católica de Perú (San Miguel de Lima)
- Pontificio Universidad Javeria (Santa Fe de Bogotá)
- Pontificia Universidad Católica de Chile
- Pontificia Universidad Católica de Ecuador
- Pontificia Universidad Católica de Pucamaima
- Puertos Mexicanos (México)
- Universidad Nacional Patagónica San Juan Bosco (Rivadavia)
- Universidad Nacional Mar del Plata (Mar del Plata, Buenos Aires)
- Universidad Anahuac (Huixquilucan, Edo México)
- Universidad Católica Andrés Bello (Caracas)
- Universidad de Camaguey (Camaguey)
- Universidad de la República (Uruguay)
- Universidad de La Salle (México, D.F.)
- Universidad de La Salle (Santa Fe de Bogotá)
- Universidad de Los Andes (Santa Fe de Bogotá)
- Universidad de Los Andes (Mérida)
- Universidad de Oriente (Caracas)
- Universidad de Istmo (El Dorado)
- Universidad de Zulia (Maracaibo, Ed. Zulia)
- Universidad de San Agustín (Arequipa)
- Universidad Rafael Landívar (Guatemala)
- Universidad Tecnológica de Panamá (El Dorado, República de Panamá)
- Universidad Albert Einstein (San Salvador, El Salvador)
- Universidad Autón. Metropolitana, Sede Azcapotzalco (Naucalpan de Juárez)
- Universidad Autón. Santo Domingo (Santo Domingo, República Dominicana)
- Universidad Católica de Nicaragua (Managua)
- Universidad Católica de Argentina (Capital Federal)
- Universidad Católica de Nuestra Señora de Asunción (Asunción)
- Universidad Central del Ecuador (Quito, Ecuador)
- Universidad Mart Abreu de las Villas (Villa Clara)
- Universidad Central Venezuela (Caracas)
- Universidad Centro Occ. Lisandro Alvarado (Barquisimeto Ed Lara, Venezuela)
- Universidad Centroamericana José Simeón (San Salvador)
- Universidad Carabobo (Valencia, Ed. Carabobo)
- Universidad de Chile (Santiago)
- Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (Santiago, Chile)
- Universidad de Piura (Piura, Perú)
- Universidad de Santiago de Chile (Santiago)
- Universidad de Buenos Aires (Capital Federal, Argentina)
- Universidad de Costa Rica, Sistema Bibliotecas (San José, Costa Rica)
- Universidad de Morón (Morón, Buenos Aires)
- Universidad Nacional de Asunción (Paraguay)
- University of Nottingham, Univ. Park (Nottingham)
- Universidad Nacional de Asunción (Paraguay)
- Universidad Iberoamericana (Lomas de Santa Fe, Ciudad de México)
- Universidad Mar de Plata (Mar de Plata)
- Universidad Mayor San Andrés (La Paz)
- Universidad Metropolitana (Caracas Ed Miranda)
- Universidad Nacional Autonom. de México (México D.F.)
- Universidad Nacional Experim. Francisco de Miranda (Coro Ed Falcón)
- Universidad Nacional de Ingeniería de Managua (Managua)
- Universidad Nacional Autónoma de Honduras (Tegucigalpa, Honduras)
- Universidad Nacional de Córdoba (Córdoba)
- Universidad Nacional de Cuyo (Mendoza, Argentina)
- Universidad Nacional de El Salvador (San Salvador, El Salvador)
- Universidad Nacional de Ingeniería (Rimac, Lima)
- Universidad Nacional de La Plata (Buenos Aires, Argentina)
- Universidad Nacional de Rosario (Rosario, Santa Fe, Argentina)
- Universidad Nacional del Sur (Bahía Blanca, Buenos Aires)
- Universidad Nacional Federico Villarreal (San Miguel, Lima)
- Universidad Nacional San Luis Gonzaga (Ica)
- Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Unan (Santo Domingo)
- Universidad Nacional San Juan (San Juan)
- Universidad Nacional Sede Manizales (Manizales, Caldas)
- Universidad Politécnica (San Salvador)
- Universidad Politécnica de San Juan (San Juan)
- Universidad Privada "José Cecilio del Valle" (Tegucigalpa, Honduras)
- Universidad de Puerto Rico Recinto Mayaguez (Mayaguez)
- Universidad Rafael Urdaneta (Maracaibo, Edo Zulia)
- Universidad Ricardo Palma (Surco, Lima)
- Universidad San Antonio Abad (Cuzco)
- Universidad San Carlos de Guatemala (Guatemala)
- Universidad San Carlos de Guatemala (Guatemala)
- Universidad Santa María La Antigua (El Dorado, República de Panamá)
- Universidad Técn. Federico Santa María (Valparaíso)
- Universidad de Santiago Utesa (Santiago de los Caballeros)
- Universidad Valle de Guatemala (Guatemala)
- Universidad Tecnológica Nacional (Capital Federal Buenos Aires)
- Universitaetsbibliothek (Alemania)

ROP EN BASES DE DATOS

- TRANSPORT
- CSIC
- DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL (Ministerio de Medio Ambiente)
- COMPENDEX

Trazado de la línea de alta velocidad ferroviaria Figueres - Perpiñán

Arrangement of the Figueres- Perpignan high-speed rail line

Dpto. de Marketing y Comunicación de TP Ferro

info@tpferro.com

Fotos: Jacques Martínez.

Resumen: El pasado mes de julio de 2005 se inauguró oficialmente el inicio de las obras en el túnel de Pertús, uno de los tramos significativos del proyecto de la línea de alta velocidad que la concesionaria TP Ferro está realizando en la actualidad entre Figueras y Perpiñán.

Palabras Clave: Alta velocidad, Redes ferroviarias, Viaductos

Abstract: The works on the Pertus tunnel were officially opened in July 2002, this being one of the most significant sections on the high speed line between Figueres and Perpignan, currently being built by the TP Ferro consortium.

Keywords: High speed, railway network, viaduct

1. Presentación general de la concesión

a) El Proyecto

Los Gobiernos del Reino de España y de la República de Francia adjudicaron a TP Ferro en diciembre de 2003 la concesión para el proyecto, construcción, explotación y mantenimiento de la Sección Internacional Figueres - Perpiñán de una nueva Línea Ferroviaria de Alta Velocidad entre España y Francia por un periodo de 50 años, plazo que incluye los 5 años para su construcción.

El día 17 de febrero de 2004, los representantes de ambos gobiernos y el de la sociedad concesionaria firmaron el contrato de concesión. Es la segunda ocasión en Europa tras el Túnel de la Mancha o Eurotúnel en que dos Estados otorgan una obra binacional en régimen de concesión a un consorcio privado.

Esta actuación está incluida en la lista de proyectos prioritarios de las redes transeuropeas aprobada por el Consejo de Ministros de Transportes de la Unión Europea el 5 de diciembre de 2003, formando parte del proyecto n° 3: Eje Ferroviario de Alta Velocidad del Sudoeste de Europa, siendo clave en la vertebración europea. Además resulta de gran importancia para España y Francia al suponer la unión de dos redes de ancho hasta ahora distinto y la apertura de las conexiones ferroviarias españolas sin ruptura de carga con el resto de Europa.

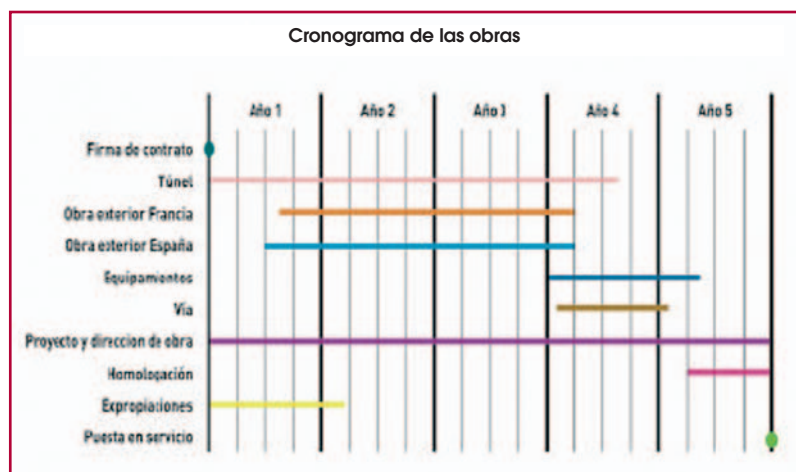
b) Antecedentes

Los orígenes de este proyecto se remontan a las cumbres comunitarias de Corfú y Essen en 1993 con la aprobación de los 14 proyectos prioritarios de la Red Transeuropea de Transportes (RTE -T), entre ellos el Eje Ferroviario de Alta Velocidad del Sudoeste de Europa (proyecto prioritario número 3 donde se incluye el tramo).

En este marco, España y Francia suscribieron el Acuerdo de Madrid el 10 de octubre de 1995, un acuerdo para la construcción y explotación, en régimen de concesión, de la Sección Internacional de una línea ferroviaria de alta velocidad entre Figueres y Perpiñán.

Una Comisión Intergubernamental formada por doce representantes de los Gobiernos de los dos países, se encargó de preparar la concesión (criterios relativos a la preselección de los candidatos, criterios de adjudicación, conectividad con las redes ferroviarias, plazos, etc.). En dicha Comisión están representados por parte española, los Ministerios de Fomento, Economía, Hacienda, Asuntos Exteriores, Interior, Administraciones Públicas y Medioambiente. Por parte francesa están representados los Ministerios de Asuntos Exteriores, Transportes, Interior, Economía y Hacienda y Medio Ambiente.

El 25 de abril de 2003, fue autorizado el inicio de la licitación de la concesión y el 11 de julio del mismo año se admitieron las candidaturas a la licitación abriéndose el



correspondiente procedimiento negociado de acuerdo con el pliego de bases y proyecto de contrato. El 7 de octubre de 2003 se presentaron las ofertas de los grupos licitadores.

El 26 de diciembre de 2003 ambos gobiernos adjudicaron provisionalmente la concesión al consorcio TP Ferro. El día 17 de febrero de 2004, los representantes de ambos gobiernos y el de la sociedad concesionaria firmaron el contrato de concesión, en el que se establecen las condiciones de construcción, mantenimiento y explotación de la sección internacional entre Figueres y Le Soler, cerca de Perpiñán con un plazo de ejecución de 60 meses.

TP FERRO es la empresa concesionaria del proyecto, construcción, explotación y mantenimiento de la nueva línea de alta velocidad. Está participada en proporciones 50/50 por el grupo español ACS (tercer grupo constructor europeo con una cifra de negocio en 2004 de 10.961 millones de euros) y el francés Eiffage (sexto grupo constructor europeo con una cifra de negocio en 2004 de 7.000 millones de euros).

2. Organización del Proyecto

La compleja organización del proyecto para la construcción, explotación y mantenimiento de la línea ferroviaria de alta velocidad Figueres-Perpiñán se sintetiza en el Cuadro 1.

La entrada en servicio está prevista para 2009 y marcará un hito en la historia de las comunicaciones. Por primera vez, dos redes ferroviarias que hasta la fecha tenían distinto ancho van a quedar conectadas directamente, sin necesidad de trasbordo o cambio de ancho. La línea Figueres-Perpiñán tiene además, una dimensión europea de gran calado, pues va a permitir la conexión de las redes ferroviarias de alta velocidad española y francesa.



Cuadro 1.

Y, a través de esta última, el enlace de la Península Ibérica con el resto de Europa.

El proyecto consiste en la construcción de una nueva línea de alta velocidad en ancho internacional UIC (1.435mm) en doble vía entre Figueres y Le Soler (cerca de Perpiñán) de aproximadamente 44,4 Km. de longitud (19,8 Km. en España y 24,6 Km. En Francia) apta para el tráfico mixto de trenes de viajeros y mercancías y sus co-



Diseño del Trazado.



nexiones en vía única con la red clásica existente en Le Soler.

El diseño del trazado se ha realizado con parámetros propios de una velocidad máxima de circulación de 350 Km./h y una velocidad mínima de circulación de 200 Km./h para los trenes de viajeros, mientras se establece una velocidad mínima de circulación para los trenes de mercancías de 120 Km./h.

A la puesta en servicio deberá poder explotarse, como mínimo, a una velocidad de 300 Km. /h para los trenes de viajeros y a una velocidad de 100 Km. /h, para los de mercancías.

3. Obras exteriores

Con una longitud total de 36.1 Km de trazado (repartidos entre España 17.8 Km. y Francia 17.3 Km) los elemen-

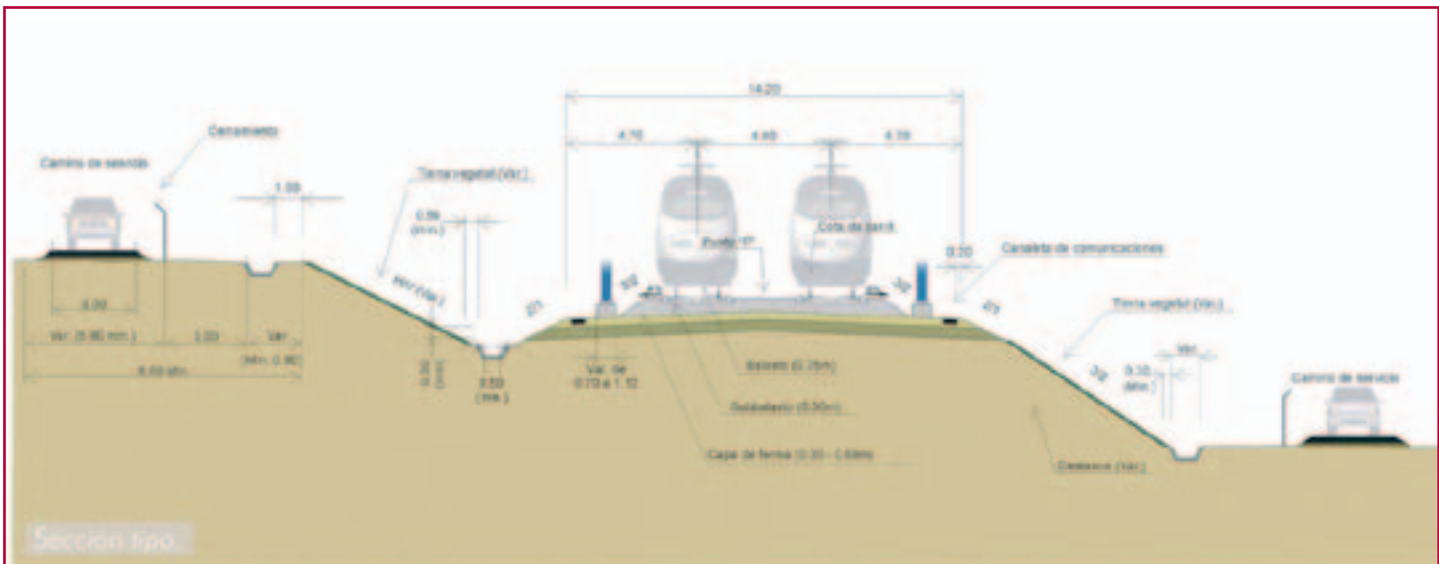
Vista entrada
Túnel Pertús.
A la derecha,
estructura
viaducto de
Ricardell.

tos mas significativos de los trabajos que se están realizando son:

- 2.228 m. de los 6 viaductos en España
- 983 m de los 4 viaductos en Francia
- Dos falsos túneles de 180 y 189 m de longitud.
- El salto del carnero para inversión del sentido de circulación que consistirá en un cruce de las dos vías a desnivel, que permitirá a los trenes circular por la derecha en España y por la izquierda en Francia.
- Los 14 puentes ferroviarios y 11 puentes carreteros.
- Los 9 pasos inferiores y 61 obras de fábrica hidráulicas.
- Las dos vías sencillas de enlace en Perpiñán de 2,9 Km. y 4,6 Km.

En el lado español, ya se han realizado mas del 90% de los movimientos de tierra necesarios para la construcción

Sección Tipo.



de la línea (sobre un total de 6.4 millones de m³ entre terraplenes y desmontes), mientras en la zona francesa se está cerca del 30% (sobre un total de 7.6 millones de m³).

Las obras incluyen además la ejecución de la superestructura de vía, balasto, traviesas y las instalaciones de electrificación, y los sistemas de señalización y seguridad.

La nueva línea estará electrificada en corriente alterna a 25.000 V, mientras la señalización responderá a las normas europeas de interoperabilidad ERTMS, niveles 1 y 2.

4. El Túnel del Pertús

Destaca como obra significativa sobre el nuevo trazado, el Túnel del Pertús de 8,3 Km. de longitud (7,3 Km. en Francia y 1 Km. en España) que permitirá franquear Los Pirineos.

El túnel constará de dos tubos paralelos independientes, uno para cada sentido de la circulación, con una sección interna de 8,50 metros de diámetro. La infraestructura contará con los últimos avances en materia de seguridad, entre ellos la existencia de 41 galerías de comunicación entre tubos provistas de puertas cortafuegos, situadas cada 200 metros, y cuatro galerías destinadas a equipamientos, espaciadas a 1.600 metros.

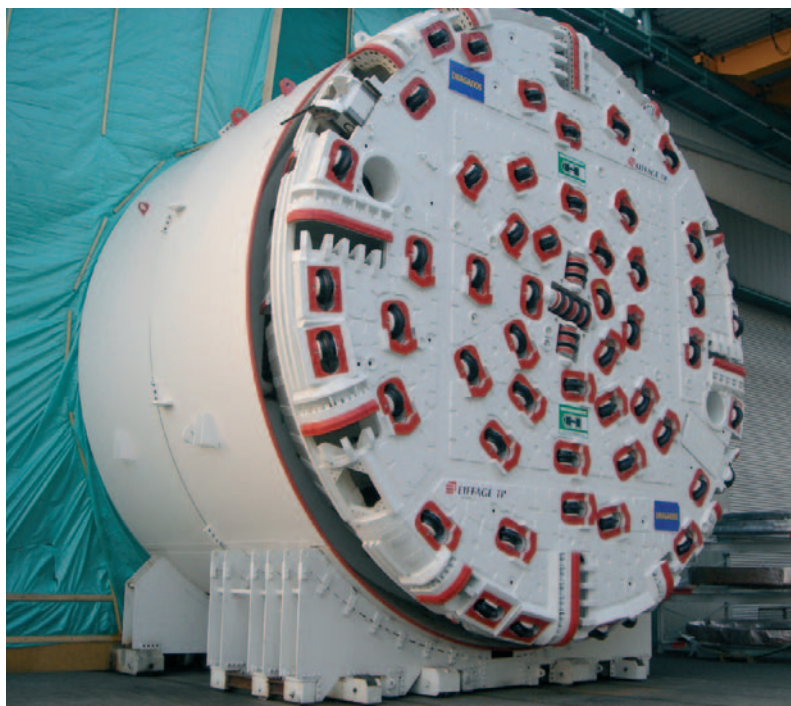
Su construcción se está realizando mediante dos tuneladoras de doble escudo telescópico (TBM) de última generación. Dichas tuneladoras tienen un diámetro de 9,96 metros cada una, y están especialmente diseñadas para excavar las rocas que se han detectado en los múltiples reconocimientos geotécnicos realizados. Cada una de ellas pesa unas 2.300 toneladas y mide más de 150 metros de longitud.

El diseño de las tuneladoras, realizado de acuerdo con las condiciones geológicas detectadas, permite mantener unos ritmos de avance de la excavación elevados y superar las zonas conflictivas con el mínimo retraso. (1)

El ataque se ha realizado desde la boca sur, lado España, donde se dispone de un buen acceso y una amplia plataforma donde ubicar las instalaciones que este tipo de máquinas requieren.

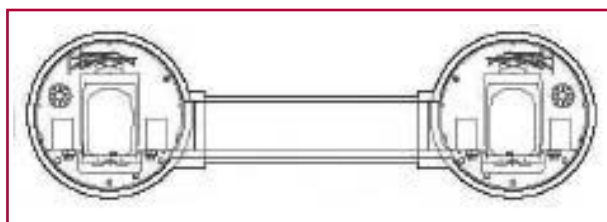
Se ha previsto, por otra parte, la construcción de una galería de acceso intermedio de 445 metros de longitud, que permitirá acceder a la zona central de los túneles, para realizar una galería paralela a los mismos, de 1.100 metros de longitud, para reconocimiento y eventual tratamiento del terreno en la zona más

(1) En total se colocarán 11.000 anillos de dovelas (77.000) prefabricadas.



De arriba a abajo.
Cabeza de corte
Tuneladora 1
Tramontana.
Interior del Túnel y
dovelas entrando
al Túnel.





Dispositivos de seguridad. Debajo, Perspectiva de 2 de los falsos túneles.

complicada desde el punto de vista geotécnico, con el objetivo de facilitar la perforación del túnel.

La seguridad es uno de los ejes centrales sobre los que pivota el proyecto de la línea y en particular del Túnel del Pertús, que concentra las mayores medidas y dispositivos de seguridad del tramo, entre ellos la vía en placa de hormigón que permite un fácil acceso a los servicios de auxilio, la instalación en el túnel de todos los equipamientos de seguridad recomendados por las comisiones de seguridad (detectores, opacímetros, bocas de agua, ventilación), la utilización del sistema de señalización ERTMS niveles 1 y 2 con redundancia de los equipamientos de control (puesto de control central en Barcelona y puesto de control local a la entrada del túnel) y de la alimentación de energía para los sistemas de seguridad, instalación de detectores de "cajas calientes", planos en las ruedas, gálilos y pantógrafos, que permitirán detener los trenes antes de que entren en el túnel y la adaptación de las embocaduras de los túneles para reducir los efectos del boom sónico de los trenes.

Cada una de las bocas del túnel, dispone de instalaciones de auxilio, con accesos directos, aparcamientos, helipuertos y zona de cruce de vía, así como de un sistema de control de intrusión. En el diseño de la línea se ha considerado además la influencia de los vientos cruzados, disponiéndose una estación meteorológica.

5. Financiación del Proyecto

Esta concesión ferroviaria de alta velocidad es el primer proyecto de ferrocarril financiado con participación privada en España y el segundo en Europa.

Cuadro 2.

Aplicaciones	Importes	Orígenes	Importes	%
Costes de Construcción	949,81	Capital	51,4	—
Costes de Concesionaria	63,8	Préstamos participativo	51,4	—
Gastos financieros	71,8	Intereses P. participativo	5,5	—
Cuenta de reserva de a deuda	12,0	Fondos Propios	108,3	9,9
		Subvención Directa	532,5	47,7
		Subvención Financiada	64,9	5,9
TOTAL M€	1.096,7	TOTAL M€	1.096,7	100,0

El importe global de la inversión del proyecto asciende a 1.097,7 millones de euros, de los que 588,4 millones de euros serán financiados a través de subvenciones públicas, lo que supone menos del 57% de la inversión, siendo financiado el resto por el concesionario. Dichas subvenciones públicas serán aportadas a partes iguales por España y Francia, que contarán a su vez con ayudas de la Unión Europea, a través de los fondos de redes transeuropeas.

El importe de los recursos propios aportados por los accionistas de TP Ferro Concesiones, S.A. será de 108,3 millones de Euros, mientras que los restantes 400 millones de euros, necesarios para equilibrar los recursos con las inversiones, provendrán de la financiación externa contratada con el grupo de bancos formado por: Banco Bilbao Vizcaya Argentaria, Banco Español de Crédito, Caja Madrid, ING. in Royal Bank o Scotland.

En el cuadro 2 se resume la previsión de orígenes y aplicaciones de fondos.

La financiación Externa del proyecto incluyen además de la deuda principal, por importe de hasta 410 millones de euros, destinada a la financiación de la construcción, otra línea de crédito contingente, destinada a financiar de la déficit de tesorería de los inicios de la explotación, por importe de hasta 35 millones de euros.

Estos dos créditos, contemplan su amortización a medio plazo (13 años de los cuales 8 son de explotación) y su refinanciación hasta una duración total de la financiación de 35 años.

El contrato de financiación, firmado en febrero de 2005, incluye además dos líneas de crédito destinadas respectivamente a financiar el último plazo de pago de la subvención, por importe de 62 millones de euros y que se amortizará un mes después de la puesta en servicio, a la recepción de dicho pago, y a financiar los importes de IVA recuperables, por importe de hasta 25 millones de euros, y que se amortizará a medida que se produzcan las indicadas recuperaciones.

En suma las facilidades crediticias obtenidas por TP Ferro para financiar el Proyecto, totalizan un importe de 532 millones de euros. ♦

22nd INTERNATIONAL CONGRESS ON LARGE DAMS ICOLD

**SPANISH NATIONAL COMMITTEE ON LARGE DAMS
SPANCOLD**



SECRETARIAT
www.icold-barcelona2006.org
e-mail: secretaria@icold-barcelona2006.org



Barcelona 2006
ICOLD-CIGB SPANCOLD

Inaugurado el tren de alta velocidad Madrid-Toledo

El pasado 15 de noviembre se puso en servicio la línea ferroviaria de alta velocidad Madrid-Toledo. El recorrido entre ambas ciudades se realiza por la línea de alta velocidad Madrid-Sevilla, a lo largo de 54 kilómetros, hasta llegar a la zona de La Sagra, en la provincia de Toledo. Desde allí, y sin que los trenes tengan que reducir la velocidad de circulación, se enlaza con la capital castellana mediante el nuevo acceso ferroviario, de 20,5 kilómetros, puesto en servicio. El tiempo transcurrido entre las dos ciudades es de 35 minutos.

Las obras de ese nuevo acceso ferroviario, realizadas por el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF), entidad pública empresarial adscrita al Ministerio de Fomento, han supuesto una inversión de 215 millones de euros, de los cuales 65,9 millones, un 30%, serán financiados a través de los denominados fondos Feder europeos.

Desde su puesta en servicio, RENFE ha puesto en marcha veinte trenes diarios, diez por sentido, para enlazar Madrid y Toledo mediante esta nueva línea de alta velocidad, cuya longitud total alcanza los 75 kilómetros.

Las características de la línea son las siguientes:

Longitud: 20,5 km. dividida en dos tramos

Tramo 1: Alameda de la Sagra-Mocejón, de 8,9 km. Discurre por los municipios de Alameda de la Sagra, Villaseca de La Sagra y Mocejón
Tramo 2: Mocejón-Toledo, de 11,6 km. Discurre por los



municipios de Mocejón y Toledo.

Ancho de vía: estándar europeo: 1.435 mm.

Velocidad: Máxima en la línea Madrid-Toledo: 270 km/h.

Pámetros de trazado:

Radio medio: 4.000 m.

Peralte máximo: 160 mm.

Rampa máxima: 27,5 mml. (milésimas).

Aceleración vertical 0,37 m/seg²

Vía: Sistema de vía sobre balasto.

La adecuación de vía e instalaciones en la cabecera norte de La Sagra permitirá que los trenes que tomen el nuevo acceso ferroviario a Toledo se bifurquen desde la línea Madrid-Sevilla a una velocidad de 220 km/h.

Electrificación: Sistema 1 x 25kV 50 Hz.

Los centros de mantenimiento que albergan los servicios de mantenimiento de infraestructura, vía, electrificación y subestaciones son los existentes en el trayecto Madrid-Sevilla,

ya que no se ha construido ninguna base nueva.

Señalización: La línea está dotada técnicamente para reconocer los sistemas ERTMS, LZB y ASFA. El enlace La Sagra-Toledo se explotará inicialmente con el sistema de señalización LZB. Es el más operativo por ser el mismo sistema que se utiliza en la línea Madrid-Sevilla.

En un futuro, cuando la línea Madrid-Sevilla se adapte a la señalización ERTMS, el nuevo acceso de alta velocidad a Toledo dispondrá ya de todo lo necesario para asumir las circulaciones sin necesidad de tener que proceder a su adaptación.

Enclavamientos electrónicos, telemandos desde el CTC de Atocha, que ha sido ampliada para esta finalidad.

Telecomunicaciones:

Fijas

La red de la que está dotada la línea está constituida por una troncal de fibra óptica desplegada a lo largo de la vía. Es una red de gran capacidad basada en fibra óptica e incorpora las últimas

tecnologías en transmisión, conmutación y encaminamiento. Es una red multiservicios abierta y dará soporte al resto de sistemas.

Red de radio móvil GSM-R

El sistema ERTMS realiza la transmisión de los datos entre los equipos de tierra y el equipo embarcado vía radio móvil GSM-R. Este sistema, basado en el estándar GSM de telefonía pública es una red de radiotelefonía móvil para uso de los ferrocarriles en la líneas transeuropeas. El sistema utiliza el soporte del sistema de telecomunicaciones fijas para los enlaces de datos necesarios entre los elementos de la infraestructura del sistema.

El nuevo acceso de alta velocidad a Toledo contará con servicio de telefonía móvil en todo su recorrido desde el primer día de su funcionamiento comercial. Ello es posible gracias a que, de forma simultánea a la construcción de la línea, se han ejecutado las infraestructuras necesarias para que los operadores de telefonía instalen sus equipos de transmisión. Esta operación supone una reducción significativa de impacto ambiental, ya que las diferentes empresas comparten las mismas infraestructuras a lo largo de la línea férrea.

Control de Tráfico Centralizado: (CTC)

Control de Regulación y Control: (CRC) en Madrid-Atocha

Sistema de información a los viajeros:

Se realiza el control de la información para los viajeros mediante los monitores y teled indicadores de estaciones.

Sistema de supervisión y vigilancia:

Incluye los subsistemas auxiliares que mejoran la seguridad y la operación de la línea y supervisan el estado de infraestructura, las instalaciones y el material rodante que circula por la línea (la detección de caída de objetos, cajas caientes, estaciones meteorológicas, videovigilancia, detección de intrusión, etc).

Sistema de Regulación Central: (SRC)

Persigue la optimización de la explotación global de la línea, la compensación de las perturbaciones ocurridas con las circulaciones y la resolu-

ción de conflictos de circulación.

Edificios técnicos:

Dos nuevos, uno en Mocejón y otro en Toledo. También se aprovecha el ya existente en La Sagra.

Estaciones: Toledo. Rehabilitación de la Estación de Toledo. La rehabilitación del edificio histórico de la Estación de Toledo, declarado Bien de Interés Cultura con la categoría de Monumento, es uno de los aspectos más singulares de las actuaciones que se han llevado a cabo para el desarrollo del enlace de la alta velocidad entre Madrid y Toledo. Cabe recordar que la estación fue proyectada por el arquitecto Narciso Clavería en estilo neomudéjar y se inauguró en 1919.

Singularidades del trazado:

Viaducto sobre el río Tajo de 1.602 m.

Paso inferior de 68 metros bajo la autovía A42 en las proximidades de Toledo.

Pérgola sobre la línea Madrid-Sevilla.

Tren de Alta velocidad diseñado para distancias medias

El S 104 es el primer tren de Renfe diseñado y construido específicamente para prestar servicios en distancias medias a alta velocidad. Son trenes formados por cuatro coches, con posibilidad de marcha en tracción múltiple de hasta tres composiciones y con un velocidad máxima de 250 Km/h. Está basado en un tecnología ampliamente experimentada por diversas empresas ferroviarias y utiliza com-

ponentes y equipos contrastados y de alta fiabilidad.

Exteriormente, los nuevos trenes ofrecen un perfil muy aerodinámico con el que se consigue una baja resistencia al avance. A nivel interior están concebidos para ofrecer los máximos niveles de utilidad y ergonomía, todo ello junto a una adecuada modularización que facilita los trabajos de montaje, reparaciones y mantenimiento. Para la construcción de las cajas se han utilizado aleaciones de aluminio, lo que otorga una gran ligereza a este tren, con un peso total en carga normal de 245 toneladas que lo sitúa en una posición muy competitiva en cuanto al consumo de energía respecto a otros trenes capaces de desarrollar las mismas velocidades. La longitud total del tren es de 107 metros y el ancho de las cajas se aproxima a los 3 metros. ♦

Entra en funcionamiento la Sociedad Estatal de Infraestructuras del Transporte Terrestre (SEITT)

Ha entrado en funcionamiento la empresa pública Sociedad Estatal de Infraestructuras del Transporte Terrestre (SEITT) recientemente creada por el Gobierno Español.

Su finalidad es la realización de inversiones en carreteras y ferrocarriles con el propósito según los promotores de agilizar los trámites administrativos en los procesos de licitación y de adjudicación de obras, con el objeto de adelantar la puesta en servicio de infraestructuras que se dilatarían en el tiempo a juicio de la responsable de las mismas, la ministra de Fomento Sra. Álvarez.

Para realizar sus funciones se prevé que la SEITT pueda financiar su actividad con aportaciones tanto de los presupuestos públicos como del sector privado. También se ha dotado a la empresa de capacidad para ampliar su marco de actuación mediante el recurso al endeudamiento, para lo que podría acudir al mercado de capitales. La empresa, no obstante, solo podrá endeudarse para financiar inversiones que permitan la obtención de ingresos que hagan posible la devolución de los préstamos que se le concedan.

La sociedad podrá también ser un instrumento de ejecu-

ción de infraestructuras para otras Administraciones Públicas – muchas de las Comunidades Autónomas y Corporaciones Locales tienen empresas públicas similares-mediante los oportunos convenios de colaboración.

En los proyectos en los que participe el capital privado se crearán sociedades mixtas, con objeto de que las fuertes inversiones necesarias para los proyectos de infraestructuras no engrosen el déficit público. Así la empresa nace con unos recursos propios de 900 millones de euros y una cartera inicial de inversiones de 1238 millones.

Durante el próximo ejercicio está previsto la licitación de unos 21 proyectos, de los que 19 corresponden a carreteras, valorados en un total de 936,39 millones y otros dos ferroviarios, el tramo Utrera-Jerez de la línea Sevilla-Cádiz con un presupuesto de 200 millones de euros y la variante de Camarillas, con un presupuesto estimado de 102 millones. En carreteras destaca la futura construcción de la nueva ronda oeste de Málaga, presupuestada en 302,47 millones de euros o de la autovía del Cantábrico A-8, el tramo Muros de Nalón-Las Dueñas, con un presupuesto de 146,20 millones. ♦

La depuración de aguas residuales en España todavía incumple la Directiva Europea

La Ministra de Medio Ambiente Sra. Narbona, presentó a finales de diciembre la situación española en cuanto a depuración de aguas residuales, así como la propuesta del Gobierno a las Administraciones autonómicas en relación con un nuevo plan de depuración para el próximo decenio.

Según los datos ofrecidos por la ministra, en la actualidad el 13% de las aguas residuales de las ciudades se vierte directamente a los ríos o al mar sin ningún tratamiento.

Una directiva europea de 1991 obligaba a que el 31 de diciembre de 2005 todas las aglomeraciones de más de 2.000 habitantes "equivalentes" tuvieran un sistema de tratamiento de aguas residuales. La equivalencia se refiere a la consideración de los cambios de población por temporada y a las se-



gundas residencias. Según el sistema de cálculo de la población "equivalente" España habría de tener depuradoras para 71 millones de habitantes.

El Gobierno elaboró en 1995 un plan nacional de saneamiento y depuración para cumplir los objetivos comunitarios. En España hay 2.274 núcleos de más de 2.000 habitantes, de los cuales sólo 952

cumplen la directiva y tienen tratamiento de aguas residuales. Estas ciudades vierten el 74% del agua que se consume. Un 13% del agua residual corresponde a 1.079 localidades de más de 2000 habitantes que carecen de depuradora (706 municipios) o la que tienen no cumple con los requisitos fijados por la directiva europea. Finalmente en otras

243 localidades se encuentran en construcción depuradoras que tratarán otro 13% del total de aguas residuales.

Construir las 100 depuradoras necesarias y renovar o ampliar muchas de las existentes costará unos 3.700 millones de euros, según el informe ministerial. Las obras ya ejecutadas, licitadas o en construcción desde 1995 han supuesto una inversión de 2.405 millones de euros.

España está por debajo de la media de la UE en tratamiento de aguas residuales. El último informe de la Comisión Europea sobre el cumplimiento de la directiva de depuración, elaborado con los datos de 2002 y publicado en 2004 sitúa a España, con un tratamiento del 58 % de las aguas residuales en un nivel comparable al de Portugal (59%) e Irlanda (61%). ♦

Proyecto de parque eólico marino frente a Trafalgar (Cádiz)

La compañía EHN, del grupo Acciona, podría ser la primera en construir un parque eólico en el mar en España. Concretamente, frente al cabo de Trafalgar en Cádiz. Serían 273 aerogeneradores con una potencia total de 1000 MW. Su producción sería capaz de dar servicio a 700.000 hogares, con una inversión de 2.000 millones de euros.

No obstante el proyecto cuenta con el rechazo de varios Ayuntamientos costeros (Vejer, Barbate y Conil) así como del sector pesquero. Sin embargo tiene el respaldo de la asociación ecologista Greenpeace, que propone la instalación de 28.000 MW de energía eólica marina en Andalucía.

El parque de EHN estaría a una distancia media de la costa de entre 10 y 18 kilómetros y a 14 kilómetros de Conil y a 18 de Barbate. Los aerogeneradores sobresalen del agua unos 90 m. Este proyecto prevé también la creación de unas piscifactorías (casi 300 jaulas) que producirían 23.000 toneladas de peces al año y 500 toneladas de moluscos. ♦

Estudio de un embalse subterráneo en la cuenca del Eresma

Aguas del Duero baraja la posibilidad de que un embalse subterráneo abastezca de agua las poblaciones de la comarca del Eresma de la provincias de Segovia y Valladolid, una treintena de municipios afectados por la contaminación por arsénico de sus aguas profundas. Dicho proyecto podría servir de forma subordinada para recargar a su vez los acuíferos de Los Arenales y Páramo de Cuellar, los más extensos de España, y que nutren de agua a las explotaciones de regadío de vastas extensiones de la provincias de Segovia y Valladolid.

El proyecto del embalse subterráneo para abastecimiento humano y el estudio completo y profundo de las dimensiones y características de los citados acuíferos será abordado con el dinero del embalse de Bernardos sobre el río Eresma, que estaba contemplando en el Plan Hidrológico Nacional y finalmente ha sido rechazado por severas razones medioambientales. ♦

Trasvase complementario del Tajo al Segura

El gobierno, oídos los Ministerios de Medio Ambiente y de Agricultura, ha aprobado un trasvase de 39 hm³ desde el Tajo a la Cuenca del Segura para el período octubre-diciembre. El Gobierno ha tomado esta decisión dando absoluta prioridad a garantizar el abastecimiento durante todo el año hidrológico y teniendo en cuenta la drástica caída de las aportaciones de lluvia en los embalses de cabecera del Tajo, cuyos niveles a principio de octubre se situaban en 329 hm³, y las predicciones existentes sobre la evolución del nuevo año meteorológico.

Asimismo se ha tenido en cuenta la grave situación en la que se encuentran los regadíos de la cuenca del Segura, y por ello se estudiará la posibilidad de una aportación excepcional en apoyo de los cultivos leñosos de la cuenca.

Según el informe sobre caudales trasvasables por el ATS para el trimestre octubre-diciembre 2005, los volúmenes trasvasables desde la cabecera del Tajo están condicionados tanto

por las aportaciones en los embalses de Entrepeñas y Buendía como por las existencias en los mismos. Así, el artículo 23 del Plan Hidrológico del Tajo fija en 240hm³ el valor mínimo de las existencias en dichos embalses para poder trasvasar agua. Por encima de este valor, los volúmenes son considerados excepcionarios. Si las existencias se encuentran por debajo de cierto valor (del orden de 500 hm³, variable mes a mes), la situación se considera excepcional y la decisión corresponde al Consejo de Ministros. En otro caso, es la Comisión Central de Explotación del Tajo-Segura quien toma la decisión.

La decisión a adoptar ha de basarse, necesariamente, en datos históricos y en hipótesis sobre lo que puede pasar con las precipitaciones en los próximos meses. Los datos históricos ponen de manifiesto que este último año hidrológico 2004/05 ha sido el más seco desde 1912, con unas aportaciones totales de 364 hm³. El siguiente año más seco en este período fue el



de 1994/95, con unas aportaciones de 405 hm³. Las aportaciones entre 1912 y 2005 se han situado entre 364 hm³/año y 3.278 hm³/año, siendo la media de 1.240 hm³/año, si bien se aprecia una tendencia continuada a la reducción de estas precipitaciones medias a lo largo de las últimas décadas. La media del período 1980-2004 se sitúa en 804 hm³, una reducción de casi un tercio sobre la media global del período 1912-2004.

Los consumos anuales en la cuenca del Tajo se sitúan en unos 415 hm³ anuales: 10 hm³ para abastecimiento, 180 hm³ para el regadío, 180 hm³ para garantizar los 6 m³/s de caudal ecológico a dotar en Aranjuez y unos 45 hm³ que corresponden a la evaporación anual. Dada la situación de los embalses de Entrepeñas y Buendía, en las previsiones del próximo año, se ha considerado sólo 40 hm³ para la evaporación anual. En consecuencia, los consumos anuales en la cuenca del Tajo se han previsto en 410 hm³.

La media de los caudales trasvasables por el ATS entre 1980 y 2005 se sitúan en unos 370 hm³/año, si bien hay que señalar que en el período 1998/2005, dicha media ha ascendido a unos 540 hm³/año, lo que ha ayudado a una expansión y dotación adicional de los riegos en el postrasvase, con el consiguiente incremento de producción, que hace más graves las consecuencias de las restricciones de riego en la actualidad. ♦

Las empresas constructoras son las que menos invierten en I+D en España

El esfuerzo en actuaciones de investigaciones y desarrollo por parte de las empresas constructoras españolas es significativamente menor que el correspondiente a otros sectores productivos, incluso el agrícola.

Las cifras son elocuentes; sólo el 0,06 del valor añadido Bruto se dedica a I+D.

Su evolución en el período correspondido entre 1992 y 2002 se refleja en el cuadro adjunto. ♦

	Gastos I+D/VAB ^(p)							
	1992	1994	1996	1998	1999	2000 ^(a)	2001	2002
Agricultura	0,10	0,14	0,14	0,32	0,22	0,11	0,09	0,08
Energía	0,59	0,55	0,48	0,52	0,47	0,24	0,40	0,47
Industria	1,70	1,78	1,89	2,12	2,10	1,88	2,06	2,12
Construcción	0,04	0,02	0,02	0,01	0,02	0,07	0,06	0,06
Servicios de mercado	0,16	0,12	0,13	0,17	0,20	0,28	0,40	0,46
Servicio de no mercado	3,19	3,25	2,93	3,02	3,02	3,12	3,29	3,37

(a) Ruptura de la serie con respecto al año siguiente
(p) Estimación provisional.
Fuente: "Estadística sobre las actividades en investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D). Indicadores básicos 2003". INE (2005).

CUADRO DEL MES

LICITACIONES

Proyectos	Presup. Licitac.(€)	Plazo redacc. (Meses)
Estudio informativo de la conversión en Autovía del tramo Alfajarín- Fraga de la N-II, en Zaragoza Huesca	1.875.000	
Obras	Presupuesto	Plazo ejecución
Tramo Maçanet-Sils de la autovía del Nordeste, A-2, en Girona	34.022.077,37	36 meses
Remodelación enlaces de Alameda y Barriguilla de la A-7, en el tramo Ronda Oeste de Málaga, en Málaga	28.068.303,67	
Tramo Lobregat-Guadalejo de la autovía del Mediterráneo, A-7, en Granada	33.661.112,74	
Tramo entre el enlace de Santa Isabel de la A-2 y Carretera N-330 del Nuevo acceso Norte a Zaragoza	46.493.517,44	
Obras de conservación en varias carreteras de Teruel	4.440.517,38	
Tramo Seils- Caldes de Malavella de la Autovía del Nordeste, en Girona	38.313.253,38	
Tramo Grado (Oeste) Doriga de la Autovía Oviedo-La Espina, en Asturias	84.351.507,55	
Mejora de trazado en el tramo de la N-340 en Castellón	4.036.104,93	
Construcción de una glorieta en la intersección de la N-340 con la T-312, en Cambrils (Tarragona)	860.211,03	
Acondicionamiento del enlace de la N-400 con la CM-4004, en la provincia de Toledo	2.297.482,00	
Rehabilitación del firme en la N-320, en el tramo entre el límite provincial de Cuenca y Sacedón, en la provincia de Guadalajara	4.655.360,41	
Rehabilitación del firme en el tramo Portobello-Curtis de la N-634, en la provincia de A Coruña	3.733.117,09	
Construcción de una rotonda en la intersección en la B-225, en la provincia de Barcelona	402.097,06	
Acondicionamiento de una intersección en la N-603, en la provincia de Segovia	240.830,84	
Reparación de caminos de servicio en la A-49, tramo La Palma del Condado - San Juan del Puerto, en Huelva	802.529,20	
Obras de mejora en la N-II, en el tramo de Castellbisbal, en la provincia de Barcelona	1.070.736,03	
Reparación del puente sobre el río Corbones en la A-4 en la provincia de Sevilla	173.769,48	

ADJUDICACIONES

Proyectos	Presupuesto	Empresa Adjudicataria
Redacción del proyecto del Tramo entre la A-62 y la A-11 de la ronda Exterior Este de Valladolid	1.298.880	Euroestudios, S.L. Ingeniería Civil, Energías Alternativas y Acuicultura S.A.
Redacción del estudio informativo del Acceso al Puerto exterior de La Coruña	109.755,01	
Redacción del estudio informativo de la Variante de Ordes en la N-550 en la Coruña	183.248,10	Consulting e Ingeniería Internacional S.A
Redacción del proyecto de acondicionamiento de la Travesía de S. Pedro de Alcántara en A-7, Málaga	517.650,00	UTE, Imca Ingenieros y Arquitectos y Naval Ingeniería S.A.
Obras	Presupuesto	Empresa Adjudicataria
Tramo Límite Provincial de Badajoz-Santa Olalla de la Autovía de la Plata, en Huelva	20.539.035,15	Construcciones Sánchez Domínguez- Sando, S.A. Ploder, S.A. UTE, Sacyr S.A.U. y Compañía Auxiliar de Voladuras S.A. Comsa Empresa Constructora S.A.
Dos tramos de la Autovía de la Plata, en Salamanca	51.394.159,08	
Tramo Rivera de Huelva-Venta del Alto de la A-66 en la provincia de Sevilla	38.486.237,94	
Variante de Villatoya de la N-322, entre las provincias de Albacete y Valencia	11.113.457,41	

AUTORIZACIONES

	Presupuesto
Obras del tramo Lleida-La Cerdera de la Autovía Lleida Huesca, en Lleida	51.774.395,42
Segunda fase de las obras del acceso al Puerto de Málaga	30.146.394,34
Obras del tramo Peñacastillo-Cacicedo de la Ronda de la Bahía de Santander	26.661.075,011
Acondicionamiento de la Travesía de San Pedro de Alcántara, en la provincia de Málaga	68.632.637,21
Obras del tramo La Robla-Túneles de Pajares de la Línea de Alta Velocidad León- Asturias	120.568.014,60
Obras de dos tramos de autovía A-50 en la provincia de Salamanca	81.234.165,17
Convenio entre Fomento y el Ayuntamiento de Cuenca para la ejecución de la Ronda Urbana Oeste de Cuenca	7.926.839,30
Obras del tramo Villaprovedo-Herrera de Pisuerga de la autovía Cantabria Meseta, en Palencia	34.607.028,44
Dos tramos de la Autovía de Navarra, en la provincia de Soria	69.572.333,87
Autoriza las obras de la Variante de El Molar en la A-1 en Madrid	42.686.132,48
Obras del tramo Trujillo-Plasenzuela de la A-58, en la provincia de Cáceres	44.608.075,96
Acceso al Puerto de Vilagarcía de Arousa, en la Provincia de Pontevedra	27.663.066,68
Obras del tramo Villapedre-Navia de la Autovía del Cantábrico, en Asturias	15.845.514,67
Obras de la primera fase del acceso a Valladolid de la línea ferroviaria de Alta velocidad Madrid-Segovia Valladolid	17.108.266,65

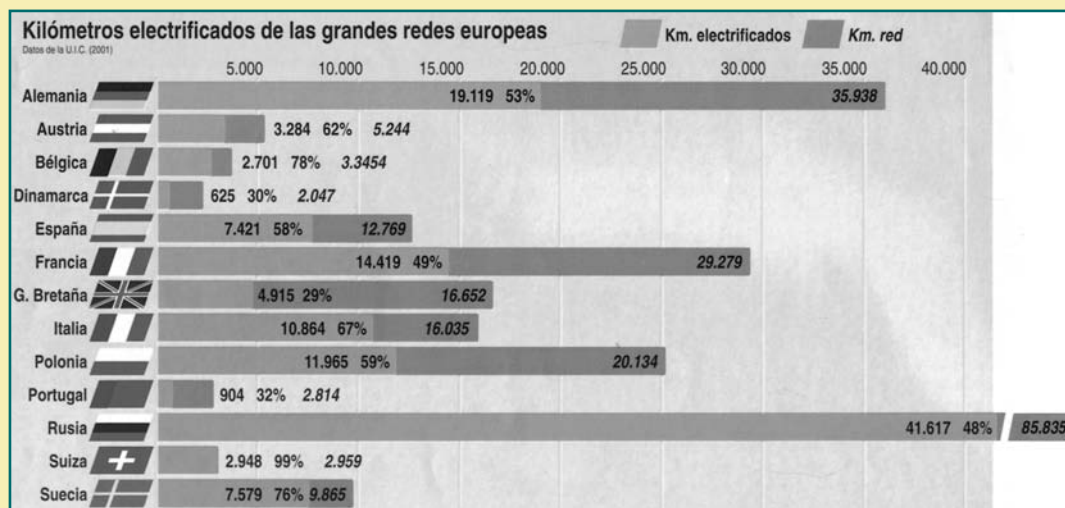
La liberalización del transporte ferroviario

Hace ahora dos años, se puso en marcha el proceso de liberalización del transporte ferroviario, tras la desaparición de Renfe como monopolio, segregándose sus actividades en dos empresas: ADIF, gestiona-
dora de las infraestructuras, Renfe Operadora, empresa para el transporte de mercancías.

Las dificultades legales y la lentitud en el desarrollo normativo han impedido que a fecha de hoy, dicha liberalización no sea un hecho. Los dos mayores obstáculos desde el punto de vista legal que bloquean el desarrollo son: la aprobación de las órdenes ministeriales que regulen las condiciones para la homologación del material rodante y el reglamento de personal con los títulos necesarios y las habilitaciones correspondientes. En estos momentos el estado de la liberalización de los ferrocarriles de mercancías en Europa es el siguiente:

Reino Unido. Tras la privatización de British Rail, en los primeros años noventa se constituyeron dos grandes compañías que se distribuyeron el mercado. Por un lado, Freightliners Ltd, especializada en tráfico intermodal y, por otro, EWS, transportista de mercancía convencional. Desde entonces, Freightliner se ha ido desplazando hacia el negocio de los transportes más pesados, entrando en competencia con EWS, justo en un momento en que ésta última ha abierto sus puertas a los tráficos combinados. Además, nuevos operadores privados han irrumpido en este mercado.

Francia. Hace escasos meses Europorte (una subsidiaria de Channel Tunnel- Eurotunnel) logró



la primera licencia para operar con mercancías en régimen de tráfico internacional a través de Francia, y otra compañía, CFTA Cargo, subsidiaria de Connex también lo ha logrado recientemente. Connex, división de transporte de Veolia, espera cerrar este año con una facturación por el conjunto de sus actividades de 100 millones de euros. Está presente en 25 países y emplea a 61.000 personas, entre sus divisiones de ferrocarril y carretera. En España, es socio de FCC en Detren.

Bélgica y Países Bajos. En el mercado belga hay ya un operador privado activo en el negocio ferroviario de mercancías. En Holanda, 10 operadores remolcan trenes de contenedores desde Rotterdam a distintos destinos interiores, de los cuales uno es el operador estatal alemán Railion.

Escandinavia. En Suecia, adelantada en la privatización europea del tren, está compitiendo el operador estatal (Green Cargo) con una veintena de compañías privadas. En Noruega el único operador no estatal

es una compañía que arrastra trenes pesados de mineral de hierro al norte del país. En Finlandia hay una compañía privada que acarrea su propio tráfico, pero que no compite con el operador nacional. En Dinamarca han logrado recientemente licencia 4 operadores y se han vendido las actividades de tráfico de mercancías de DB, que ya había adquirido también esta actividad en el sistema nacional holandés.

Alemania. Hay más de 300 compañías privadas que están operando sobre las vías gestionadas por DB Netz. Estas empresas remolcan su propio tráfico y optan a nuevos mercados, en completa y libre competencia con la estatal DB. Entre las privadas, una de las más grandes es la Rail4Chem, filial de la empresa química Basf, que opera además de en Alemania en los Países Bajos, Suiza, Polonia, Bélgica, Austria y Eslovaquia.

Austria. Hay nueve operadores privados compitiendo en tráfico internacional.

Italia. Los ferrocarriles privados han incrementado su actividad,

principalmente a través de Ferrovía Nord Milan. Unas 30 empresas han obtenido licencias, aunque aún no han logrado sus certificados de seguridad. La mayoría de esas licencias se han solicitado para servicios de pasajeros regionales, pero Rail Tracción ha logrado un contrato en la ruta de Brenner, ofertando transporte de mercancías entre Italia y Alemania.

La liberalización es imprescindible para que el transporte de mercancías por ferrocarril no siga perdiendo cuota de mercado. En 1970 la cuota del ferrocarril, respecto a carretera y barco era de un 20% en Europa y un 12% en España, mientras que en la actualidad dichos porcentajes se han reducido al 11% y al 3% respectivamente.

En España los pasos a dar para tener acceso a dicho transporte en su proceso conjunto son:

- Obtención de la licencia de transporte de mercancías, otorgados en la actualidad por el Ministerio de Fomento. A fecha de hoy además de

Renfe Operadora dos empresas Comsa Rail Transport y Continental Rail (filial de ACS) son las únicas con licencias concedidas. En trámite se encuentran otros como FCC, a través de su filial Detren, Azvi, Euskotren y Activa Rail (filial de Trasmesa).

-Una vez obtenida la licencia tienen que conseguir el certificado de seguridad para poder solicitar la asignación de capacidad de infraestructura. Por ahora dicho certificado lo extiende ADIF con carácter transitorio y más adelante será el propio Ministerio de Fomento. En dicho certificado se establecen las condiciones que deben cumplirse en materia de control, circulación y seguridad ferroviaria, conocimientos y requisitos del personal de conducción y características técnicas y de mantenimiento del material rodante.

-Obtenida la licencia y el certificado de seguridad, el siguiente paso será solicitar de ADIF la asignación de un surco de capacidad de infraestructuras. Los surcos ferroviarios son similares a los slots que las compañías de aviación solicitan para operar entre los destinos. El surco es pues un derecho que Adif concede a un operador para explotar un tramo de vía en un día concreto, en un día, hora y sentido determinado.

Hasta la fecha Trasmesa ha obtenido la primera autorización por parte del Ministerio de Fomento para solicitar surcos de líneas ferroviarias, poder competir con Renfe Operadora, aunque todavía ADIF

no le ha facilitado la capacidad de vía para este año 2006.

La normativa española permite que, además de las empresas ferroviarias con licencia, también pueden solicitar adjudicación de capacidad de infraestructuras, las operadoras de transporte combinado (caso de Trasmesa), los cargadores, los agentes de transporte y las Administraciones Públicas con atribuciones en materia de prestación de servicios de transporte.

Trasmesa operadora multimodal de mercancías y primer operador privado en trenes de carga en España y tercero en Europa carece de tracción y ha solicitado autorización para poner máquina a sus vagones, al mismo tiempo que ha obtenido la posibilidad de propiedad de los surcos y subcontratos para tracción de los mismos. Como es sabido son socios de Trasmesa, Renfe y la SNCF francesa con un 20% cada uno.

Los grandes grupos de la construcción se abren camino en el mercado ferroviario por dos razones básicas. Se trata de un negocio de 300 millones anuales ahora estancado pero que crecerá exponencialmente -así se muestra en los cálculos que manejan- con la ruptura del monopolio de Renfe. Y, en segundo lugar, responde a la necesidad de estas empresas rebajar el peso de la construcción en el negocio, la estrategia por la que todas están apostando. El transporte de mercancías permitirá la experiencia previa para el siguiente paso: el de viajeros a partir de 2010. ♦

Aprobadas inicialmente por el Parlamento Europeo las Normas sobre ayudas para redes transeuropeas de Transporte y Energía



El parlamento Europeo ha aprobado las normas propuestas por la Comisión Europea sobre ayudas financieras para la construcción de las redes transeuropeas de transporte y energía para el período 2007-2013. El ejecutivo Comunitario prevé unos fondos de 29.350 millones de euros para ayudas a un número limitado de proyectos de las redes transeuropeas de transporte.

Esa cifra significa una cantidad disponible de 2900 millones de euros por año, frente a los 600 presupuestados en el marco financiero actual (2000-2006). Además se prevé dedicar un total de 340 millones de euros para las redes transeuropeas de energía, lo que supone 49 millones de euros al año, más del doble de los fondos actuales, que son de 22 millones.

La mayor parte de los fondos para transportes, se designarán a la cofinanciación de los 30 proyectos considerados "prioritarios" para la UE, que tienen un coste de 225.000 millones de euros y entre los que figuran cinco programas que afectan a nuestro país.

En el Reglamento aprobado inicialmente por el parlamento Europeo se contempla la posibilidad de que exista una cofinanciación comunitaria para los proyectos prioritarios de transporte con carácter excepcional de hasta el 50 por ciento del coste total, siempre que se hayan iniciado antes del 2010 y que los Estados miembros hayan presentado un plan con todas las garantías financieras necesarias y sobre el calendario de ejecución. ♦

Los túneles ferroviarios de Lötschberg y San Gotardo en Suiza

Suiza decidió hace doce años traspasar al ferrocarril todo su tráfico de mercancías por carretera. Para ello aceleraron un plan ya existente: el Plan de Transportes de los Alpes.

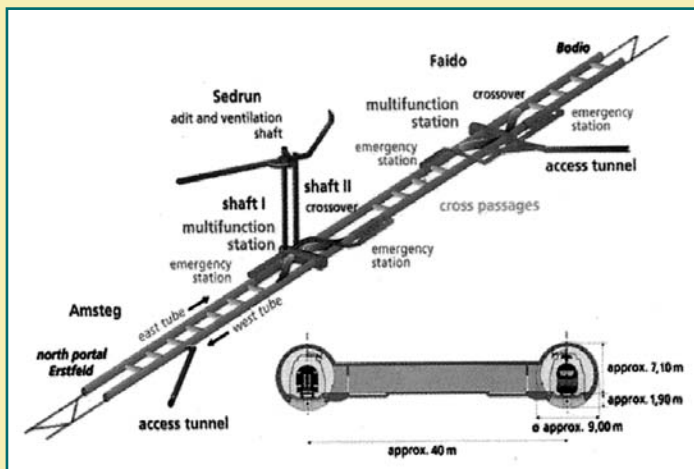
La construcción del túnel de base de Lötschberg, que se abrirá al tráfico en 2007 y obedece a esta estrategia de mejora de las infraestructuras de tránsito, discurre entre Frutigen, en el valle de Kander y Raron, en Wallis.

Sus 35 km de longitud le sitúan como el segundo túnel más largo de Europa, tras el del Canal de la Mancha, y el más largo de Europa Continental, al menos hasta que se inaugure, también en Suiza, el túnel de San Gotardo, que será el más largo de todos (57 Km).

Una vez inaugurado, el túnel de Lötschberg se convertirá en una pieza fundamental de la red ferroviaria suiza, al reducir los tiempos de viaje de los servicios de cercanías y de mercancías entre Alemania e Italia.

Todas las obras relacionadas con este túnel, con un coste de alrededor de 441 millones de euros, se adjudicaron a BLS Alp Transit AG. Aunque los primeros estudios geológicos del túnel comenzaron en 1993, los trabajos propiamente de planificación empezaron en octubre de 2002. En 2003, se propusieron los primeros diseños. Las obras, finalmente, empezaron el 1 de septiembre de 2004.

Se prevé que la fase de pruebas se desarrolle entre diciembre de 2006 y mayo de 2007, con lo cual el túnel podrá inaugurarse a finales de ese mismo año.



Aparte del ramal de Mundbach, que contará con un único túnel de doble vía, el corredor principal, de 33,1 km, se compondrá de dos túneles. El túnel podrá acoger 300 trenes diarios, es decir, 30 trenes Eurocity o Intercity que circu-

larán a una velocidad de entre 160 y 200 km/h; 30 trenes expresos regionales, que circularán entre 140 y 200 km/h; 104 trenes de mercancías, con una velocidad entre 100 y 140 km/h; y 132 lanzaderas, donde los pasajeros podrán

viajar dentro de sus propios vehículos.

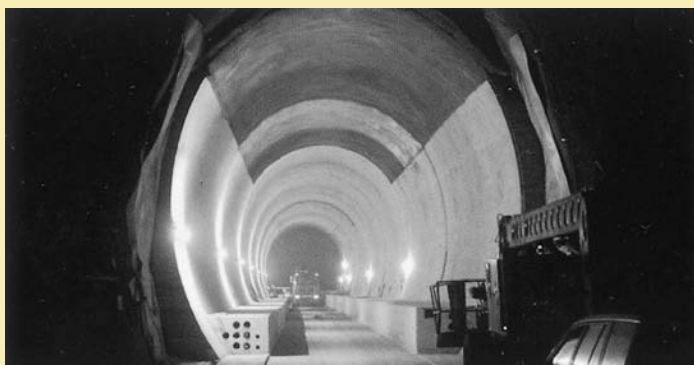
El túnel base de San Gotardo para ferrocarril, el que será con sus 57 km el más largo del mundo, se realiza con éxito con la aplicación racional de voladuras y tuneladoras. Por un lado, estas últimas se aplican a las secciones en las que las condiciones son:

- Homogeneidad del terreno, gran conocimiento del mismo.
- Excavación rectilínea de varios kilómetros
- Acceso sencillo a la excavación.

Por otro lado, el método de voladuras es aplicado en las siguientes condiciones:

- Realización de galerías auxiliares, nichos, refugios, túneles de maniobras, salas de control.
- Secciones de acceso complicado a la traza del túnel: ataques intermedios por rampas o pozos.
- Secciones de geología cambiante, de macizo rocoso desfavorable, o de incertidumbre respecto a posibles sorpresas en el trazado (agua, fallas).

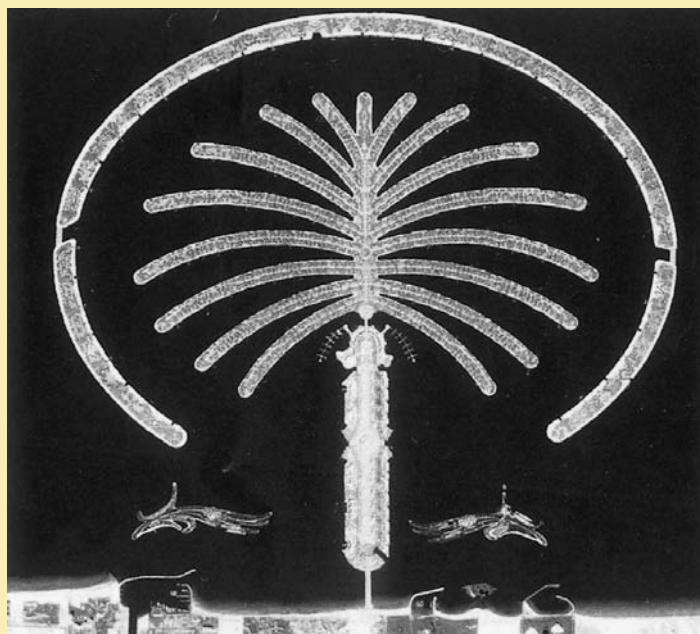
Así la sección Sedrún de San Gotardo está realizada íntegramente por voladuras, mientras que la sección Faido ha sido excavada conjuntamente mediante máquinas tuneladoras y perforación y voladuras. Todo lo que no suponga una excavación y en condiciones constantes, es susceptible de ser excavado mediante voladuras de manera rápida, flexible y



Gigantesco proyecto turístico en la costa de Dubai

A 25 km al sudoeste de Dubai (Emiratos Árabes Unidos), en aguas del Golfo Pérsico, se está construyendo uno de los complejos turísticos más importantes del mundo. Su originalidad radica en las obras de ingeniería que será preciso llevar a cabo en la costa, entre las cuales se encuentran varias islas artificiales, una de ellas Palm Island con planta de palmera rodeada de rompeolas de forma circular. La isla, de más de 5 km de diámetro, albergará 50 hoteles, 2500 villas, centros comerciales y un gran puerto deportivo. La forma de palmera permite el acceso inmediato al mar desde cualquier lugar del complejo. También dispondrá de un parque subacuático artificial.

Las magnitudes de la obra son muy significativas: serán necesarios más de 100 millones de metros cúbicos de rellenos. El rompeolas exterior tiene 11 km de desarrollo. Ha sido preciso adoptar precauciones especiales, dada la sismicidad de la



zona que podía dar lugar a la licuefacción de las arenas dragadas del fondo marino empleadas para el relleno y que se consolidan mediante vibrocompactación. El "tronco" de la palmera tiene 2 km de longitud y es atravesado en todo su trazado por un canal de 45m

de anchura. El fondo del canal está a cuatro metros bajo el nivel del mar y a 8 metros bajo la superficie del terreno sobre el que se construyen las edificaciones.

Una vez construida la obra la longitud de costa de Dubai pasará de tener 72 km a 130 Km.

Cerca de la Isla con forma de palmera la sociedad promotora tiene en marcha otros grandes proyectos. Uno de ellos "The World" lo compone un archipiélago de 300 islas artificiales que representan el mapa de los cinco continentes, a base de una selección formada por 50 países, uno de ellos España con 4,5 Ha de superficie. "The World" y "The Palm" empezaron a construirse en 2003 y está previsto que las obras concluyan en 2007. Junto a las islas ya está operativo el primer hotel de siete estrellas del mundo (Burj-Al-Arab) todo un símbolo del lugar, hasta el punto de que para verlo hay que pagar entrada. Además está edificándose el rascacielos más alto del globo Burj Dubai- que rondará los 800 m. de altura y requerirá una inversión de 640 millones de euros, y el primer hotel submarino del mundo, un proyecto de 480 millones de euros que verá la luz en 2006 y que lleva el nombre de Hydrópolis. ♦

Nueva amenaza de quiebra de Eurotúnel, empresa propietaria del túnel bajo el Canal de La Mancha

La amenaza de bancarrota vuelve nuevamente a afectar el futuro de una de las obras públicas más importantes de las últimas décadas. En efecto, el consejero delegado de Eurotúnel, empresa concesionaria del túnel bajo el Canal de La Mancha entre Francia y el Reino Unido, ha advertido que si no se alcanza un acuerdo con los acreedores en relación con la reestructuración y refinanciación de la deuda de la compañía, cifrada en 9.000 millones de

euros, se producirá quiebra en 2007.

Se pretende una condonación de los dos tercios de la deuda, a lo cual se oponen los acreedores, 200 bancos que en 1987 concedieron créditos a la empresa que cuenta con más de 800.000 pequeños accionistas.

Los motivos de la pésima situación financiera de la empresa son diversos y bien conocidos: una sobreestimación de los ingresos y un notable incremento de costes. En efecto los 21

millones de pasajeros anuales estimados se han quedado en 7,2 millones en el año 2004. Las obras se retrasaron un año y tuvieron un coste superior en 3.000 millones de euros al presupuesto inicial.

Las perspectivas de ingresos generadas por unas previsiones demasiado optimistas hicieron que la compañía se endeudara y adquiriera compromisos que nunca ha podido cumplir.

Los ferrys marítimos para transporte de mercancías redu-

jeron sus precios y mejoraron el servicio y las compañías aéreas de bajo coste captarán buena parte del transporte de pasajeros.

La reestructuración operativa de la empresa está en marcha; reducción de plantilla, abandono de las actividades poco rentables, descenso de precios. Pero todo será inútil si no se reestructura la deuda que ha ahogado a la compañía desde el mismo día de su fundación. ♦

Construcción en China del tren a mayor altitud del mundo

El pasado 15 de octubre y tras varios años de trabajo el gobierno chino anunció la terminación de la línea férrea que une Xining –a 2.100 km. de Pekín y a 2.600 metros de altitud– con Lhasa capitales respectivamente de la provincia de Qinghai y de la región autónoma del Tibet. Con una longitud total de 1.958 km., esta es la línea más alta del mundo. Más de la mitad de la línea fue tendida sobre terrenos permanentemente helados hasta una profundidad de varios metros lo que añadió una gran dificultad suplementaria a su construcción ya de por sí muy compleja y difícil.

Desde su inicio en 2001, cien mil obreros han trabajado en la construcción de esta obra en condiciones climatológicas extremas debidas a la altura, la falta de oxígeno y las bajísimas temperaturas, inferiores a 25° bajo cero durante seis meses al año y una relativa inestabilidad sísmica.

La altura media de la línea sobrepasa los 4.000 m., alcanzando los 5.000 m. en varios tramos llegándose a alcanzar en el punto de Tangla los 5.090 metros máxima elevación de la línea, superando por tanto a las actuales líneas más elevadas que son La Cima, Perú, con 4.829 m. y El Cóndor, en Bolivia con 4.787 m., lo que convierte al ferrocarril del Tibet en el más elevado del planeta.

Las condiciones atmosféricas de la región tibetana, históricamente denominada "el techo del mundo" son tan hostiles que los coches de viajeros que se utilizarán estarán presurizados de forma similar a los

aviones comerciales. Los trenes contarán con modernos sistemas de comunicaciones GSM-R. Las locomotoras diésel de línea –el ferrocarril por ahora no está electrificado– han sido objeto de medidas conducentes a la mejora de la sobrealimentación de los motores dado el considerable porcentaje de pérdida de potencia inherente al aumento de altitud, acentuado en un caso tan extremo como este.

Realmente el trazado nuevo construido en los últimos cuatro años ha sido el tramo entre Golmud, ciudad de la provincia de Qinghai y la capital del Tibet, Lhasa de 1.142 km. ya que el tramo entre Golmud y Xining se encontraba en servicio desde 1984. Cuando la línea sea plenamente operativa unirá el Tibet con Pekín, Shanghai, Chengdú y Guangzhou, éstas dos últimas ciudades capitales respectivas de las provincias de Schuan y Guangdong.

Se espera que por la nueva línea transcurra el 75% de todo el intercambio de mercancías con el Tibet promoviendo el desarrollo de la región autónoma y de otras zonas del Himalaya. Los ferrocarriles chinos cuentan en la actualidad con unos 73.000 km. de vías férreas, esperando alcanzar los 100.000 km. en 2020, lo que constituye la tercera red ferroviaria del mundo detrás de las de los EE.UU y de Rusia. La red china transporta anualmente mil millones de viajeros, y dos mil millones de toneladas de carga, representando el tráfico carbonífero una parte sustancial del mismo. ♦ Fuente: Vía Libre

ACS Y Ferrovial crean una empresa para gestionar la M-30

Calle 30 ya se ha estrenado como la primera sociedad público-privada creada para gestionar y mantener una gran infraestructura. ACS y Ferrovial fueron los elegidos por el Ayuntamiento de Madrid, como los socios privados para la empresa gestora de la M-300, inmersa en una gran reforma que la soterrará parcialmente.

El primer paso que han dado los dos primeros grupos de construcción y servicios del país ha sido crear una empresa conjunta para controlar el 20% de Calle 30. Con la denominación Empresa Mantenimiento y Explotación, M-30 (EME M-30), el 50% lo tiene Ferrovial y el resto ACS: un 33% a través de la filial constructora Dragados y un 17% mediante API, especializada en conservación de carreteras. Ingresar

rán 7.566 M€ en 35 años de concesión.

También la han dotado económicamente. El pasado trimestre firmaron el acuerdo el Ejecutivo municipal y las dos empresas. Éstas,

además, aportaron 102 M€, la mitad del desembolso total convenido para este año en el contrato. De esta cantidad, aportaron 45 millones para capital de la empresa (las arcas municipales ya habían desembolsado el 80%, 182 millones) y el próximo año tendrán que

Sacyr ampliará una potabilizadora en Barcelona

Sacyr Vallehermoso ha resultado la adjudicataria del concurso para la ampliación de la planta potabilizadora de Abrera

(Barcelona), por un montante de 56,49 M€. La entidad licitadora, Aguas del Ter Llogregat, ha optado por adjudicar el concurso a la UTE formada por Sacyr y la filial del grupo constructor especializada en tecnologías del agua Sadyt.

El plazo para la realización del proyecto es de 3 meses y el de la ejecución de los trabajos de 22 meses. Una vez finalizadas las obras, será la mayor del mundo con la tecnología de electrodiálisis. Este sistema, que sólo comparte con una empresa del grupo General Electric (GE), se ha convertido en el más innovador para este tipo de estaciones de tratamiento. El proyecto que ejecutarán Sacyr y Sadyt consistirá en la ampliación de la estación de agua potable con un sistema de desalinización mediante esta tecnología, que permitirá obtener un caudal de tratamiento de 200.000 m³ diarios, lo que representa una capacidad suficiente para abastecer una población de 800.000 personas.

Sadyt espera cerrar este año con una cartera de pedidos de 400 M€. Ha instalado más de 40 plantas desaladoras en el extranjero. La compañía forma parte del área de negocio de ser-

ACTIVIDAD EXTERIOR

Abertis obtiene una de las autopistas de peaje en Francia

Después de cinco meses de proceso, el Gobierno francés puso ayer fin a la mayor venta realizada en el negocio de autopistas con la que logra

14.800 M€, más de lo previsto. De los cinco consorcios conocidos, tres estaban controlados por los españoles Cintra (filial de autopistas de Ferrovial), Sacyr Vallehermoso (a través de Itinere) y Abertis, pero sólo este último ha salido ganador. La concesionaria controlada en un 24% por la Caixa y en un 24,8%

por ACS ofreció 58€ por acción para hacerse con Société de Autoroutes du Nord y de l'Est de France (Sanef).

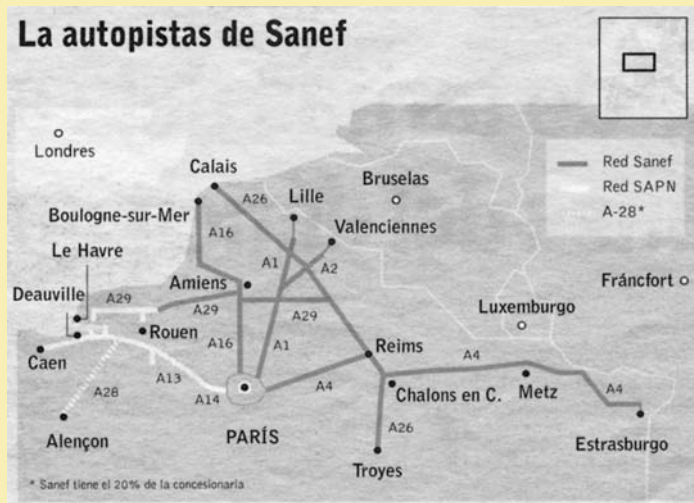
Pagará 3.030 millones al Estado por el 75,7% de la empresa y tendrá que ofrecer el mismo precio a los accionistas minoritarios, con lo que si llega al 100%

desembolsará 5.234 M€.

Al ejecutivo le convenció su plan industrial y especialmente la alianza con socios franceses: Caisse des Dépôts (CDC), las aseguradoras Axa y Predica (filial de Crédit Agricole) y el holding inversor de la familia Peugeot, accionista de FCC (Société Foncière, Financière et de Participations). Con la compra se refuerza como número uno del sector en Europa por delante de la italiana Autostrade, en la que controla un 13%.

En cambio, Cintra que presentó la mayor oferta (62 euros por título, 4.900 millones) por la segunda concesionaria, Autoroutes Paris-Rhin-Rhône (APRR) quedó fuera. No tenía socios galos, un requisito que no se pedía,

La autopistas de Sanef



pero que finalmente ha sido clave. De hecho, Cintra (que también pujaba por Sanef) cuestionó ante los bancos los criterios del proceso. Sacyr, aliada con Dassault, Société Générale, salió también perdedor por Sanef.

Tanto el 70,3% de APRR como el 50% de Autoroutes du Sud de France (ASF), las dos mayores concesionarias han quedado en manos francesas. La constructora Vinci fue la única que pujó por ASF y no descarta buscar aliados. Precisamente, FCC, que renunció a pujar sigue dispuesta a alianzas con los ganados.

La constructora Eiffage, aliada al grupo australiano de infraestructuras Macquarie (que comparte negocios con Cintra) se ha hecho con APRR frente a

la oferta de Cintra. El hecho de que Abertis fuera la favorita para Sanef desde el principio no le ha favorecido en un proceso marcado por la escasa transparencia, como ha reconocido el sector.

En cuanto a Abertis, ahora inicia el proceso de información al personal de Sanef y de autorizaciones correspondientes. Cuenta con que la cesión de las acciones se realice en el primer trimestre de 2006. Entonces tendrá que lanzar una oferta pública de adquisición (opa) por el 24,3% que tienen pequeños inversores al mismo precio, como obligan las condiciones de venta. Si todos venden sus títulos desembolsará 1.294 millones adicionales, 5.324 millones en total

por Sanef, de Abertis. Con Sanef logra un eje vital en Francia que comunica París con Calais (paso al Reino Unido), Bélgica y Luxemburgo.

La participación de Abertis en el consorcio será de al menos un 52%, y el resto estará en manos de sus socios galos, Axa, Caisse de Dépôts, Predica (compañía de seguros de Crédit Agricole) y FFP.

El consorcio financiará la adquisición con 2.000 millones de euros de fondos propios y otros 3.500 millones mediante endeudamiento. Abertis tendrá que aportar fondos entre 1.000 y 1.200 millones, que se sumarán a una financiación sin recurso de entre 1.800 y 2.000 millones, lo que supone una aportación global entre 2.800 y 3.200 millones.

Francia se convertirá en la segunda fuente de ingresos de Abertis, con el 37,21% de la facturación, por detrás de España, con un 51,27%, y por delante de Reino Unido, que supondrá el 7,1% del total, donde Abertis entró este año mediante la compra del operador de aeropuertos TBI.

Por áreas de actividad, la operación eleva desde el 64,1% al 77,6% el peso del negocio de explotación de autopistas de peaje en la facturación total de la compañía. La gestión de aeropuertos aportará un 9,5%, la de infraestructuras de telecomunicaciones, un 8,8, y la de aparcamientos un 3,5%.

Abertis considera que la entrada en Sanef sentará las bases de una plataforma para futuras inversiones y representa un posicionamiento en un país estratégico como Francia. Además

El nuevo grupo Abertis

Millones de euros, a diciembre de 2004

	Abertis+T131	Sanef	Abertis+TBI +Sanef	% var.
Ingresos	1.793	1.056	2.849	+59,0
Ebitda	1.110	675	1.784	+61,0
Amortizaciones	354	254	608	-
Ebit	756	421	1.176	+55,5
Empleados	7.678	3.600	11.278	+46,8

ACTIVIDAD EXTERIOR

SACYR e Impregilo construirán el puente sobre el estrecho de Mesina



La Sociedad pública Stretto di Messina, que gestiona la construcción del puente que unirá Sicilia con la península italiana, ha adjudicado la gran obra al consorcio que lidera la mayor constructora italiana Impregilo y en el que el grupo español Sacyr controla un 19%. Tras siglos de ser madurado como proyecto y 34 años después de que el Gobierno italiano aprobase su puesta en marcha, el puente sobre Messina verá la luz en 2012.

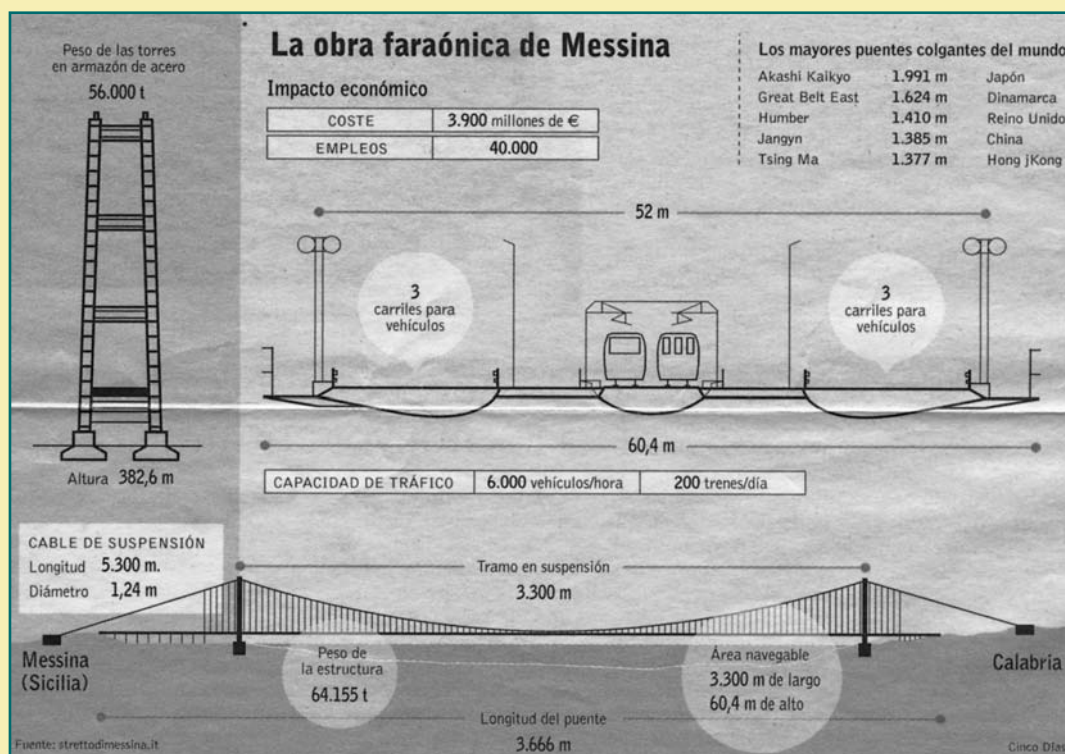
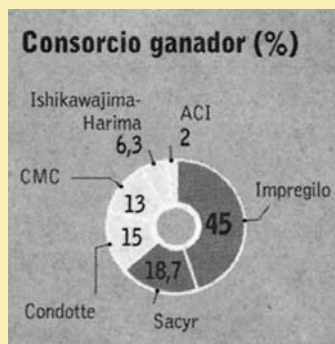
Para hacerse con esta fastuosa obra, Sacyr y sus socios han tenido que presentar la mejor oferta técnica y económica. En la parte técnica fue superior a la del consorcio rival,

encabezado por la italiana Astaldi y en el que figura Ferrovial, por un estrecho margen: 48 puntos frente a 44 sobre un total de 50.

La puntuación económica no se facilitó, si bien, el consorcio de Sacyr Vallehermoso ofreció

una baja del 17% en la edificación del puente colgante (con mayor peso sobre el total) y en torno al 10% en la obra que se acomete en tierra, según fuentes del grupo. Al final, la baja sobre los 4.400 millones presupuestados se sitúa en el 13%.

Además, había dos factores que puntuaban al alza para llevarse el megacontrato que lleva años impulsando el primer ministro Silvio Berlusconi: el plazo y la capacidad de subcontratar a empresas italianas para crear puestos de



trabajo en una de las zonas menos desarrolladas de Italia. Así, el grupo liderado por Impregilo y Sacyr ha ofrecido acabar la obra 243 días antes frente a la 110 días menos del grupo rival. mientras, el grado de subcontratación que plantea el ganador sube al 98% frente al 40% del competidor.

A partir de hoy la sociedad Stretto di Messina abrirá una ronda de ratificaciones técnicas y de precios al consorcio ganador que desembocarán en el proyecto definitivo.

Pero hasta llegar a este punto, han sido necesarios más de cuatro años de trámites burocráticos para el concurso y 15 millones de euros que el grupo vencedor ha invertido sólo en plantear el proyecto. La dificultad técnica es extrema, teniendo en cuenta que el puente sólo tiene dos anclajes en 3,66 kilómetros y es una zona de fuerte movimiento sísmico. Una de las garantías presentadas es que el puente podrá soportar terremotos de al menos 7,1 grados en la escala de Richter y vientos de 26 kilómetros por hora. A mediados del año 2006, tendrán que comenzar las obras.

En Italia, la faraónica obra se ha planteado como un duelo entre gigantes de la construcción: Impregilo o Astaldi. La primera y mayor de ellas ha salido del bache hace unos meses tras ser rescata-da por nuevos accionistas como la concesionaria de autopistas Autostrade o el dueño del imperio textil Benetton, con fuerte peso en el mundo empresarial italiano. ♦

OHL pone en servicio la infraestructura mexicana más importante de los últimos años

OHL ha abierto al tráfico 53 kilómetros del Circuito Exterior Mexiquense, que circulará de norte a sur el lado oriental de la capital mexicana. Ha entrado así en servicio el primer tramo de que consta esta autopista de peaje, adjudicada en concesión al grupo español, y que está considerada como la más importante infraestructura mexicana de la última década.

El tramo inaugurado es el primero de los cuatro que comprende el proyecto identificado como sistema de Autopistas del Oriente de México, más conocido como Circuito Exterior Mexiquense, una autopista de 140 kilómetros adjudicada en concesión al Grupo español de construcción y servicios. OHL construirá toda la infraestructura, que explotará durante los próximos treinta años.

En esta primera fase, que conecta las autopistas radiales México-Querétaro, México-Pachuca y México-Texcoco, OHL ha invertido una suma superior a los 500 millones de dólares. En el proceso de construcción, los ingenieros del grupo español han puesto de manifiesto su pericia constructiva para superar algunas dificultades al tener que vadear unas zonas pantanosas antiguamente anegadas por lagunas. La nueva infraestructura cumplirá, en lo que a la capital federal mexicana se refiere, la misma función que a Madrid le aparta la M-40 en sus conexiones con las autovías de Burgos, Zaragoza y Valencia.

Para la construcción y explotación del Circuito Exterior Mexiquense se creó la sociedad Concesionaria Mexiquense, participada inicialmente al 100% por OHL Concesiones y en cuyo capital entró el año pasado la empresa pública española Cofides, con una participación del 25%. OHL Concesiones es la filial del Grupo OHL que explota todos los activos en concesión, tanto en España como en el exterior, con notable presencia en Brasil, Chile, México y Argentina.

A la inauguración de este primer tramo asistieron las autoridades del Gobierno del Estado de México, junto a una representación del Grupo OHL, encabezada por su presidente Juan-Miguel Villar Mir, así como representantes de los bancos que apoyan financieramente el proyecto con un tercio cada uno: BBVA Bancomer, Instituto de Crédito Oficial (ICO) y Banobras, Banco de Obras y Servicios.

México fue en 2004 el primer país por volumen de ventas del Grupo OHL en América, con 131,4 millones de euros, el 20% del total de sus ingresos procedentes del exterior. Actualmente, el Grupo desarrolla en México proyectos en los que ha comprometido una inversión que supera los 1.000 millones de dólares, y que, junto al Circuito Exterior Mexiquense también destacan los siguientes.

El complejo turístico de Mayakoba que, con una inver-

sión total prevista de 1.375 millones de dólares, se ha convertido en el proyecto de referencia de las autoridades mexicanas como modelo de desarrollo sostenible para nuevas iniciativas turísticas en la costa caribeña de México. OHL ya tiene como socios a cinco de los principales operadores de hoteles de lujo en el mundo.

La remodelación del centro histórico de Puebla, un proyecto para recuperar el casco histórico de esta ciudad mexicana presupuestado en 125 millones de dólares.

La desaladora de Los Cabos que, Inima, la filial de OHL especializada en servicios de Medio Ambiente, construye en el turístico municipio de Cabo de San Lucas, en el Estado de Baja California Sur, con un presupuesto de 22 millones de dólares. El Proyecto, una concesión para los próximos veinte años, incluye la instalación de nueve kilómetros de tuberías principales para la dotación de agua potable a las colonias cercanas, en las que abastecerá a una población de 40.000 personas.

El Aeropuerto Internacional Ciudad de México, una de cuyas sociedades concesionarias de servicios está controlada por OHL Concesiones al 50%, con una opción sobre el 50% restante. Se trata de Fumisa, que explota 2.285 plazas de aparcamiento, 30.990 m² de locales comerciales y 11 fings. ♦

Seminarios Torroja Tecnología de la Construcción y sus Materiales

Ciclo nº 50: Invierno de 2006

El Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, del CSIC viene organizando seminarios monográficos sobre temas de actualidad en el ámbito de la Tecnología de la Construcción y de sus materiales, a cargo de destacados investigadores nacionales y extranjeros del Sector.

Estos seminarios se celebran en el aula Eduardo Torroja del Instituto, que está situado en la C/Serrano Galvache, 4 acceso por Arturo Soria, frente al núm. 278), y tienen lugar normalmente los jueves alternos a las 12:00 horas. Su duración aproximada es de dos horas, incluyendo la ponencia y el coloquio que se realiza a continuación. La asistencia a los mismos tiene carácter libre y gratuito. Los seminarios programados para el quincuagésimo ciclo, correspondiente al invierno de 2006, son los siguientes:

26 Enero, 12,00 h.; Miguel Ortega Cornejo. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos; Proyecto y construcción del Edificio Colgado; Francisco Millanes Mato, Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. IDEAM, S.A.; "Parc de Recerca Biomédica", en Barcelona.

9 Febrero, 12,00h.; Luis Vega Catalán, Aurelio Domínguez Álvarez, Arquitectos. Instituto Eduardo Torroja; Comportamiento frente al fuego de Losas Alveolares Pretensadas.

23 Febrero 12,00h.; José Luis Lleyda Dionis. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos; Nueva Torre de Control del Aeropuerto de Barcelona.

9 Marzo, 12,00h.; José Antonio Llombart Jaques, Ingeniero de Caminos. Estudio de Ingeniería y Proyectos (EIPSA), Madrid; Puente en arco sobre el río Tajo en el embalse de Alcántara.

30 Marzo, 12,00h.; Julio Martínez Calzón. Ingeniero de Caminos; Álvaro Serrano Corral; MC2 Estudio de Ingeniería, Madrid; Nuevas líneas de diseño estructural: Los Teatros del Canal en Madrid. ♦

El Proyecto COECO de RECOL

El Proyecto COELCO patrocinado por Recol es una oportunidad para que los profesionales y pymes puedan incorporar las nuevas tecnologías a su actividad profesional, desde los servicios más básicos (cuentas de correo, registro de dominio, hosting web, antivirus) hasta la compra de un ordenador, la instalación de ADSL o tarjeta UMS, la incorporación de una web o la firma digital. Y todo, pagando sólo un 40% de sus coste, ya que el 60% restante lo subvenciona el Ministerio de Industria, con fondos europeos y españoles.

Los profesionales y pymes adheridos, ya son más de 600, dentro del objetivo de llegar a 1.000 este primer año y a otros 2.000 el próximo.

Para mayor información: Telf.: 91.348.48.88
www.recol.es

Guía del Urbanismo de Madrid. Siglo XX

Conocer con detalle el pasado urbanístico de una ciudad constituye un elemento esencial para gestionar el presente y planificar el futuro. La "Guía del Urbanismo de Madrid. Siglo XX" es, sin duda, un elemento imprescindible para

profundizar el conocimiento de nuestro pasado más reciente, a través del análisis de 80 piezas esenciales distribuidas en diez grandes bloques: Observaciones de reforma interior y grandes vías urbanas; colonias históricas; actuaciones pioneras de vivienda colectiva en el primer tercio de siglo; barrios de promoción pública de mediados del siglo (1940-1975); actuaciones residenciales de promoción privada (1945-1985); operaciones públicas de remodelación integral de barrios (1975-199=); los "nuevos ensanches" derivados del Plan General de 1985 (1985-2000); terciario y nuevas centralidades; parques urbanos y, finalmente, actuaciones reurbanización del espacio público.

Madrid, es hoy, el resultado de un largo proceso urbanístico plagado de aciertos y errores, previsiones e imprevisiones, proyectos beneficiosos e iniciativas perjudiciales para la ciudad. Esta suma de elementos que es Madrid, desfila a lo largo de la guía acompañada de reseñas



históricas, planos, y fotografías, que nos explican el cómo y el porqué de ámbitos significativos como la colonia de El Viso, el Poblado dirigido de Fuencarral, el barrio de El Pilar, Azca o el Parque de las Avenidas, entre otros muchos. Es éste, precisamente, el gran valor añadido de esta guía, que analiza la metamorfosis de la ciudad, no tratando elementos individuales, sino a partir del estudio y la explicación de destacados espacios urbanos.

La guía, por todo ello, es un instrumento extraordinariamente útil para el urbanista, que encontrará respuestas fundamentadas respecto a la evolución de la ciudad; para el historiador, que entrará en el túnel del tiempo más reciente a través de documentos gráficos de gran utilidad y también, por supuesto, para el gestor político, que podrá reconocer las huellas que dejan en la ciudad las diferentes formas de entender el urbanismo, obteniendo, sin duda, enseñanzas de utilidad para su labor cotidiana. ♦

premios

Composan presenta su nuevo Manual de Obra Civil

Composan Construcción, empresa española especializada en la fabricación, instalación y distribución de productos destinados a diferentes sectores de la construcción así como desarrollo de proyectos y asesoramiento técnico, ha lanzado al mercado su nuevo Manual de Obra Civil, una herramienta de gran utilidad para proyectistas y constructores.

El Manual comienza con unas nociones básicas, realizando una breve descripción técnica de los productos cuyas aplicaciones se desarrollan a lo largo de toda la publicación, y se dividen en geosintéticos, juntas de dilatación, rehabilitación integral de puentes y estructuras de hormigón y metálicas, productos y sistemas para aislamiento acústico y canales de drenaje.

El grueso del Manual se compone de descripciones minuciosas de las soluciones que propone Composan en función de los campos de aplicación, es decir, de la ubicación en la que se colocará el producto. Estas ubicaciones se dividen en: carreteras, ferrocarriles, puentes, túneles y pasos subterráneos, obras hidráulicas y medio ambiente, agricultura, aeropuertos, y urbanización.

Asimismo, se explican con gran exactitud todos los detalles constructivos (disponibles en formato CAD) de cada una de las



soluciones recomendadas en la publicación.

Este Manual de Obras Civil incluye un capítulo con la lista de precios descompuestos de cada uno de los sistemas descritos (disponibles en formato PRESTO), estructurados bajo la misma premisa, según campos de aplicación para facilitar su búsqueda.

Por último, el Manual contiene el pliego de condiciones, así como un anexo en el que se detallan una serie de medidas preventivas que den observarse en cualquier trabajo de obra civil.

Con el fin de completar la información aportada en el Manual, Composan pone a disposición de los usuarios un Dpto. de Proyectos para asesorar técnicamente en cualquiera de las soluciones presentadas, así como facilitar los documentos en formato CAD y/o PRESTO.

Ese Manual es de carácter gratuito para todo profesional que lo solicite al teléfono de Composan 902.430.431. ♦

Otorgado el Premio Nacional de Ingeniería Civil 2004, a Clemente Sáenz Ridruejo

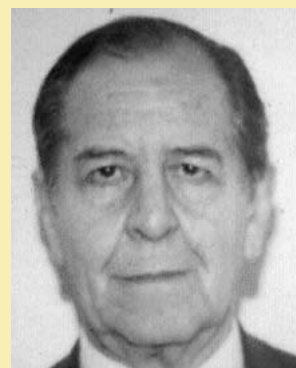
El Jurado del Premio Nacional de Ingeniería Civil 2004, presidido por la Ministra de Fomento, Magdalena Álvarez, ha decidido otorgar el galardón al ingeniero de Caminos Clemente Sáenz Ridruejo. Este Premio se convoca anualmente y está dotado con un diploma acreditativo y una cuantía económica de 30.000 euros.

El Jurado, tomó la decisión de galardonar con el Premio a Clemente Sáenz Ridruejo, en reconocimiento a su brillante trayectoria profesional, especialmente vinculada a las obras públicas de las infraestructuras españolas, sobre todo en relación con el transporte, las obras hidráulicas y el medio ambiente.

Clemente Sáenz Ridruejo es Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y Licenciado en Ciencias Geológicas. Profesor en las Escuelas de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas y de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos desde 1958, y Catedrático de Geología Aplicada a las Obras Públicas entre 1973 y 1998.

Entre 1978 y 1996 desempeñó diversos cargos en el Ministerio de Obras Públicas, en el ámbito de la geología aplicada a obras hidráulicas y transporte. En su faceta docente ha contribuido de forma importante al acercamiento a la cultura y sensibilidad respecto al medio ambiente de las promociones de ingenieros de caminos desde su incorporación a la Escuela de Madrid.

Sáenz Ridruejo cuenta con más de un centenar de artícu-



los y ponencias publicadas. Sus informes de Geología Aplicada, Geofísica y Geotécnica han enriquecido los proyectos y construcción de las más relevantes obras públicas de las infraestructuras españolas, sobre todo en relación con el transporte, las obras hidráulicas y el medio ambiente.

También es merecedor del galardón por su labor en una decena de Sociedades Científicas, tales como Académico Correspondiente de la Academia de Bellas Artes de San Fernando y de la Academia de la Historia y Patrono Fundador de las Fundaciones "Ingeniería y Sociedad" y "Desarrollo y Naturaleza".

El Premio Nacional de Ingeniería Civil del Ministerio de Fomento se otorga como recompensa y reconocimiento a la meritoria labor de una profesional cuya aportación a la ingeniería civil aplicada a las infraestructuras del transporte, realizada fundamentalmente en España y valorada con criterios objetivos, haya puesto de relieve los aspectos sociales, económicos, estéticos y tecnológicos de dicha actividad. ♦

In Memoriam

Juan Manuel Morón

Escribo estas líneas en homenaje a un compañero y amigo recientemente fallecido, Juan Manuel Morón, un Ingeniero de Caminos cuya inteligencia y hombría de bien excepcionales han dejado huellas profundas en nuestro ámbito profesional, pese a la extrema modestia con que se manifestó en todas sus actuaciones.

Desde que terminó la carrera, Juan Manuel Morón destacó siempre como el Ingeniero excepcional que era: con menos de 6 años de práctica profesional fue nombrado Delegado de DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES S.A. en Sevilla, puesto desde el cual se convirtió en el alma del Proyecto y Construcción de la autopista Sevilla-Cádiz, una de las primeras concesiones de la moderna red española de autopistas, en la que se introdujeron soluciones técnicas similares a las de los países más desarrollados del momento.

El éxito conseguido motivó su nombramiento en la empresa como Jefe de la Zona de Levante, donde completó su brillante ejecutoria anterior, continuando la introducción de innovaciones de diseño y construcción en el Proyecto de la Autopista Tarragona-Valencia, que fue la arteria básica de la Red de transporte por carretera del Levante español a finales del año 1970.

Sus méritos indiscutibles, personales y profesionales, le llevaron a la Dirección Técnica de la empresa, desde donde participó en los estudios y obras más importantes realizados por DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES en cuatro continentes.

En el periodo final de su permanencia en la empresa, y como Director Técnico del Grupo DRAGADOS, a la vez que ejercía el cargo de Consejero Delegado de la filiales especializadas, INTECSA y GEOCISA, continuó manteniendo su afán



innovador, tanto en los procesos de diseño y construcción, como en las nuevas tecnologías informáticas, cuya temprana introducción en el Grupo DRAGADOS fue una labor personal de Juan Manuel.

Desde 1997, en que termina su actividad en la empresa, participó como Asesor en varios grandes proyectos españoles, como son los de los Túneles de la Línea de Alta Velocidad Madrid-Segovia, o los Tránsversales del Ebro y Júcar-Vinalopó. Fue

también, en este periodo, Director del Libro Blanco de la Fundación COTEC sobre Innovación en la Construcción, Secretario General del IV Congreso Nacional de Ingeniería Civil y Medalla del Colegio al Mérito Profesional.

Para mí, que tuve la ocasión de mantener un contacto profesional casi permanente con Juan Manuel Morón, bien trabajando a sus órdenes, bien desde mi responsabilidad en otras Direcciones de la empresa, en trabajos coordinados con los que él dirigía, son especialmente destacables tres características personales de Juan Manuel, difícilmente superables: su elevada seriedad en el trabajo, siempre unida a un trato afable con sus subordinados; su altísima profesionalidad y su constantemente demostrada disponibilidad de trabajador incansable. Q.E.P.D.

Felipe Mendaña Saavedra

FE DE ERRATAS

Lamentamos el error producido en el número 3.461, de la ROP, diciembre de 2005, dedicado al IX Premio Internacional Puente de Alcántara, en cuya pág. 18, al nombrar a los componentes del Comité de Análisis y Evaluación se cita erróneamente a **D. Vicente Santos Galán** en lugar de lo correcto que debe ser **D. Vicente Sánchez Gálvez**, Vicerrector de Asuntos Económicos de la Universidad Politécnica de Madrid.



■ **Macario Fernández-Alonso Trueba**, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, ha sido nombrado Presidente de la Autoridad Portuaria de La Coruña. Tiene un master MBA por el Instituto Tecnológico de Massachusetts. Es Presidente de la Asociación Técnica Española de Puertos y Costas y hasta su nombramiento era director de Puertos de la empresa Acciona Transmediterránea.



■ **Juan L. Osuna Gómez**, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, ha sido designado consejero director general de OHL Concesiones, filial de Obrascón, Huarte y Laín (OHL). Sustituye a Julián Núñez, también Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos hasta ahora vice-

presidente segundo y consejero delegado de OHL Concesiones.



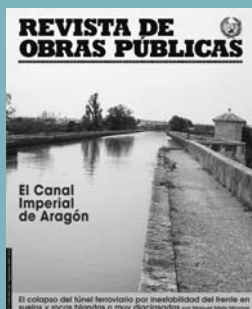
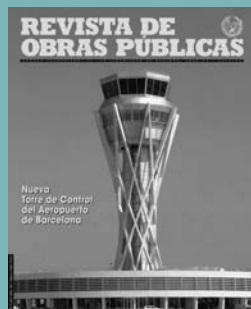
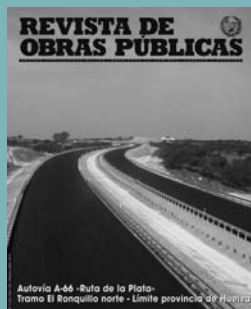
■ **Rafael Domínguez González**, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, ha sido nombrado subdirector del área de Proyectos de la Consultora de ingeniería y arquitectura GPO Ingeniería. Ha desarrollado su actividad como analista de Andersen Consulting.



■ **Cayetano Roca Giner**, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, ha sido designado director general de SEITT (Sociedad Estatal de Infraestructuras del Transporte Terrestre). Hasta hace escasos meses fue Gerente del Consorcio de Transportes de Asturias.

ROP

2005



Año 152/números 3.451 a 3.461

Título	Autor	Pág/Mes
Política de Obras Públicas		
El espacio Europeo de Educación Superior: Una visión desde un observatorio de privilegio (The European Higher Education Area. A View from a privileged standpoint)	Suárez Arroyo, Benjamín	7/3
Pirineos, la frontera europea. (Pyrenees, the european frontier)	Zamorano Martín, Clara Sastre González, Julián	7/5
¿Reforma el marco normativo de prevención de riesgos laborales la nueva Ley 54/2003? (Does new Law 54/2003 reform industrial risk prevention regulations?)	Castañeda García, Rafael	21/5
Urbanismo, Arquitectura y otras Cosas (Town Planning, Architecture and other matters)	Palancar Penella Mariano	7/10
Ciencia y Técnica de la Ingeniería Civil		
Arcos: Evolución y tendencias futuras (Arches: Evolution and future tendencies)	Pérez-Fadón Martínez Santiago	7/1
Nuevo sistema de hincado de estructuras bajo el ferrocarril (New system for jacking underpasses below railways)	Pallarol Simón Jaime Insa Franco Ricardo	25/1
Una propuesta normativa sobre la obra civil necesaria para la seguridad en explotación de túneles de carretera (Proposed civil work regulations for road tunnel operation safety)	Romana Ruiz Manuel	7/2
Ensayo de Humo Caliente Limpio. El ensayo de incendio para la verificación de la seguridad de los túneles (Clean hot Smoke Test. Fire test to check tunnel safety)	de la Quintana Pérez Jesús Erauso Eizaguirre, José Manuel	23/2
Operaciones de mercado y de no mercado. Mecanismos de control del riesgo de demanda en concesiones administrativas de infraestructuras de transporte (Market and non-market operations. Demand risk control mechanisms in administrative concessions for transport infrastructures)	Mate Sanz, David	33/2
Las tuneladoras de Doble Escudo en la construcción de los tuneles de Guadarrama (Double Shield Tunnellers in the construction of the Guadarrama Tunnels)	Mendaña Saavedra, Felipe	13/3
La revisión de la Red Transeuropea de Transporte (New guidelines for the Transeuropean Transport Network)	González Finat, Alfonso Zubieta de Piquer, Ainhoa	41/3
El programa de mejoras de la M-30 en el contexto de una estrategia de movilidad sostenible para Madrid (The M-30 Ring Road improvement programme in terms of a sustainable mobility strategy for Madrid)	Monzón de Cáceres, Andrés Pardillo Mayora, José M. Vega Báez, Luis Bustinduy Fernández, Javier de Vicente González, Alberto Pérez Flores, Margarita	7/4
El proyecto de la nueva M-30 (The design of the new M-30)	Rocci, Sandro del Val Melús, Miguel Ángel	27/4
El colapso de la Avenida de la Ilustración y el by-pass norte de la M-30. La conexión de la M-30 con la M-607 a Colmenar (Congestion of the Avenida de la Ilustración. The new north by-pass of the M-30 ring road and the connection with the M-607 road to Colmenar)	Presa Mantilla, Jorge	47/4

contenidos

Título	Autor	Pág/Mes
Criterios de seguridad en los tuneles de la Calle 30. Sistemas de ventilación (Safety criteria in tunnels on the M-30 ring road. Ventilation systems)	del Rey Llorente, Ignacio Espinosa Antelo, Irene Alarcón Álvarez, Enrique	59/4
Las tuneladoras de tres carriles de la M-30. Las mayores y más potentes jamás utilizadas (The three lane TBMs employed on the M-30 extension. The largest and most powerful TBMs ever used)	Melis Maynar, Manuel	71/4
La corrección ambiental del río Manzanares. Vertidos y saneamiento. Los nuevos colectores de margen y los tanques de tormenta (The environmental correction of the River Manzanares. Drainage and run-offs. The new bank collectors and storm tanks)	Muñoz Campos, Luis	107/4
El sistema de financiación de la nueva M-30. La empresa Madrid Calle 30 (The finance system for the new M-30 ring road. The Madrid Calle 30 company)	Bravo Rivera, Juan Alfaro Grande, Juan	119/4
Reforma de la presa El Gasco (Renovation of the El Gasco dam)	Álvarez Martínez, Alfonso Marín Barragán, Emilio Mediero Orduña, Luis	31/5
Los suelos bajo cargas dinámicas (Soils under dynamic loads)	Jenaro Mac-Lennan, Javier	37/5
¿Qué es lo que ha movido la Tierra? (What has the Earth moved?)	Garau Sagristá, Carlos	7/6
Sistema de peaje Free-Flow para Autopista Central de Santiago de Chile (Free Flow Toll System for the Santiago de Chile Central Motorway)	Ruiz González, Juan Enrique	27/6
La cubierta del Mercado de Santa Caterina en Barcelona. 1997-2005 (The roof of Santa Caterina Market in Barcelona 1997-2005)	Velasco Rivas, José María	37/6
Apoyo del Ministerio de Educación al desarrollo de la Plataforma Española de la Construcción (Ministry of Education backing to the development of the Spanish Construction Platform)	Alejaldre Losilla, Carlos	7/7-8
Presentación de la Plataforma "Hacia el 2030. Innovación y cambio eficiente en el sector de la construcción" (Presentation of the "Towards 2030" Platform. Efficient change and innovation in the construction sector)	Aldama Miñón, Enrique	9/7-8
La plataforma española hacia el futuro (The Spanish platform towards the future)	Muñoz Muñoz Antonio	11/7-8
La industria y la innovación en el sector de la construcción (Industry and innovation in the construction sector)	Bofill de la Cierva, José Enrique	13/7-8
La innovación en la Construcción. Realidades en los últimos diez años (Innovation in construction. The reality of the past ten years)	Polimón López, José	19/7-8
Estrategias de Investigación técnica del Ministerio de educación y Ciencia (Technical research strategies of the Ministry of Education and Science)	Montes Ponce de León, Manuel	23/7-8
Objetivos y Prioridades temáticas en la investigación española de la Construcción (Objectives and Focus areas in Spanish Construction Research)	Guinea Pérez, José Manuel	27/7-8
Programa Nacional de Construcción. Profit-2004 (National Construction Programme. Profit-2005)	Martín González, Isidro	31/7-8

contenidos

Título	Autor	Pág/Mes
El proyecto estratégico. La Ciudad Multidimensional, uno de los frutos de la línea estratégica de Obras Subterráneas (The "Multi-dimensional City" strategic project: one of the results of the Substructure Construction strategic focus)	Bosch Cantallops, Carlos Martín Díaz, Elena	37/7-8
La Plataforma Tecnológica Española de Construcción (The Spanish Construction Technology Platform)	Capilla Hervás, Francisco	47/7-8
Ejemplos de I+D+i en la construcción (Examples of R+D+i in Construction)	Pérez-Fadón Martínez, Santiago	51/7-8
Línea estratégicas edificios y ciudades. Habitat 2030 (Cities and Buildings Focus Area Habitat 2030)	Mieres Arroyo, Juan Manuel	55/7-8
La innovación en la construcción; realidades de los último 10 años (Innovation in construction . Realities of the last 10 years)	Monjo Carrió, Juan	57/7-8
Opinión de la Secretaria de Estado de Universidades e Investigación (Opinion of the State Secretary of Universities and Research)	Andrade Perdix, Carmen	61/7-8
La investigación prenortativa en el marco del Código Técnico de la Edificación (Prenormative research within the framework of the Technical Building Code)	Serra María-Tomé, Javier	63/7-8
Industria e innovación en el sector de la construcción (Industry and innovation in the construction sector)	Estefanía Puebla, Samuel	71/7-8
El I+D+i desde el programa nacional de construcción (R+D and the National Construction Programme)	Aguado de Cea, Antonio	75/7-8
Innovaciones en la fabricación y utilización de cementos (Innovation in the manufacture and use cements)	Fernández Sánchez, Rafael	81/7-8
Tendencias, Desarrollo e Innovación en materiales para la Construcción: Aditivos y componentes especiales (Tendencies, development and innovation in construction materials: additives and special components)	Rivas, José Luis	83/7-8
Construcción sostenible e I+D+i (Sustainable Construction and R+D+i)	González-Mayo Barajas, Higinio	87/7-8
La Plataforma Europea de la Construcción (The European Construction Technology Platform)	Rodríguez Santiago, Jesús	89/7-8
El colapso del túnel ferroviario por inestabilidad del frente en suelos y rocas blandas o muy diaclasadas (The collapse of a railway tunnel by face instability in soft or very fractured and soils)	Melis Maynar, Manuel	7/9
El desastre del Tercer Depósito cien años después (The disaster of the Third Water Storage Deposit, one hundred years on)	Burgos Núñez, Antonio	25/9
Variantes morfológicas de los puentes medievales españoles (Morphological variants of Spanish Mediaeval bridges)	Fernández Troyano, Leonardo	11/10
El coeficiente de Balasto en el Cálculo de Pantallas (The Coefficients of Subgrade Reaction and the calculation of Retaining Walls)	Muzás Labad, Fernando	33/10
Puentes Arco con Armadura Rígida Portante (Concrete arch bridges with rigid reinforcement)	Bernabeu Larena, Jorge Eggemann, Holger Kurrer, Karl-Eugene	47/10

contenidos

Título	Autor	Pág/Mes
Mi espiral Otra posible curva de transición (My Spiral Another possible transition curve)	Rodríguez Sánchez, Manuel	57/10
Los Túneles de Pajares (The pajares Tunnels)	Míguez Bailo, Raúl	7/11
Fluctuaciones pluviométricas en la Península Ibérica desde el año 1856 y su repercusión en los Planes Hidrológicos (Rainfall oscillations in the Iberian Peninsula since 1856 and their implication on Spanish Water Plans)	Témez Peláez, José Ramón	33/11
Arquitectos e Ingenieros. Historia de una relación (Architects and Engineers. The history of a relation)	Fernández Troyano, Leonardo	41/11
Pruebas de carga de puentes de hormigón de carretera (Loads tests on concrete road bridges)	del Cuillo Jiménez, Ramón	55/11
Premio Internacional Puente de Alcántara IX Edición Convocatoria 2002-2004 (Puente de Alcántara Internacional Awards. 9th Convocation 2002-2004)	ROP	9/12
Premio correspondiente a la Península Ibérica. Aprovechamiento Hidroeléctrico de Alqueva (Award corresponding to the Iberian Peninsular. Alqueva Hydroelectric Development)	ROP	20/12
Premio correspondiente a Iberoamérica. Proyecto Hidroeléctrico de Caruachi (Award corresponding to the Latin- American Caruachi Hydroelectric Project)	ROP	48/12
Mención especial. Proyecto de restauración del Pont Trecat (Special Mention. The restoration of the Trecat Bridge)	ROP	77/12
Síntesis de lo proyectos presentados al Premio Internacional Puente de Alcántara (Summary of presented projects Puente de Alcántara Internacional Awards)	ROP	79/12
Historia y Cultura de la Ingeniería Civil		
El viaje de Agua (Qanat) de la fuente Grande de Ocaña (Toledo): Pervivencia de una reliquia hidráulica (De Ocaña qanat or infiltration gallery in Toledo. Survival of an ancient waterworks)	López- Camacho y Camacho, Bernardo de Bustamante Gutiérrez, Irene Iglesias Martín, José Antonio	43/1
Los caminos y el transporte terrestre durante el reinado de Isabel La Católica, en su quinto centenario (Roads and land transport during the reign of Isabelle)	Sánchez Rey, Agustín	41/2
La ingeniería del Siglo de oro a través del Quijote (Engineering of the Golden Age appearing in El Quixote)	González Tascón, Ignacio	49/3
Puertos y barcos en la España del siglo XV (Ports and ships in the 15th century Spain)	Uriol Salcedo, José L.	41/5
La presa romana de la Ermita del Pilar (Monforte de Moyuela, Teruel) (The Roman dam at the Pilar Hermitage (Monforte de Moyuela, Teruel))	Arenillas Parra, Miguel Hereza Domínguez, J. Íñigo Díaz-Guerra Jaén, Carmen Cortés Jimeno, Rafael	55/6
El Canal Imperial de Aragón (The Aragon Imperial Canal)	Nárdiz Ortiz, Carlos	49/9

Título	Autor	Pág/Mes
Obras de Actualidad		
El Túnel de Viella (The Viella Tunnel)	Barios Baquero, Juan	63/1
A-66 "Ruta de la Plata" Tramo el Ronquillo norte. Límite provincia de Huelva (A-66 Motorway "Ruta de la Plata", the El Ronquillo north section bordering Huelva)	Gutiérrez Varo, Antonio de la Blanca y Rayo, Francisco Julio	65/2
Nueva Torre de Control del aeropuerto de Barcelona. Diseño, cálculo, procedimiento y montaje (The new Barcelona Airport Control Tower. Design, calculation, procedure and erection)	Fairbanks. Bruce S. Sardans Ramón, Cesar Giuliani, Mauro E. Montero Fdez. Bobadilla, Eduardo	69/3
Línea ferroviaria de Alta Velocidad Córdoba-Málaga. Tramo 16: Túneles de Álor y Espartal (Córdoba-Málaga High Speed Railway Line. Section 16: Alora and Espartal tunnels)	Pertierra Rey, Matilde Mollá Ruiz, Pablo	67/5
Autovía A-67 Cantabria-Meseta. Tramo: Los Corrales de Buelna-Molledo (A-67 Motorway Cantabria-Castilla. Los Corrales de Buelna-Molledo)	Valdés Fernández de Alarcón, Santiago	75/6
Autovía de la Meseta. Tramo: Torrelavega-Los Corrales de Buelna. Una solución singular (The Meseta Motorway. Torrelavega-Los Corrales de Buelna Section. A special solution)	García-Lago Vega-Hazas, Javier Castro Fresno, Daniel Saldaña Marín, Fernando	69/9
Puente sobre el río Deba (Autopista Victoria - Eibar) (Bridge over the River Deba Victoria - Eibar Motorway)	Llombart Jaques, José Antonio Revoltós Fort, Jordi	71/10
Autopista de peaje AP-36 Ocaña-La Roda y Autovía libre de peaje A-43 Tramo N-301 al enlace de la A-3 y la A-31 (Atalaya del Cañavate) (AP-36 Toll Motorway, Ocaña - La Roda, and A-43 Freeway Section N-301 at junction with A-3 and A-31 (Atalaya de Cañavate))	de Oña Esteban, Manuel Alonso López, Miguel Ángel	75/11
Temas de Hoy		
El Mar de Aral y los corredores de transporte en Asia central (The Aral Sea and the transport corridors of Central Asia)	ROP	59/1
PEIT: Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte del Ministerio de Fomento (PEIT: The Spanish Ministry of Development's Infrastructure Plan)	ROP	59/2
Adios a Renfe: la liberalización ferroviaria europea y el nuevo sistema ferroviario español (Goodbye Renfe. The freeing of European railways and the new Spanish)	ROP	63/3
La energía eólica. Situación y futuro (Wind energy. State and future)	Mañueco Grinda, Juan Pablo	51/5
Actividad del Ingeniero		
Presentación del Libro "Javier Manterola Armisen. Pensamiento y Obra" Una encuesta de la Asociación constata que los Ingenieros de Caminos optan mayoritariamente por los trasvase de agua frente a otras alternativas Carta del Presidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Javier Manterola Armisen, Premio "Príncipe de Viana" de la Cultura 2005 Nueva Sede de la Real Academia de Ingeniería La Misión Deep Impact Centenario del nacimiento de Carlos Fernández Casado	ROP ROP ROP ROP ROP Garau Sagristá Carlos ROP	55/1 56/1 63/6 64/6 66/6 61/9 63/11

autores		
Autor	Título	Pág/Mes
Alejaldre Losilla, Carlos	Apoyo del Ministerio de Educación al desarrollo de la Plataforma Española de la Construcción	7/7-8
Aguado de la Cea, Antonio	El I+D+I desde el programa nacional de construcción	75/7-8
Alarcón Álvarez, Enrique	Criterios de seguridad en los tuneles de la Calle 30. Sistemas de ventilación	59/4
Aldama Miñón, Enrique	Presentación de la Plataforma "Hacia el 2030. Innovación y cambio eficiente en el sector de la construcción"	9/7-8
Alfaro Grande, Juan	El sistema de financiación de la nueva M-30. La empresa Madrid Calle 30	119/4
Alonso López, Miguel Ángel	Autopista de peaje AP-36 Ocaña-La Roda y Autovía libre de peaje A-43 Tramo N-301 al enlace de la A-3 y la A-31 (Atalaya del Cañavate)	75/11
Álvarez Martínez, Alfonso	Reforma de la presa El Gasco	31/5
Andrade Perdix, Carmen	Opinión de la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación	61/7-8
Arenillas Parra, Miguel	La presa romana de la Ermita del Pilar (Monforte de Moyuela, Teruel)	55/6
Barios Baquero, Juan	El Túnel de Viella	63/1
Bernabeu Larena, Jorge	Puentes Arco con Armadura Rígida Portante	47/10
Bofill de la Cierva, José Enrique	La industria y la innovación en el sector de la construcción	13/7-8
Bosch Cantallops, Carlos	El proyecto estratégico. La Ciudad Multidimensional, uno de los frutos de la línea estratégica de Obras Subterráneas	37/7-8
Bravo Rivera, Juan	El sistema de financiación de la nueva M-30. La empresa Madrid Calle 30	119/4
Burgos Núñez, Antonio	El desastre del Tercer Depósito cien años después	25/9
Bustinduy Fernández, Javier	El programa de mejoras de la M-30 en el contexto de una estrategia de movilidad sostenible para Madrid	7/4
Capilla Hervás, Francisco	La Plataforma Tecnológica Española de Construcción	47/7-8
Castañeda García, Rafael	¿Reforma el marco normativo de prevención de riesgos laborales la nueva Ley 54/2003?	21/5
Castro Fresno, Daniel	Autovía de la Meseta. Tramo: Torrelavega-Los Corrales de Buelna. Una solución singular	69/9
Cortés Jimeno, Rafael	La presa romana de la Ermita del Pilar (Monforte de Moyuela, Teruel)	55/6
de Bustamante Gutiérrez, Irene	El viaje de Agua (Qanat) de la fuente Grande de Ocaña (Toledo): Pervivencia de una reliquia hidráulica	43/1
de la Blanca y Rayo, Francisco Julio	Autovía A-66 "Ruta de la Plata" Tramo el Ronquillo norte. Límite provincia de Huelva	65/2
de la Quintana Pérez, Jesús	Ensayo de Humo Caliente Limpio. El ensayo de incendio para la verificación de la seguridad de los túneles	23/2
de Oña Esteban, Manuel	Autopista de peaje AP-36 Ocaña-La Roda y Autovía libre de peaje A-43 Tramo N-301 al enlace de la A-3 y la A-31 (Atalaya del Cañavate)	75/11
de Vicente González, Alberto	El programa de mejoras de la M-30 en el contexto de una estrategia de movilidad sostenible para Madrid	7/4

Autor	Título	Pág/Mes
del Cuvillo Jiménez, Ramón	Pruebas de carga de puentes de hormigón de carretera	55/11
del Rey Llorente, Ignacio	Criterios de seguridad en los tuneles de la Calle 30. Sistemas de ventilación	59/4
del Val Melús, Miguel Ángel	El proyecto de la nueva M-30	27/4
Díaz-Guerra Jaén, Carmen	La presa romana de la Ermita del Pilar (Monforte de Moyuela, Teruel)	55/6
Eggemann, Holger	Puentes Arco con Armadura Rígida Portante	47/10
Erauso Eizaguirre, José Manuel	Ensayo de Humo Caliente Limpio. El ensayo de incendio para la verificación de la seguridad de los túneles	23/2
Espinosa Antelo, Irene	Criterios de seguridad en los tuneles de la Calle 30. Sistemas de ventilación	59/4
Estefanía Puebla, Samuel	Industria e innovación en el sector de la construcción	71/7-8
Fairbanks, Bruce S.	Nueva Torre de Control del aeropuerto de Barcelona. Diseño, cálculo, procedimiento y montaje	69/3
Fernández Sánchez, Rafael	Innovaciones en la fabricación y utilización de cementos	81/7-8
Fernández Troyano, Leonardo	Variantes morfológicas de los puentes medievales españoles	11/10
Fernández Troyano, Leonardo	Arquitectos e Ingenieros. Historia de una relación	41/11
Garau Sagristá, Carlos	¿Qué es lo que ha movido la Tierra?	7/6
Garau Sagristá, Carlos	La Misión Deep Impact	61/9
García-Lago Vega-Hazas, Javier	Autovía de la Meseta. Tramo: Torrelavega-Los Corrales de Buelna. Una solución singular	69/9
Giuliani, Mauro E.	Nueva Torre de Control del aeropuerto de Barcelona. Diseño, cálculo, procedimiento y montaje	69/3
González Finat, Alfonso	La revisión de la Red Transeuropea de Transporte	41/3
González Tascón, Ignacio	La ingeniería del Siglo de oro a través del Quijote	49/3
González-Mayo Barajas, Higinio	Construcción sostenible e I+D+I	87/7-8
Guinea Pérez, José Manuel	Objetivos y Prioridades temáticas en la investigación española de la Construcción	27/7-8
Gutiérrez Varo, Antonio	Autovía A-66 "Ruta de la Plata" Tramo el Ronquillo norte. Límite provincia de Huelva	65/2
Hereza Domínguez, J. Íñigo	La presa romana de la Ermita del Pilar (Monforte de Moyuela, Teruel)	55/6
Iglesias Martín, José Antonio	El viaje de Agua (Qanat) de la fuente Grande de Ocaña (Toledo): Pervivencia de una reliquia hidráulica	43/1
Insa Franco, Ricardo	Nuevo sistema de hincado de estructuras bajo el ferrocarril	25/1
Jenaro Mac-Lennan, Javier	Los suelos bajo cargas dinámicas	37/5
Kurrer, Karl-Eugene	Puentes Arco con Armadura Rígida Portante	47/10
Llombart Jaques, José Antonio	Puente sobre el río Deba (Autopista Victoria - Eibar)	71/10

autores		
Autor	Título	Pág/Mes
López-Camacho y Camacho, Bernardo	El viaje de Agua (Qanat) de la fuente Grande de Ocaña (Toledo): Pervivencia de una reliquia hidráulica	43/1
Mañueco Grinda, Juan Pablo	La energía eólica. Situación y futuro	51/5
Marín Barragán, Emilio	Reforma de la presa El Gasco	31/5
Martín Díaz, Elena	El proyecto estratégico. La Ciudad Multidimensional, uno de los frutos de la línea estratégica de Obras Subterráneas	37/7-8
Martín González, Isidro	Programa Nacional de Construcción. Profit-2004	31/7-8
Mate Sanz, David	Operaciones de mercado y de no mercado. Mecanismos de control del riesgo de demanda en concesiones administrativas de infraestructuras de transporte	33/2
Mediero Orduña, Luis	Reforma de la presa El Gasco	31/5
Melis Maynar, Manuel	Las tuneladoras de tres carriles de la M-30. Las mayores y más potentes jamás utilizadas	71/4
Melis Maynar, Manuel	El colapso del túnel ferroviario por inestabilidad del frente en suelos y rocas blandas o muy diaclasadas	7/9
Mendaña Saavedra, Felipe	Las tuneladoras de Doble Escudo en la construcción de los tuneles de Guadarrama	13/3
Mieres Arroyo, Juan Manuel	Línea estratégicas edificios y ciudades. Habitat 2030	55/7-8
Míguez Bailo, Raúl	Los Túneles de Pajares	7/11
Mollá Ruiz, Pablo	Línea ferroviaria de Alta Velocidad Córdoba-Málaga. Tramo 16: Túneles de Álora y Espartal	67/5
Monjo Carrió, Juan	La innovación en la construcción; realidades de los último 10 años	57/7-8
Montero Fdez Bobadilla, Eduardo	Nueva Torre de Control del aeropuerto de Barcelona. Diseño, cálculo, procedimiento y montaje	69/3
Montes Ponce de León, Manuel	Estrategias de Investigación técnica del Ministerio de educación y Ciencia	23/7-8
Monzón de Cáceres, Andrés	El programa de mejoras de la M-30 en el contexto de una estrategia de movilidad sostenible para Madrid	7/4
Muñoz Campos, Luis	La corrección ambiental del río Manzanares. Vertidos y saneamiento. Los nuevos colectores de margen y los tanques de tormenta	107/4
Muñoz Muñoz, Antonio	La plataforma española hacia el futuro	11/7-8
Muzás Labad, Fernando	El coeficiente de Balasto en el Cálculo de Pantallas	33/10
Nárdiz Ortiz, Carlos	El Canal Imperial de Aragón	49/9
Palancar Peñella, Mariano	Urbanismo, Arquitectura y otras Cosas	7/10
Pallarol Simón, Jaime	Nuevo sistema de hincado de estructuras bajo el ferrocarril	25/1
Pardillo Mayora, José M.	El programa de mejoras de la M-30 en el contexto de una estrategia de movilidad sostenible para Madrid	7/4
Pérez-Fadón Martínez, Santiago	Ejemplos de I+D+I en la construcción	51/7-8

Autor	Título	Pág/Mes
Pérez-Fadón Martínez, Santiago	Arcos: Evolución y tendencias futuras	7/1
Pérez Flores, Margarita	El programa de mejoras de la M-30 en el contexto de una estrategia de movilidad sostenible para Madrid	7/4
Pertierra Rey ,Matilde	Línea ferroviaria de Alta Velocidad Córdoba-Málaga. Tramo 16: Túneles de Álora y Espartal	67/5
Polimón López, José	La innovación en la Construcción. Realidades en los últimos diez años	19/7-8
Presa Mantilla, Jorge	El colapso de la Avenida de la Ilustración y el by-pass norte de la M-30. La conexión de la M-30 con la M-607 a Colmenar	47/4
Revoltós Fort, Jordi	Puente sobre el río Deba (Autopista Victoria - Eibar)	71/10
Rivas, José Luis	Tendencias, Desarrollo e Innovación en materiales para la Construcción: Aditivos y componentes especiales	83/7-8
Rocci, Sandro	El proyecto de la nueva M-30	27/4
Rodríguez Sánchez, Manuel	Mi espiral Otra posible curva de transición	57/10
Rodríguez Santiago, Jesús	La Plataforma Europea de la Construcción	89/7-8
Romana Ruiz, Manuel	Una propuesta normativa sobre la obra civil necesaria para la seguridad en explotación de túneles de carretera	7/2
ROP	Premio Internacional Puente de Alcántara IX Edición	9/12
ROP	Premio correspondiente a la Península Ibérica. Aprovechamiento Hidroeléctrico de Alqueva	20/12
ROP	Premio correspondiente a Iberoamérica. Proyecto Hidroeléctrico de Caruachi	48/12
ROP	Mención especial. Proyecto de restauración del Pont Trencat	77/12
ROP	Síntesis de lo proyectos presentados al Premio Puente de Alcántara	79/12
ROP	El Mar de Aral y los corredores de transporte en Asia central	59/1
ROP	PEIT: Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte del Ministerio de Fomento	59/2
ROP	Adios a Renfe: la liberalización ferroviaria europea y el nuevo sistema ferroviario español	63/3
ROP	Manterola y sus puentes. Presentación del Libro "Javier Manterola Armisén. Pensamiento y Obra"	55/1
ROP	Una encuesta de la Asociación constata que los Ingenieros de Caminos optan mayoritariamente por los trasvase de agua	56/1
ROP	Carta del Presidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	63/6
ROP	Javier Manterola Armisén, Premio "Príncipe de Viana" de la Cultura 2005	64/6
ROP	Nueva Sede de la Real Academia de Ingeniería	66/6
ROP	Centenario del nacimiento de Carlos Fernández Casado	63/11

autores

Autor	Título	Pág/Mes
Ruiz González, Juan Enrique	Sistema de peaje Free-Flow para Autopista Central de Santiago de Chile	27/6
Saldaña Martín, Fernando	Autovía de la Meseta. Tramo: Torrelavega-Los Corrales de Buelna. Una solución singular	69/9
Sánchez Rey, Agustín	Los caminos y el transporte terrestre durante el reinado de Isabel La Católica, en su quinto centenario	41/2
Sardans Ramón, Cesar	Nueva Torre de Control del aeropuerto de Barcelona. Diseño, cálculo, procedimiento y montaje	69/3
Sastre González, Julián	Pirineos, la frontera europea	7/5
Serra María-Tomé, Javier	La investigación prenformativa en el marco del Código Técnico de la Edificación	63/7-8
Suárez Arroyo, Benjamín	El espacio Europeo de Educación Superior: Una visión desde un observatorio de privilegio	7/3
Témez Peláez, José Ramón	Fluctuaciones pluviométricas en la Península Ibérica desde el año 1856 y su repercusión en los Planes Hidrológicos	33/11
Uriol Salcedo, José L.	Puertos y barcos en la España del siglo XV	41/5
Valdés Fernández de Alarcón, Santiago	Autovía A-67 Cantabria-Meseta. Tramo: Los Corrales de Buelna-Molledo	75/6
Vega Báez, Luis	El programa de mejoras de la M-30 en el contexto de una estrategia de movilidad sostenible para Madrid	7/4
Velasco Rivas, José María	La cubierta del Mercado de Santa Caterina en Barcelona. 1997-2005	37/6
Zamorano Martín, Clara	Pirineos, la frontera europea	7/5
Zubieta de Piquer, Ainhoa	La revisión de la Red Transeuropea de Transporte frente a otras alternativas	41/3

normas para la publicación de artículos en la Revista de Obras Públicas

1. Normas generales

1.1. Los artículos que se presenten a la ROP deberán cubrir aspectos de política sectorial, científicos, técnicos o históricos y culturales relacionados directamente con la ingeniería civil presentando, además, la debida actualidad.

1.2. La ROP, siguiendo los criterios técnicos y científicos que corresponden a una publicación del prestigio de ésta, someterá a su COMITÉ DE REDACCIÓN cuantos artículos se reciban en su domicilio editorial,. Este Comité trasladará dichos artículos a los expertos que se acuerden quienes serán los que decidan acerca de la idoneidad de su publicación Los informes serán trasladados a los autores y las decisiones asumidas serán inapelables.

1.3. Los artículos deberán ser totalmente inéditos, y no podrán ser publicados en otra revista en el plazo de un año sin consentimiento del autor y de la dirección de la ROP, siendo en cualquier caso necesario hacer referencia a ésta.

1.4. La dirección de la ROP se compromete, en caso de aprobación del artículo, a publicarlo en su integridad, salvo que, por cualquier causa se acordase lo contrario con el autor.

1.5. Tendrán siempre preferencia aquellos artículos que versen sobre temas de interés para el mayor número posible de los lectores de la ROP, es decir, para el mundo de la ingeniería civil, evitando aquellos que caigan en una acusada especialización.

2. Estructuración del manuscrito

2.1. Los artículos principales serán publicados en uno de los siguientes apartados generales de la ROP:

- ◆ Política de Obras Públicas
- ◆ Ciencia y Técnica de la Ingeniería Civil
- ◆ La Actividad del Ingeniero
- ◆ Historia y Cultura de la Ingeniería Civil

2.2. Como regla general, los originales de estos artículos principales no sobrepasarán las 12 páginas escritas por una sola cara, incluyendo gráficos y bibliografía. El número de dibujos, fotografías o gráficos no será superior a 10.

2.3. Tanto los gráficos como las fotografías deberán ser de la mayor calidad, no aceptándose las fotocopias, tanto en color como en blanco y negro. Se recomienda el uso de soportes magnéticos de alta resolución, admitiéndose asimismo el uso de diapositivas y de papel (en blanco y negro o color), tamaño mínimo de 13x18 mm.

2.4. Los comentarios a artículos publicados o las opiniones sobre temas de actualidad, serán publicados en una sección especial denominada "Debate y Opinión".

2.5. Los originales de estos comentarios tendrán una extensión máxima de 4 páginas, incluyendo gráficos y bibliografía. El número de dibujos, fotografías o gráficos no será superior a 5.

2.6. La ROP publicará, periódicamente, las reseñas de las Tesis Doctorales presentadas en las distintas Escuelas de Ingenieros de Caminos, con su resultado. De aquellas que, además, se consideren de interés adicional, se podrá publicar un resumen con un máximo de tres páginas de la Revista.

2.7. Se incluirá un breve resumen del artículo, de no más de ocho líneas, que será publicado al frente del mismo. Si es posible, se acompañará una traducción de dicho resumen al inglés, haciéndose cargo de la misma la ROP en caso de que no se acompañe.

2.8. Los artículos deberán presentarse en soporte magnético, especificando el tratamiento de textos empleado que será uno de los habituales en el mercado.

2.9. Se harán constar los siguientes datos:

Título del artículo, que deberá ser corto y enunciativo.

Nombre del autor o autores, sus títulos profesionales y académicos y señas completas.

Cinco palabras clave que permitan la localización del artículo

2.10. En la redacción del artículo se empleará una forma de expresión clara, evitando frases intrincadas, repeticiones y, especialmente, el uso de la primera persona y (salvo excepción en los artículos que así lo requieran) las anécdotas personales.

2.11. El texto se ordenará claramente, con titulares intermedios. A fin de hacer atractivo el esquema del artículo, se procurará que haya un titular intermedio, al menos, cada dos páginas del original, autorizándose a la Dirección de la ROP a intercalarlos, previo acuerdo con el autor, en los casos en que se considere necesario.

2.12. Se autorizará el uso de la letra cursiva.

2.13. Se procurará incluir toda serie de mapas, planos, dibujos y gráficos que se adjuntarán a los originales debiendo ser todos ellos de la mayor calidad posible para su correcta reproducción. De manera excepcional, la ROP se reserva el derecho de repetir, a su costa, aquellos originales que lo justifiquen, mejorando así, si es preciso, la calidad de los remitidos.

2.14. Todas las ilustraciones deberán ir numeradas correlativamente y con pie de foto.

2.15. Será imprescindible incluir referencias bibliográficas cuando sea posible, las cuales se ordenarán al final del artículo e irán numeradas correlativamente.

2.16. Se evitarán, en lo posible, las notas a pie de página.

3. Artículos en lengua inglesa

La ROP podrá publicar los artículos bilingües (español e inglés) que se refieran a asuntos que presenten interés para sus lectores de lengua inglesa. En este caso, la longitud no sobrepasará los siete folios, además de cuantas fotografías e ilustraciones se consideren precisas.

4. Cartas del lector y contestación a artículos

La ROP aceptará, siempre, las cartas de los lectores y las contestaciones y réplicas a los artículos publicados.

A fin de mantener la actualidad debida, el plazo para remitir estos comentarios es de tres meses a partir de la fecha de publicación del artículo.

5. Plazo de publicación de los artículos

La Redacción de la ROP acordará con cada uno de los autores el plazo de presentación de los artículos remitidos, teniendo en cuenta no sólo el orden de entrada, sino la actualidad de los mismos, publicaciones de otras revistas, volumen limitado de la revista, orden temático, etc.

En el caso de no poder llegar a un acuerdo sobre su plazo de publicación, la ROP devolverá el original a su autor.

6. Ejemplares para los autores

La ROP entregará gratuitamente al autor del artículo dos ejemplares del número de la Revista en que aparezca su colaboración, así como tres separatas del mismo.

Si el autor deseara mayor número de separatas, deberá ponerlo en conocimiento de la ROP antes de proceder a la tirada de la revista, pasándosele el cargo correspondiente.