

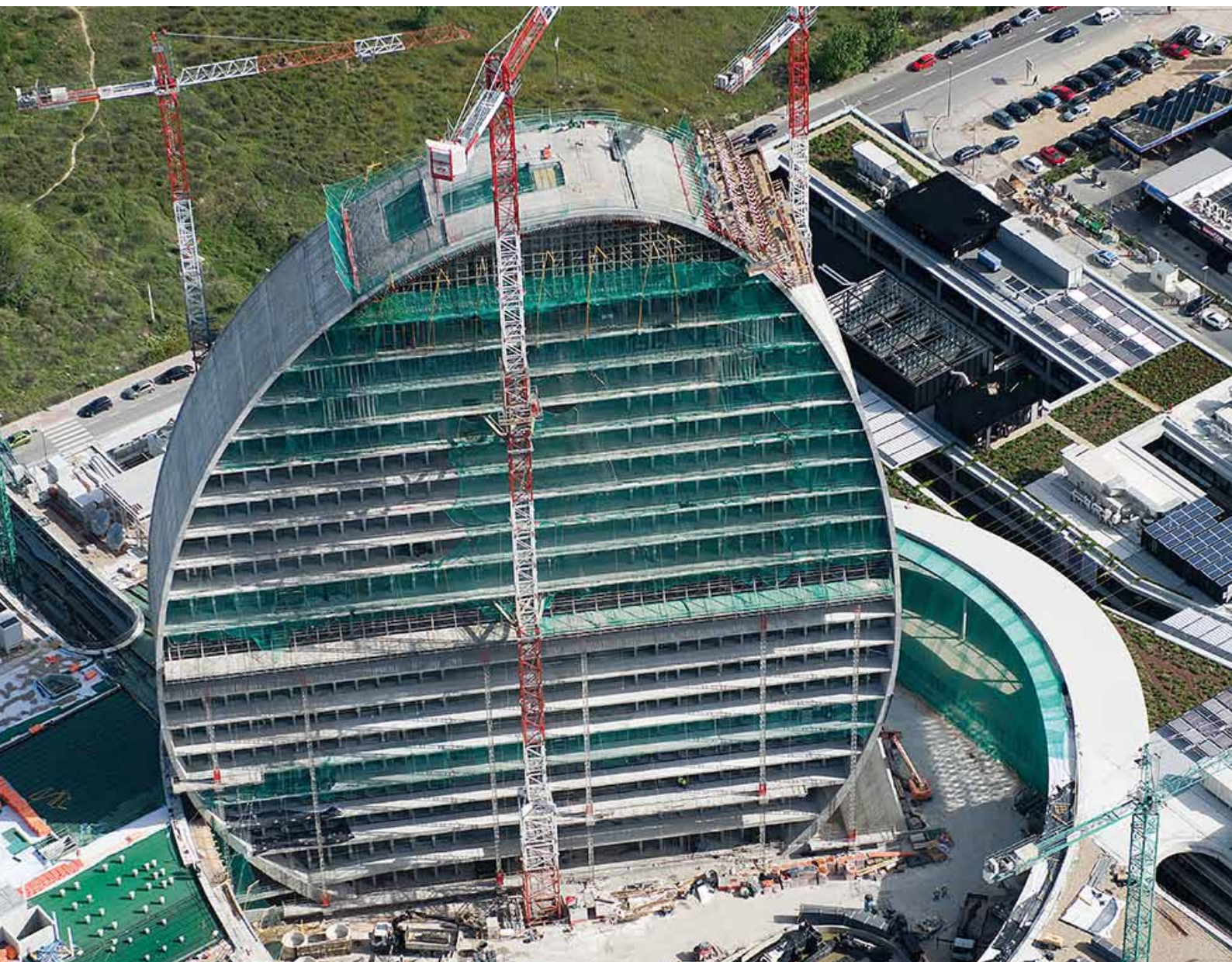


La revista de los
Ingenieros de Caminos,
Cañales y Puertos

3553 ABRIL 2014

REVISTA DE
OBRAS PÚBLICAS

ROP



INTERNACIONAL, PROFESIÓN Y EMPLEO

Estados Unidos: el gigante americano (I)

NOTICIAS DE LAS OBRAS PÚBLICAS

Nueva sede del BBVA en Madrid: la obra civil aplicada a la edificación singular (I)

CIENCIA Y TÉCNICA

Algunos aspectos estructurales que han influido en la evolución de la arquitectura de gran altura

Robert Brufau Niubó

Barrera antisal en el Delta del Ebro

Luis Berga



Porque creemos que la innovación es la única manera de ser competitivos.
Porque creemos que el único mercado es el mundo entero.
Si crees como nosotros. **Creemos contigo.**

Sacyr

www.sacyr.com



La Fundación Caminos organizó en marzo una jornada bajo el epígrafe “la salida de la crisis” en la que Luis María Linde, gobernador del Banco de España, aportó las principales claves de la coyuntura que, efectivamente, abonan esta hipótesis, que va consolidándose con tasas de crecimiento económico cada vez más consistentes. En esta línea, la ROP, atenta a esta evolución, aporta un análisis económico, a cargo Juan José Garrido, subdirector de “Expansión”, que confirma las buenas expectativas aunque no oculta, con el debido realismo, la dureza del trayecto que nos espera hasta regresar a las cotas de desarrollo y bienestar a las que estábamos acostumbrados antes del desastre global que venimos de padecer.

En esta hora de cambio y adaptación a los nuevos tiempos, cuando el tejido empresarial debe regenerarse para responder a los retos de la poscrisis, parece oportuno reflexionar sobre la modernización de las empresas. Así lo hacemos de la mano de Mónica Melle, profesora titular de Economía Financiera en la UCM y miembro muy activo de Economistas Frente a la Crisis.

El capítulo de coyuntura de la ROP se cierra con una glosa de la figura del ingeniero de Caminos José Calavera, a quien el Colegio rendirá un merecido homenaje el próximo mes de junio. La arquitecta Pepa Cassinello, directora de la Fundación Eduardo Torroja, amiga y discípula, nos entrega una expresiva biografía de quien es referente del esfuerzo constructivo en muchos sentidos.

En el epígrafe ‘Ciencia y Técnica’, publicamos un estudio de Leonardo Fernández Troyano sobre los transbordadores de su tocayo Leonardo Torres Quevedo, el eximio inventor. Robert Brufau nos aporta un análisis de la evolución de la arquitectura de gran altura a través del tiempo. Luis Berga, por su parte, escribe sobre su propuesta de barrera antisal en el Delta del Ebro, asunto oportuno en plena polémica tras la reciente aprobación del Plan Hidrológico del río. José Fernández Pérez nos habla de la costa del Golfo de Cádiz en un nuevo capítulo sobre las costas españolas. Y Conchita Lucas nos informa sobre el futuro Congreso Internacional de Estructuras de ACHE que se celebrará próximamente.

En el capítulo ‘Internacional, Profesión y Empleo’ dedicamos un amplio reportaje a los Estados Unidos, país de oportunidades para las empresas y los ingenieros españoles, que incluye una entrevista al actual embajador de España, Ramón Gil-Casares.

En ‘Noticias de las obras públicas’ publicamos un reportaje sobre la nueva sede del BBVA en Madrid, otro sobre las obras de accesibilidad realizadas en el Monasterio de Santa María de las Huelgas y una información sobre la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, con entrevista a su director, primera de una serie que incluirá a todos los centros que imparten la carrera en España. **ROP**

SUMARIO

**La revista decana de la
prensa española no diaria**

Director
Antonio Papell

Redactora Jefe
Paula Muñoz

Fotografía
Juan Carlos Gárgoles

Publicidad
MM Mass Media
Hermosilla 64 6ºB
T. 91 431 08 39

Imprime
Gráficas 82

Depósito legal
M-156-1958

ISSN
0034-8619

ISSN electrónico
1695-4408

ROP en internet
<http://ropdigital.ciccp.es>

Suscripciones
[http://ropdigital.ciccp.es/
suscripcion.php](http://ropdigital.ciccp.es/suscripcion.php)
suscripcionesrop@ciccp.es
T. 91 308 19 88

Edita
Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Calle Almagro 42
28010 - Madrid

EDITORIAL

COYUNTURA

-
- 7** **Se ven oasis, pero la travesía del desierto no ha terminado**
Juan José Garrido
-
- 11** **La reforma empresarial pendiente: transparencia, controles
y supervisión**
Mónica Melle Hernández
-
- 15** **José Calavera**
Referente de la ingeniería, la investigación y su enseñanza
Pepa Casinello
-

CIENCIA Y TÉCNICA

-
- 25** **Los transbordadores y la barquilla de Leonardo Torres
Quevedo**
Leonardo Fernández Troyano
-
- 31** **Algunos aspectos estructurales que han influido en la
evolución de la arquitectura de gran altura**
Robert Brufau Niubó
-
- 43** **Barrera antisal en el Delta del Ebro**
Luis Berga
-
- 47** **La costa del golfo de Cádiz**
José Fernández Pérez
-
- 55** **VI Congreso Internacional de Estructuras de ACHE**
Conchita Lucas
-



INTERNACIONAL, PROFESIÓN Y EMPLEO

- 59 **Estados Unidos (I)**
El gigante americano
-

NOTICIAS DE LAS OBRAS PÚBLICAS

- 71 **REPORTAJE**
Nueva sede del BBVA en Madrid
La obra civil aplicada a la edificación singular (I)
-

- 80 **NACIONAL**
**El Monasterio de Santa María la Real
de las Huelgas, accesible para personas
con movilidad reducida**

Aniversario del Instituto Eduardo Torroja
80 años del Instituto de Ciencias de la
Construcción Eduardo Torroja/CSIC y 10 años
de la Fundación Eduardo Torroja

**Exposición 'Arqueología de la memoria
reciente. Construcción de la ciudad y el
territorio en España 1986-2012'**

- 86 **ESCUELAS**
**Escuela Técnica Superior de Ingenieros
de Caminos, Canales y Puertos de la
Universidad Politécnica de Madrid**
-

- 89 **LIBROS**
Novedades editoriales de la librería del Colegio

Consejo de Administración

Presidente

Miguel Aguiló Alonso

Vocales

Juan A. Santamera Sánchez
José Manuel Loureda Mantiñán
José Javier Díez Roncero
Juan Guillamón Álvarez
Luis Berga Casafont
Roque Gistau Gistau
Benjamín Suárez Arroyo
José Antonio Revilla Cortezón
Francisco Martín Carrasco
Ramiro Aurín Lopera

Comité Editorial

Pepa Cassinello Plaza
Vicente Esteban Chaparría
Jesús Gómez Hermoso
Conchita Lucas Serrano
Antonio Serrano Rodríguez

Foto de portada

Vista aérea de la nueva sede
del BBVA en Madrid

¿Buscas desarrollarte como directivo...

Potencia tus habilidades directivas, comerciales y de gestión

Diplomado en Desarrollo Directivo

Inicio: 20 de mayo de 2014 Duración: 290 horas online

Con titulación de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)



Más información: www.profesionalesydirectivos.com info.ddd@structuralia.com

Curso Superior de Concesiones, Colaboraciones Público Privadas y Gestión de Infraestructuras, Equipamiento y Servicios.

Inicio: 20 de mayo de 2014
Duración: 175 horas online



Fundación Agustín Betancourt

Curso Superior de Gestión de Proyectos y Empresas PPP (Participación Público Privada)

¡Últimas plazas! Duración: 100 horas online

Curso Superior de Financiación de Infraestructuras y Servicios en el Nuevo Entorno Económico Project Finance y otras Fórmulas de Financiación

¡Últimas plazas! Duración: 100 horas online

Más información: info.ppp@structuralia.com - www.structuralia.com/ppp

... o prefieres impulsar tus habilidades como ingeniero?

Llevamos 13 años ofreciéndote la mejor formación técnica de la mano de los mayores expertos del sector

Máster en Ingeniería de la Conservación y Explotación de Carreteras

¡Últimas Plazas! Duración: 700 horas online

con titulación de



con la colaboración y apoyo institucional de



Si tienes un título de Jefe Coex anterior (realizado en Structuralia o en otra entidad) infórmate de cómo convalidarlo y de los descuentos aplicables.

info.coex@structuralia.com - www.structuralia.com/mastercoex

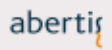
Máster en Transporte Intermodal de Mercancías

Inicio: 20 de mayo de 2014 Duración: 650 horas online - 75 créditos ECTS

con titulación de



patrocinadores



www.formacionintermodal.com - formacionintermodal@structuralia.com

Curso Superior de Ingeniería y Negocio del Refino de Petróleo

Inicio: 20 de mayo de 2014 Duración: 250 horas online

promotor



titulación

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)



info.oil@structuralia.com - www.structuralia.com/oil

Curso Superior de Ingeniería y Negocio del Gas Natural

Inicio: 20 de mayo de 2014 Duración: 250 horas online

promotores



titulación

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)



info.gas@structuralia.com - www.structuralia.com/gas



Structuralia is part of Kaplan, a leading global provider of educational services

Ayudas económicas para desempleados e ingenieros jóvenes.

Infórmate: iccp@structuralia.com - www.structuralia.com/iccp

Se ven oasis, pero la travesía del desierto no ha terminado



Juan José Garrido

Periodista.

Subdirector de Expansión

Resumen

Cada día que pasa, la economía española exhibe muestras más evidentes de que ha superado la recesión y se adentra en un nuevo ciclo de perfil ascendente. Las previsiones para este año coinciden en apuntar a un crecimiento superior al 1 %, el mercado laboral se reactiva y la percepción de España en los mercados internacionales es favorable, lo que se traduce en mejoras de la calificación de la deuda y en la afluencia de inversiones extranjeras. Pero si la recesión ha quedado atrás no podremos certificar la superación total de la crisis hasta que no se cree empleo neto a un ritmo suficiente para enjugar el dramático nivel de paro. La reforma fiscal, la afluencia de crédito y mayor flexibilidad en el mercado laboral son determinantes para garantizar un crecimiento sostenido y generador de empleo.

Palabras clave

Crédito, reforma fiscal, flexibilidad laboral, deflación

Abstract

With each passing day the Spanish economy is showing ever greater signs that it has moved out of recession and is now embarking on a new upward climb. The forecasts for this year all point to growth of over 1%, the reactivation of the labour market and a more favourable perception of the country in international markets and one reflected by improved debt classification and greater foreign investment. However, while the recession may have been left behind we cannot be said to have totally overcome the economic crisis until Spain starts to create net employment at a sufficient rate to offset the dramatic level of unemployment. Tax reform, credit availability and greater flexibility in the labour market are essential to ensure sustained growth and create employment.

Keywords

Credit, tax reform, labour market flexibility, deflation

Que estamos ahora mucho mejor que hace un año ya nadie lo duda. La economía española se está recuperando cada vez de manera más perceptible de la postración sufrida en los últimos cinco años. Desde hace meses se observa en el conjunto de indicadores de coyuntura un rumbo positivo que invita a pensar que realmente estamos ante un cambio de ciclo, ante una recuperación más sólida que la efímera reactivación que se produjo en 2010 porque en esta ocasión se sustenta sobre bases más firmes.

De hecho, en las últimas semanas estamos asistiendo a acontecimientos muy positivos que alientan la sensación de que España se ha sacudido definitivamente la recesión. El Gobierno ha elevado la previsión de crecimiento de PIB para este año hasta un 1 %, una tasa que resulta incluso moderada frente a algunas casas de análisis que apuntan crecimientos superiores. El propio Banco de España pronostica que el PIB aumentará este año un 1,2 %.

Mejor percepción en el exterior

Son, de hecho, cada vez más los síntomas que certifican un punto de inflexión en la evolución económica del país. La agencia Moody's ha dado recientemente el pistoletazo de salida a un previsible proceso de mejora paulatina de la calificación crediticia de la economía española, al elevar la nota de la deuda soberana al nivel de Baa2, con perspectiva positiva. Esta posición aleja a España del bono basura y abre la puerta a que el resto de grandes agencias de *rating* (S&P y Fitch) también certifiquen la mejor valoración de la deuda española. Este hecho, que se trasladará también a una mejora de la calificación de bancos y empresas, pone de manifiesto la cada vez más favorable percepción que los mercados y los inversores internacionales tienen de la economía española. Algo que se refleja en la sensible caída de la prima de riesgo al entorno de los 174 puntos básicos, en niveles previos a la crisis y en que la rentabilidad del bono a diez años se encuentra en mínimos desde 2006, en el entorno del 3,5 %.



Esto, sin duda, mejora de manera muy significativa las condiciones financieras para el Tesoro y, por tanto, para la economía española en general, que está logrando financiación a unos costes de emisión cada vez más bajos.

La mejor percepción de España en los mercados internacionales se traduce también en la llegada de inversión extranjera neta, que se elevó a 15.400 millones de euros en 2013, en contraste con el saldo negativo de 3.000 millones del ejercicio precedente, por la importante fuga de capitales que se produjo entonces. Se trata del cuarto mejor ejercicio de los últimos catorce años; de hecho, en la UE, España ha sido el segundo país, tras Holanda, que más inversión extranjera recibió el año pasado.

El reciente cierre de una operación de tal magnitud como la compra de ONO por parte de Vodafone por 7.200 millones de euros ilustra ese creciente interés de empresas e inversores extranjeros por activos españoles. Nombres tan célebres como los de Bill Gates, George Soros o John Paulson dan brillo a la creciente lista de inversores atraídos por activos españoles.

Llega el crédito

Para este año, además, es previsible que empiece a aumentar de manera apreciable el flujo de crédito; lógicamente crédito nuevo, pues todavía existe un elevado nivel de endeudamiento

en muchas compañías, sobre todo las vinculadas con los excesos de la burbuja financiera, como la construcción y la actividad inmobiliaria, y todavía el crecimiento económico es moderado. Se observa ya, de hecho, que la recuperación del crédito a las pymes ha comenzado, como indican los últimos datos del Banco de España, que estima que a lo largo del año la demanda de crédito por parte de las pymes se irá afianzando y se recuperará el crédito a las grandes empresas. A ello deben contribuir las campañas de crédito a pymes anunciadas por prácticamente todas las entidades financieras (Santander, Bankia, CaixaBank, Sabadell, Popular...) como parte nuclear de su estrategia de negocio para este año, y que podrían movilizar créditos por valor de más de 50.000 millones de euros.

En paralelo, hay que esperar que las medidas aprobadas por el Gobierno para espolear los mecanismos de crédito alternativos a los tradicionales canales bancarios empiecen a surtir efecto en los próximos meses. Todo ello indispensable para espolear la inversión empresarial.

Otros datos que invitan a considerar que estamos ante un punto de no retorno en la crisis residen en la incipiente reactivación de la industria, apoyada sobre todo por la producción del sector de bienes de equipo; la también modesta mejoría del consumo privado en el primer trimestre; el aumento en la creación de nuevas empresas y, cómo no, el extraordinario comportamiento del sector turístico, que continúa siendo la

gallina de los huevos de oro para España, y del que se espera que este año vuelva a batir récord de buenos resultados, como ya lo hiciera en los dos años anteriores. Hasta las actividades inmobiliaria y constructora, las más castigadas por la crisis, empiezan a ofrecer síntomas de que el deterioro ha tocado fondo. En el mercado inmobiliario ya hay segmentos del mercado en algunas capitales con un perfil ascendente y el Banco de España prevé que la construcción registre tasas de crecimiento ya en 2015.

En cuanto al mercado laboral, los últimos datos reflejan que, aunque no con la intensidad que a todos nos gustaría, sí al menos se está empezando a crear empleo y que se está cortando la sangría en la dramática pérdida de afiliados a la Seguridad Social que se venía produciendo durante la crisis. Un síntoma esperanzador, pues, de que en el empleo también podemos estar ante un punto de inflexión, pero sin lanzar las campanas al vuelo. Lamentablemente todavía es pronto para atisbar una rápida recuperación del mercado

laboral, que será el último en sentarse a la fiesta de la recuperación. De hecho, prácticamente todos los analistas coinciden en que durante este año y el próximo todavía deberemos convivir con tasas de paro en el entorno del 25 %. Recientemente, el servicio de estudios de BBVA alertaba de que, presuponiendo un crecimiento medio anual del 2,5 %, a España le quedaría una década para recuperar los niveles de empleo que tenía previos a la crisis. Un escenario ciertamente inquietante, sobre todo en un país con una alarmante tasa de paro juvenil del 55 %, lo que da idea de lo mucho que queda por hacer en este terreno y en qué medida el Gobierno deberá seguir centrando sus reformas económicas.

Deflación en la eurozona

El asunto que preocupa ahora en la eurozona reside en las posibilidades de que se acabe produciendo una espiral deflacionista como consecuencia de la fragilidad de la recuperación y de la intensa caída de la inflación; un temor agudizado por la sorpresiva decisión del Banco Central Europeo el pasado



Obras de vaciado y contención para la construcción del
complejo de servicios de la nueva sede de BBVA en Madrid.

GEOCISA

OFICINAS CENTRALES

C/ Los Llanos de Jerez 10 y 12- 28823 Coslada (Madrid)
Tel. 91 660 30 00 - Fax. 91 671 64 60
www.geocisa.com

noviembre de reducir los tipos de interés, precisamente por el actual contexto de baja inflación.

El actual escenario de baja inflación ha venido influido, además de por el impacto de la reciente recesión en la demanda, por los precios de las materias primas, por la fortaleza del euro y por una masa monetaria muy débil, elementos todos ellos que coadyuvan a mantener un escenario deflacionista. No obstante, y siempre con cierta cautela, no se puede decir que existan elementos de calado que deban alentar una gran preocupación al respecto. Sobre todo si, como se observa en los indicadores de coyuntura, la recuperación en Europa, aunque aún de manera muy lenta, continúa consolidándose y se acentúa el ritmo de crecimiento económico.

En el caso particular de España, además, no hay que olvidar que la moderación inflacionista, inducida en otras cosas por la intensa devaluación interna que se está produciendo en el país, está sirviendo para recuperar a pasos agigantados los niveles de competitividad perdidos desde la entrada en vigor del euro. Las políticas de austeridad laboral y salarial llevadas a cabo por la mayoría de las empresas han elevado la productividad y la competitividad de los productos y servicios ofrecidos al exterior, y buena prueba de ello es el vigor que muestran las exportaciones, que han llevado al sector exterior a registrar un superávit comercial al que no acostumbra la economía española.

En todo caso, al BCE le quedan resortes para actuar contra posibles amenazas deflacionistas, y lo que cabe pedirle es que sea previsor y actúe sin demora para conjurar cualquier riesgo de deflación en la eurozona si existieran posibilidades de que éste se pudiera materializar. La decisión del presidente del Bundesbank, Jens Weidmann, de abandonar su tradicional línea dura en la eurozona y mostrarse partidario ahora de que el BCE pueda iniciar nuevos programas de compra de bonos soberanos o activos del sector privado con las mejores calificaciones para combatir los riesgos de deflación y de estimular la recuperación dan idea de que la autoridad monetaria no sólo tiene los resortes precisos (las denominadas medidas no convencionales) sino que el camino está expedito para actuar en cuanto lo considere necesario sin miedo a protestas de Alemania, como ya ocurriera en 2011 cuando el entonces presidente del BCE, Jean Claude Trichet, puso en marcha el primer programa de compras de deuda.

Como se ve, pues, la atmósfera de mejoría que envuelve a la economía española transmite cada vez mejores sensacio-

nes e invita a ser moderadamente optimista para este año. Sin embargo, las graves heridas que ha dejado la crisis en el ámbito socioeconómico, en forma de paro, exclusión social, desindustrialización, falta de oportunidades para jóvenes y parados de larga duración y precariedad en las finanzas de las familias españolas por los duros sacrificios asumidos, exigen no bajar la guardia en materia reformista para seguir poniendo todo el combustible posible en la caldera de la recuperación. Aunque está mejorando sustancialmente el aspecto de las grandes cifras macroeconómicas –lo cual no es poco para como estábamos hace un año–, no estaremos en condiciones de firmar de manera definitiva el acta de defunción de la crisis hasta que todas esas heridas queden definitivamente restañadas, hasta que los efectos de la recuperación no sean nítidamente percibidos por familias y empresas. Y eso no se conseguirá de la noche a la mañana. Como el nobel Joseph Stiglitz recuerda, “las políticas de austeridad hicieron que la desaceleración fuera más profunda y larga de lo necesario, causando consecuencias de dilatada duración”. Era inevitable tragar el ricino de la austeridad para digerir los excesos del pasado, pero no es menos cierto que esas consecuencias de larga duración existen y, en el caso de España, tienen un nombre: desempleo insostenible.

Aquí la reforma fiscal que prepara el Gobierno debe jugar un papel fundamental para aliviar la carga tributaria de las familias, una condición indispensable para recuperar unos niveles de consumo más acordes con lo que corresponde a una economía como la española. De igual modo que los recursos presupuestarios que deberían liberar las mejores condiciones financieras deben ser aprovechados para reducir en lo máximo posible la presión tributaria a los contribuyentes, también deberían dotar al Gobierno de cierto margen para abrir la mano con la inversión pública, un motor de crecimiento con importantes efectos multiplicativos sobre el conjunto de la economía.

El comisario Olli Rhen sentenció recientemente que “arreglar la crisis española costará diez años”. No es el único que se ha manifestado en esos términos. Son muchos los analistas que advierten de ese horizonte temporal para empezar a pensar en los niveles de producción y empleo que teníamos en 2007. Una reflexión que debería estar grabada en la hoja de ruta de éste y de los sucesivos gobiernos para no caer en la complacencia y mantener el pulso reformista, pues aunque empiezan a verse oasis, no son espejismos, la travesía del desierto aún no ha finalizado. **ROP**

La reforma empresarial pendiente: transparencia, controles y supervisión



Mónica Melle Hernández

Profesora titular de Economía Financiera.
Universidad Complutense de Madrid.

Miembro de Economistas Frente a la Crisis

Resumen

El buen gobierno corporativo de las empresas no sólo evita casos de corrupción, también mejora la competitividad empresarial. Un mal gobierno corporativo puede llevar a los directivos a tomar decisiones contrarias al interés de los inversores y de los restantes grupos de partícipes en las empresas. Decisiones cortoplacistas, que van en su propio interés y en detrimento de mantener y mejorar los factores intangibles determinantes de la competitividad. Por ello se debe tender hacia un gobierno socialmente responsable con más control por parte de los *stakeholders*, y hacia un papel más activo del Estado en la supervisión y el control.

Palabras clave

Reforma empresarial, competitividad empresarial, buen gobierno corporativo, responsabilidad social empresarial, transparencia, supervisión

Abstract

Correct corporate management of companies does not only avoid potential cases of corruption but also improves business competitiveness. To the other extreme, poor corporate management may lead directors to take decisions that are contrary to the interests of investors and other stakeholders in the company. Short-term decisions that are purely self-serving prevent the maintenance and improvement of intangible factors decisive for competitiveness. For this reason it is necessary to err towards more socially responsible business management that grants greater control by the stakeholders and towards a more active role of the state with regards to supervision and control.

Keywords

Business reform, business competition, good corporate management, corporate social responsibility, transparency, supervision

Los datos del problema: la crisis

España sufre una grave crisis económica desde 2008 que está generando una gran preocupación, desconfianza e indignación social. Existe un gran desconcierto ante nuestro futuro. Tenemos incertidumbre sobre cómo quedará nuestro estado del bienestar después de las políticas de recortes del gasto público, consecuencia de la espiral del 'austericidio' en el que nos hallamos inmersos.

La crisis actual es también social e institucional. Crece la desconfianza en las instituciones por los recientes casos de fraude, estafa y corrupción. Desgraciadamente, el mal gobierno corporativo está en el origen de muchos de estos casos. Estamos asistiendo con estupor a la caída de empresas como Bankia, a la pérdida del ahorro de miles de familias que invirtieron en acciones preferentes emitidas por algunas de las ya antiguas cajas de ahorros, a presuntos fraudes fiscales, económicos y sociales del expresidente y

del vicepresidente de la patronal empresarial de este país, a presuntas actuaciones corruptas de cargos públicos políticos y directivos empresariales vinculadas a la financiación de partidos...

Olvidando los factores intangibles de competitividad

La competitividad de nuestra economía y la productividad del trabajo no sólo dependen de los costes laborales y de los trabajadores, sino también, y de manera determinante, de la organización del trabajo, de la capacidad de innovación, del stock de capital de las empresas, de las capacidades de los directivos y de los aciertos de su gestión empresarial en un mercado globalizado.

La mayor parte de responsabilidad sobre la velocidad de crecimiento de la productividad corresponde a los que pueden tomar las decisiones sobre el cambio tecnológico, la inversión en la empresa y la apuesta por la formación y motivación del

capital humano. Las reformas laborales no pueden ignorar esta cuestión crucial, casi siempre ignorada.

...y, sobre todo, del gobierno de empresas e instituciones

Toda reforma laboral que pretenda el calificativo de estructural, debería centrar sus preocupaciones en la regulación de la gobernanza corporativa y en la organización del trabajo en las empresas.

En nuestro modelo económico de mercado, la separación entre propiedad y gestión de las grandes empresas financieras e industriales permite en principio que inversores y directivos asuman las funciones que mejor se adaptan a sus preferencias y habilidades, buscando el objetivo de contribuir eficazmente a la creación sostenida de riqueza.

Pero esta especialización conlleva un riesgo: que quien controla los recursos financieros invertidos (el directivo) aproveche en beneficio propio los fondos recibidos, actuando así en contra, incluso, de los intereses de los propietarios (*shareholders*) y, cómo no, en perjuicio de los demás grupos de interés (*stakeholders*). Actuación que se apoya en que el riesgo natural del negocio es muy difícil de separar del riesgo de tomar decisiones intencionadamente contrarias al interés de los inversores y de los restantes grupos de partícipes en las empresas.

En esos casos es cuando se presentan los conocidos y siempre graves problemas de agencia, que son una de las principales causas que están en la base de la crisis actual de muchas empresas e instituciones, y que será preciso resolver de forma eficaz para mejorar la gobernanza de las instituciones.

Los directivos de las organizaciones están demostrando demasiadas veces comportamientos cortoplacistas ineficientes que dan lugar a resultados insostenibles para las empresas y para la economía del país. La búsqueda descarnada de su propio interés, mediante cuantiosas retribuciones, 'bonus', blindajes de contratos y casi obscenos planes de pensiones, van en muchas ocasiones en detrimento de la necesaria reinversión de los beneficios empresariales en la propia empresa para mantener y mejorar su capital tecnológico, su capital humano y su investigación, desarrollo e innovación que permitan incrementar la productividad de tales empresas.

El abuso del poder de los directivos conduce a infravalorar sistemáticamente los rendimientos esperados de las inversiones a largo plazo en capital fijo, I+D+i, formación, etc. En



consecuencia, los directivos de las compañías se guían sólo por el precio de la acción en cada momento y sus reacciones previsibles a corto término, olvidando la creación de valor a largo plazo para los accionistas. En España durante el último periodo de crecimiento económico muchos empresarios no apostaron como debieran por la inversión en reposición y modernización de los equipos productivos. Factor determinante para la mejora de la productividad y la competitividad.

Reforma empresarial antes que reforma laboral

Casos como el de Bankia o el del Grupo Marsans nos muestran que más urgente que la manida reforma laboral destinada a mermar derechos a los trabajadores, es necesaria la reforma en el gobierno corporativo de las empresas. Las actuaciones ineficientes de los directivos no son controladas eficazmente por los fallos de los mecanismos internos de gobierno corporativo, como las juntas de accionistas y los consejos de administración. Y la teoría nos dice que los mecanismos de gobierno corporativo externos a las entidades, como son el correcto y eficaz funcionamiento de los mercados de capitales, de trabajo y de productos y servicios, y la regulación pública, disciplinan también a los directivos.

¿Por qué no funcionan las juntas de accionistas? Ante la ausencia de una cultura generalizada de inversión en activos con riesgo (acciones), se muestran como un instrumento ineficaz para que los accionistas puedan controlar conductas opor-



tunistas de los directivos. Bien por la exigencia de un número mínimo de acciones poseídas o representadas para asistir a las Juntas, con la subsiguiente delegación de voto de los accionistas minoritarios en los propios grupos empresariales. Bien por la sindicación del voto de paquetes significativos de acciones, con objetivos casi nunca coincidentes con los de los accionistas minoritarios. O bien incluso porque en los estatutos de empresas se vulnera la relación entre el capital poseído y los derechos de voto a ejercitar.

¿Y los Consejos de Administración? Su *handicap* es que suelen estar formados por representantes de los principales grupos de control de las entidades, con intereses que se alejan demasiado de la creación de valor empresarial. En muchas ocasiones además los consejeros tienen escaso grado de conocimientos y experiencia, e ínfimo rigor en apreciar sus incompatibilidades y conflictos de interés.

La mejora de la eficacia de los Consejos de Administración para que actúen de mecanismo interno de supervisión y control de las posibles actuaciones oportunistas de los directivos empresariales, ha motivado la aparición de sucesivos Códigos de Buen Gobierno (desde 1998 con el primer Código Oliven- cia, hasta el actual Código Unificado de Buenas Prácticas). Sin embargo, tales códigos son simplemente indicativos y no coercitivos. Sugieren recomendaciones y se basan en el principio de “cumplir o explicar”.

Una de las reformas que la crisis actual hace inaplazable es convertir en obligatoria la verificación y supervisión de la implementación efectiva por las empresas de los Códigos de Buen Gobierno, función que debería desempeñar la Comisión Nacional del Mercado de Valores.

¿Por qué hay que mejorar el gobierno corporativo?

El buen gobierno corporativo es la esencia del sistema de libre empresa, porque garantiza a los inversores y demás partici- pes de la empresa (como los trabajadores) el cumplimiento del objetivo de la creación de valor y la sostenibilidad de las empresas por parte de los equipos directivos.

No resulta extraño que en 2009, la Academia Sueca deci- diera otorgar el Nobel de Economía a Elinor Ostrom y Oliver E. Williamson, dos economistas cuyo trabajo se ha centrado en promover la responsabilidad de las empresas ante la so- ciedad, no solo ante sus accionistas. Ambos defienden que el objetivo de maximizar beneficios exige un equilibrio con el entorno social en el que desempeñan su función.

El verdadero ‘capital social’ de una empresa no son las accio- nes suscritas por los accionistas sino un conjunto de redes, normas y relaciones de confianza que facilitan la resolución de los dilemas de la acción colectiva. Dicho capital se forma mediante consensos internos derivados de experiencias de colaboración mutua. No es una mercancía que pueda ser negociada e intercambiada en un mercado.

Una nueva visión de las empresas

Los activos físicos ya no son el recurso crítico. El trabajo ha aumentado su importancia, lo mismo que contar con una buena red de proveedores o socios comerciales y compartir tecnología, conocimiento, ideas y estrategias. Esos activos tienen capacidad de aumentar valor con independencia de los títulos legales de propiedad que muestren los accionistas de la firma.

La creación de valor depende, sobre todo, de los recursos, competencias y evolución de la empresa, concebida como un conjunto coherente concretamente orientado a generar conocimientos y alcanzar una ventaja competitiva sostenible en el tiempo. Si esas relaciones se vuelcan a la apropiación del valor aportado por los otros componentes de la sociedad, se entra en una espiral insostenible.

En dicho contexto, se hace necesario el control de los re- cursos por parte de todos aquellos que están inmersos en

el proceso de innovación, referido éste no sólo a aspectos tecnológicos sino también comerciales y de gestión. En consecuencia, un sistema de gobierno de la empresa que promueva la innovación exige más un control desde la organización que un control desde el mercado. Es decir, requiere situar el control estratégico dentro de la firma en manos de quienes tienen los incentivos y las capacidades para efectuar las inversiones exigidas por la innovación y participan en el aprendizaje organizacional, lo que obliga a ir mucho más allá del simple marco de los accionistas u otros proveedores de recursos financieros. Esto demanda una redefinición del gobierno corporativo, para ajustarlo a un modelo de ‘producción en equipo’ que tenga presentes las complejas aportaciones de múltiples partícipes, las diversas inversiones específicas, la función esencial del conocimiento y la noción de las capacidades organizacionales, dado el nuevo entorno económico en que se mueven las compañías.

La organización empresarial debe concebirse como un entramado de contratos explícitos e implícitos y una red de confianza que se desarrolla en tanto que procesadora de conocimientos. Entonces la compañía ha de velar por los intereses de cuantos contribuyen a la creación general de valor, potencian el aprendizaje de la organización y asumen riesgos no diversificables (específicos) a través de la realización de inversiones específicas en la empresa.

De los accionistas a todos los partícipes

En ese contexto, no parece que los accionistas puedan ser los exclusivos titulares de todos los derechos de control, incluida la facultad de apropiarse del total del beneficio. Los acreedores también asumen riesgos específicos relevantes. Y, cada vez más, los trabajadores, en tanto que se convierten en los destinatarios de una socialización de riesgos que hace descargar sobre ellos las consecuencias de una crisis sin que luego sean partícipes de los beneficios de la recuperación. Lo mismo puede decirse de clientes y proveedores, que necesitan desarrollar importantes inversiones tecnológicas y en bienes de capital que son dependientes de los contratos y suministros. Incluso *stakeholders* contextuales o no contractuales, como las Administraciones públicas o las comunidades territoriales, pueden asumir un riesgo no diversificable aunque no contribuyan con inversiones específicas a la creación de valor para la compañía: las actividades de ésta pueden hacerles soportar unos efectos externos (“externalidades”) negativos. En general, soportan riesgos no diversificables todos cuantos aportan sus energías, conocimientos o dineros o normas para contribuir más

eficientemente al “interés general” de la compañía, incluidos, desde luego, los empleados o los directivos.

El desarrollo de relaciones de confianza basadas en consensos internos significa caminar en el sentido opuesto de la unilateralidad que representa la actual reforma laboral. Los mayores éxitos proceden de los acuerdos entre sindicatos y empresas, como el de Renault España para participar del plan industrial de la multinacional francesa que posibilitará la creación de unos 1.300 puestos de trabajo entre 2014-2016, o el de Nissan para que el nuevo modelo Almera se haga en Barcelona y puedan crearse 1.000 empleos directos.

El camino requiere socializar riesgos y beneficios. Mientras los accionistas tienen habitualmente la posibilidad de reducir o transferir sus riesgos a través de una adecuada y amplia distribución de su cartera de títulos, un trabajador no puede escapar de su responsabilidad. En ese contexto, los directivos de las compañías han de tener en cuenta que la maximización de la riqueza de los accionistas debe preservar explícitamente los intereses de los *stakeholders* no accionistas.

Eso no significa difuminar el papel y la intervención de los accionistas. Más bien, se trata de construir redes de intereses y aplicar estrategias de colaboración, reforzando la supervisión mutua –de cada *stakeholder* sobre las actuaciones de los demás– como solución típica ante los problemas de interdependencia e incertidumbre. Una estructura de gobierno empresarial que anima la ‘voz’ y la participación, no sólo facilita la internalización de los efectos externos sobre los diversos partícipes. También multiplica la transferencia mutua de mejor y más abundante información entre la empresa y los grupos de los que depende.

En definitiva

El objetivo fundamental del momento presente es la salida de la crisis, poniendo las bases para evitar caer en la siguiente, mejorando el gobierno corporativo a través de la necesidad de contrapoderes internos en las empresas, y de una regulación y un papel más activo del Estado en la supervisión y el control.

El gobierno de la empresa es ahora tan importante en la economía mundial como la gobernanza de los países. Esperemos que se aproveche la crisis como oportunidad y que se produzcan estas reformas empresariales, encaminadas a conseguir más transparencia, más control de conductas oportunistas de los directivos y, sobre todo, más ética empresarial. **ROP**

José Calavera

Referente de la ingeniería, la investigación y su enseñanza



Pepa Cassinello

Directora de la Fundación Eduardo Torroja

Resumen

La ingeniería española tiene el legendario orgullo de haber contado siempre con insignes y polifacéticos ingenieros que han convertido su trayectoria profesional en una verdadera epopeya. José Calavera es uno de ellos, y uno de los que tengo el privilegio de conocer de manera muy cercana, disfrutando del enorme valor de su amistad y atesorando sus sabias enseñanzas, no solo profesionales sino también humanas.

Palabras clave

Ingeniería, investigar, innovar, estructura, enseñar

Abstract

Spanish engineering takes great pride in its long line of renowned and versatile engineers that have made their professional paths a journey of truly epic proportions. José Calavera is one of these and one who I have had the privilege to know very closely, enjoying the great value of his friendship and treasuring his wise teachings, both professional and human.

Keywords

Engineering, research, innovation, structure, teaching

El ingeniero José Calavera es un activo y destacado referente internacional de la ingeniería, cuya trayectoria profesional está ya colmada de reconocimientos, premios y distinciones, que desde hace muchos años no cesan de llamar a su puerta [1], como tampoco cesa su persistente, destacada y prolífera actividad profesional, siempre teñida del color de la generosidad para cuantos le rodean.

José Calavera Ruiz nació el 23 de octubre de 1931 en Melilla. En 1953 finalizó sus estudios de ingeniero de Obras Públicas en Madrid. En 1960 obtuvo el título de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos en la Universidad Politécnica de Madrid, en la que también obtuvo el título de Doctor (1967). Tal y como él siempre comenta, desde el inicio de sus estudios centró su interés en el campo específico de las estructuras. Un campo que ha desarrollado como proyectista, investigador, docente y autor de numerosos libros, que son referente obligado del conocimiento de las estructuras.

Desde el inicio de su actividad profesional se involucró con empresas e industrias del sector de la construcción participando en la búsqueda de la innovación. Desde 1956



Fig. 1. José Calavera Ruiz

hasta 1961 fue director técnico de Mills, S.A., empresa dedicada a andamiajes desmontables y construcciones metálicas soldadas; desde 1959 a 1967 fue director técnico de Tetracero, S.A., fabricante de armaduras para hormigón armado, y su labor en el prontuario marcó una época. De 1961 a 1963 fue director del Gabinete de Prefabricación de Altos Hornos de Vizcaya. En el año 1961 montó su oficina particular de proyectos, manteniéndola abierta hasta 1967, año en el que fundó INTEMAC. Entre sus proyectos y obras de ingeniería destacan: el Teleférico de Fuente Dé en Liébana (1963-1966), la cubierta de la fábrica de cervezas Mahou en Madrid (1964-1965), las cubiertas del Mercado de Ganados en Torrelavega (1968-73), y el Monumento al Indiano y a la Marina de Castilla en Peña Cabarga (1968). Cuatro obras en las que el joven ingeniero José Calavera dejó patente su ingenio innovador como proyectista y su defensa de la colaboración entre ingenieros y arquitectos.

El Teleférico de Fuente Dé en Liébana (1963-1966) fue un reto tecnológico, una admirable y respetuosa instalación en el territorio, y una de las primeras obras importantes en la que para el cálculo de los elementos estructurales de hormigón se utilizó la 'Instrucción h.a 61', que fue publicada por el Instituto de la Construcción en 1962, y en cuya redacción intervino Eduardo Torroja [2]. Se trata de un teleférico de sistema bicable sin apoyos intermedios. Sus estaciones, inferior y superior, salvan un desnivel de 1.419 m en un solo vano. Un reto en el que José Calavera apostó por la acertada solución de realizar la mínima incursión en el bello entorno natural. En este proyecto invitó a colaborar con él al arquitecto Ángel Hernández Morales, que diseñó las zonas de cafetería y estancias de espera del público [3]. Otra de las indudables aportaciones innovadoras de José Calavera como proyectista están referidas a las estructuras metálicas espaciales. Este es el caso de la lamentablemente desaparecida cubierta de la Fábrica de cervezas

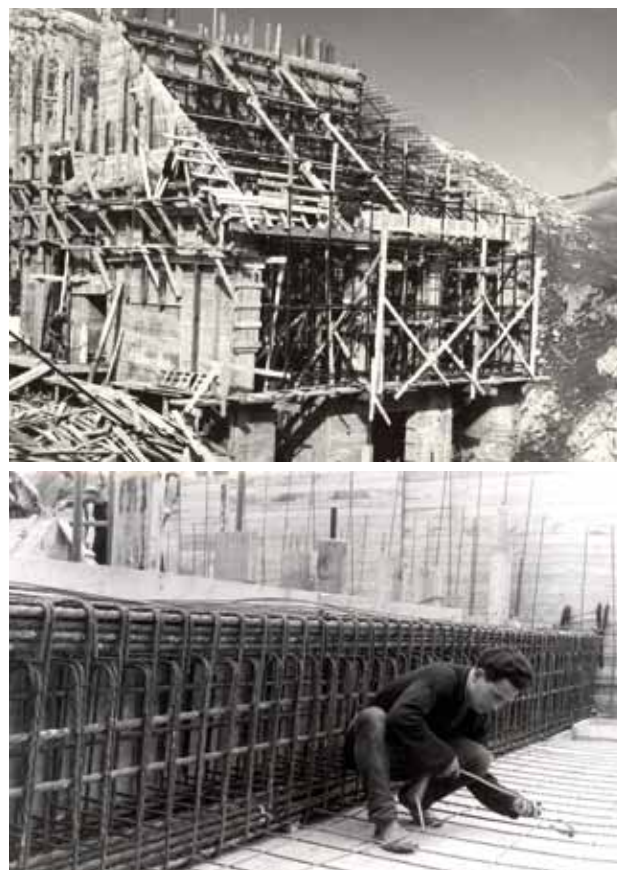
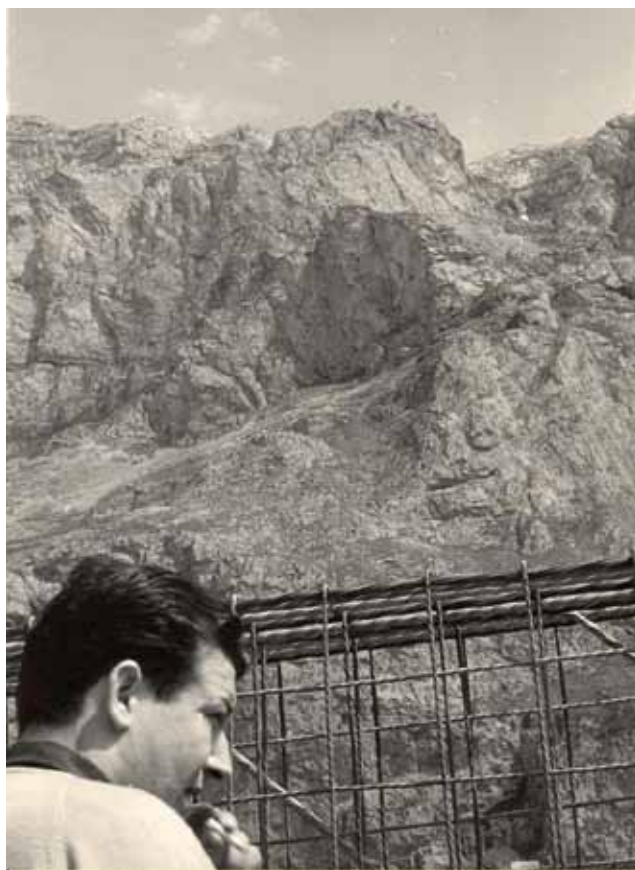


Fig. 2. José Calavera supervisando las obras del Teleférico de Fuente Dé, en Liébana (1963-1966)



Fig. 3. Teleférico de Fuente Dé, en Liébana (1963-1966)

Mahou en Madrid (1964-1965), que realizó en colaboración con el ingeniero Pablo Bueno. Se trataba de una cubierta espacial, casi horizontal, que cubría una nave rectangular de 57 x 46 m sin apoyos intermedios. Estaba formada por tubos de acero unidos mediante un ingenioso sistema basado en la utilización de esferas de acero de las que se soldaban los tubos. Es necesario recordar que en aquellos momentos todavía existía en España una gran carencia de patentes y el alto coste de importación de patentes internacionales hacía necesario agudizar el ingenio para poder realizar este tipo de grandes cubiertas metálicas. La revista *Informes de la Construcción*, crisol científico técnico de las innovaciones que progresivamente se iban alcanzando, publicó un artículo sobre esta cubierta en 1965 [4].

Unos años después, los ingenieros José Calavera y Enrique González Valle fueron los adjudicatarios del proyecto y dirección de obras de las Cubiertas del Mercado de Ga-

nados en Torrelavega (1968-73). Un innovador y ambicioso diseño de estructuras espaciales metálicas que obtuvo uno de los premios otorgados por Sercometal. Se trata de tres cubiertas metálicas diferentes que adoptan diseños óptimos en función del tamaño y características de la zona a cubrir: nave principal (250 m de longitud y 60 m de luz libre), nave secundaria (28 m de luz libre y 39 m de luz total con 115 m de longitud), y una marquesina de luz total de 27 m (19,50 m de vano y 7,50 m de voladizo) con longitud de 111 m. La cubierta de la nave principal es una bóveda espacial de directriz circular de relación flecha-luz 1/6, que salva una luz libre de 60 m. Esta forma geométrica fue elegida por la ventaja de poder ser construida con tubos de acero de la misma longitud, hecho que optimiza el coste y racionaliza el proceso de montaje [5]. La malla espacial rectangular, formada con estos tubos, se une mediante diagonales formando una estructura piramidal. Al igual que en el caso de la cubierta de la Fábrica de Cervezas Mahou, los nudos de estas mallas se ejecutaron con un



desarrollo sostenible



Más que agua

Talento, conocimiento y compromiso.
Aportamos respuestas adecuadas
para una gestión más eficiente.
Compartimos conocimiento
y generamos innovación.
Trabajamos por un futuro basado
en el compromiso y la cooperación.

www.aqualogy.net



AQUALOGY
Where water lives

SOLUCIONES INTEGRADAS
DEL AGUA PARA UN
DESARROLLO SOSTENIBLE



Fig. 4. Cubierta de la fábrica de cervezas Mahou en Madrid (1964-1965)



Fig. 5. Cubiertas del Mercado de Ganados, en Torrelavega (1968-73)

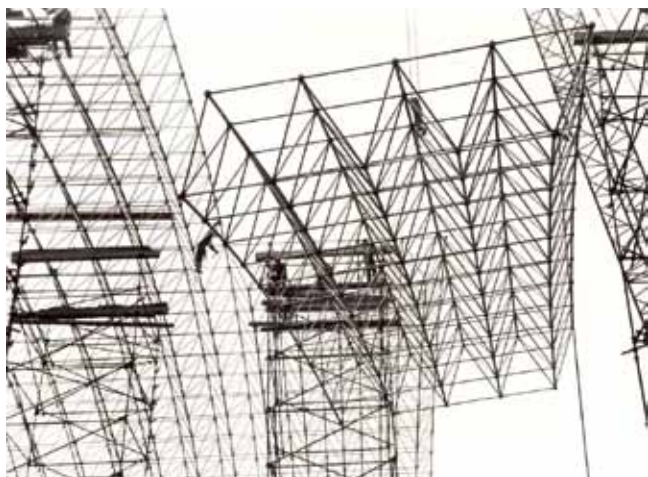


Fig. 6. Proceso de montaje de las cubiertas espaciales metálicas

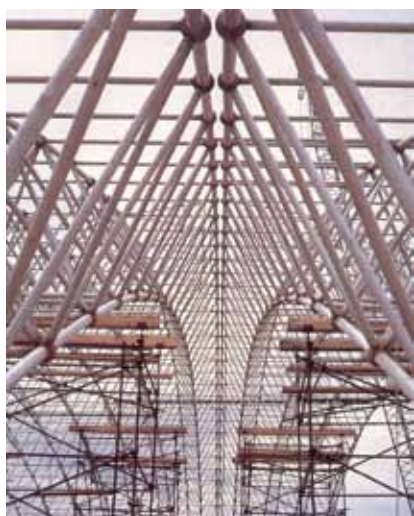


Fig. 7. Montaje cubierta nave principal

ingenioso sistema basado en la utilización de esferas de acero de 13 cm de diámetro y 4 mm de espesor a las que se soldaban los tubos. El sistema de montaje y puesta en obra contribuyó también a optimizar y racionalizar todo el proceso de construcción, ya que la estructura se montaba en el suelo por partes y era posteriormente izada y colocada en su posición final [6]. El mismo sistema seguido por Eduardo Torroja en 1953 para la construcción de las láminas cilíndricas metálicas trianguladas que forman la cubierta de la nave de ensayos del hoy denominado Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja [7].

Este Mercado formó parte de los ocho mercados que el Ministerio de Agricultura decidió construir en España en diferentes provincias en el año 1968. A este grupo de mercados pertenece también el que realizó el ingeniero Ildelfonso Sánchez del Río Pisón. Otra innovadora cubierta muy diferente a la realizada por José Calavera y Enrique González Valle, ya que se trataba de una cubierta laminar de hormigón armado (paraguas de 40 m de diámetro) [8].

En 1968 José Calavera realizó otra de sus grandes obras, el Monumento al Indiano y a la Marina de Castilla en Peña Cabarga. El monumento está formado por una torre de 52,81 m de altura y diámetro exterior de 2,16 m y espesor de 23 cm, un mirador para contemplar el paisaje, y un restaurante circular situado en la base de la torre al que se accede desde una pasarela de 28 m de luz, que cuenta con un voladizo de 12 m. La estructura era de hormigón armado con acero de 500 N/mm² de límite elástico y el hormigón era de $f_{ck} = 25$ MPa [9]. La pasarela peatonal, a modo de gran escultura inserta en el paisaje, está materializada en hormigón armado siguiendo un trazado continuo que integra visualmente las pilas con el tablero. Una gran viga ascendente y en voladizo de gran modernidad. Esta obra la realizó colaborando con el arquitecto Ángel Hernández.

En el año 1967, José Calavera intervino en la fundación de INTEMAC (Instituto Técnico de Materiales y Construcciones) y ocupó su presidencia. Desde aquel momento su actividad profesional empezó a volcarse en la investigación y apoyo al sector de la construcción. Al poco tiempo abandonó su actividad de proyectista, desde el entendimiento de la incompatibilidad deontológica existente entre ambas actividades. Hoy, 47 años después, continúa en INTEMAC como su presidente de honor. La relevancia de las investigaciones realizadas en todos estos años han desencadenado un continuo reconocimien-



Fig. 8. Monumento al Indiano y a la Marina de Castilla, en Peña Cabarga 1968



to internacional de sus aportaciones en el campo de las estructuras: su diseño, dimensionado, optimización de materiales, envejecimiento, durabilidad... Ha intervenido y continúa interviniendo en comisiones internacionales y grupos de trabajo de asociaciones muy diversas: FIP, CEB, FIB, ACHE, IABSE,... [10]. Por otra parte, es sobradamente conocida la múltiple actividad desarrollada por INTEMAC, en la que no solo se realizan punteras investigaciones teóricas y experimentales en su laboratorio central, sino que además se presta asesoramiento técnico a empresas

y profesionales del sector de la construcción, y se imparten cursos especializados donde la innovación preside el estado del conocimiento.

Con una clara vocación docente, José Calavera fue nombrado Catedrático de la asignatura Estructuras de Edificación en el Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid (1982). Son muchas las generaciones de ingenieros que se han formado con él, teniendo el privilegio de contar

con un “maestro”, ya no conocedor de la innovación, sino protagonista activo de su evolución. Su capacidad de trabajo y sensibilidad docente le han permitido además dirigir un gran número de tesis doctorales (28 tesis) de muy diferentes temas relacionados con el campo de las estructuras, no solo a ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, sino también a arquitectos, entre los cuales tengo la suerte de estar incluida.

Una de las actividades más asombrosas de José Calavera es que, pese su desbordante y continuo trabajo profesional, del que aquí sólo se recoge una diminuta muestra, siempre ha encontrado tiempo para escribir largos e importantes libros. Es autor de 16 libros en español, dos en inglés y uno en italiano, de tres monografías y de 186 artículos y notas técnicas sobre temas de cálculo de estructuras, hormigón armado y pretensado, seguridad estructural, prefabricación, control de calidad y patología de estructuras. Incluso ha tenido tiempo para publicar otro libro, esta vez, sobre diversas anécdotas de su vida profesional, en la que se ha relacionado con otros importantes protagonistas internacionales de la ingeniería y la arquitectura. Sus libros son un legado documental de extremado rigor técnico al que muchas generaciones de estudiantes, profesionales de la arquitectura y la ingeniería, así como docentes, estamos tremendamente agradecidos, ya que ha facilitado nuestro aprendizaje y el camino para enseñar a nuevas generaciones de estudiantes. José Calavera ha creado ‘escuela’. Una escuela basada en los mismos principios que Ortega y Gasset [11] señaló como fundamentales para la universidad, en la que no solo se debe transmitir a las nuevas generaciones el conocimiento alcanzado y la historia de su conquista, sino también provocar en ellas la inquietud por seguir avanzando tras nuevas conquistas.

Como si se tratara del velo de Penélope, he tejido y destejido este artículo tratando de ser breve, concisa y clara, pero de no dejarme nada. Ahora que ya tengo que darlo por terminado, sé que mi tarea era imposible, porque imposible es hablar de todo lo que José Calavera ha hecho y hace. Me he dejado muchas, muchas cosas. Espero, sin embargo, haber sido capaz de transmitir lo que José Calavera significa en la historia viva de la ingeniería, su investigación y su enseñanza. Una trayectoria profesional y humana digna de una epopeya de la que este modesto artículo no es ni tan siquiera una rapsodia.

Agradecimiento

A Enrique González Valle, expresidente de INTEMAC, otro de mis amigos ‘maestros’ ingenieros por haberme facilitado datos para la realización de este artículo. **ROP**

Referencias

- [1] Distinciones y Premios de José Calavera Ruiz:
- 1964 Miembro de Honor” de la Asociación Técnica Española del Pretensado (A.T.E.P.)
 - 1975 Premio de la Convención Europea de la Construcción Metálica SERCOMETAL
 - 1976 Miembro Distinguido” de la Asociación Española para el Control de la Calidad (A.E.C.C.)
 - 1978 Medalla de la Asociación Técnica Española del Pretensado” (A.T.E.P.)
 - 1980 Profesor Honorario” de la Escuela de Construcción Civil de la Pontificia Universidad Católica de Santiago de Chile.
 - 1980 Miembro de Honor de la Facultad de Ingeniería. Pontificia Universidad Católica de Santiago de Chile
 - 1982 Elegido Fellow del American Concrete Institute (A.C.I.)
 - 1987 Medalla de Honor” del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
 - 1990 Medalla “Eduardo Torroja”
 - 1991 Medalla de la Asociación Española de la Carretera
 - 1992 Doctor Honoris Causa de la Universidad Politécnica de Valencia
 - 1993 Medalla Institucional de la Universidad “Lisandro Alvarado” de Venezuela
 - 1994 Miembro del Patronato de la Fundación García Cabrerizo
 - 1999 Medalla de la Fédération Internationale du Béton (F.I.B.)
 - 1999 Medalla de Honor al Fomento de la Invencción de la Fundación García-Cabrerizo
 - 2000 Premio del Grupo Español de IABSE
 - 2000 Premio “Grandes Figuras de la Ingeniería” de la Asociación Italiana de la Prefabricación (CTE)
 - 2001 Premio ANIFER
 - 2001 Miembro de Honor de la Asociación de Consultores de Estructuras (ACE).
 - 2003 Académico de Honor de la Academia de Ciencias e Ingenierías de Lanzarote

- 2004 Miembro de Honor de la Asociación Argentina de Ingeniería Estructural
- 2004 Premio "Camino de Santiago" de la Ingeniería Civil
- 2006 Elegido "Fellow" de IABSE (International Association for Bridge and Structural Engineering)
- 2006 Miembro del Patronato de la Fundación Juanelo Turriano
- 2008 Colegiado de Honor del Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas
- 2009 Premio "Mejor Perfil Profesional en Patología de la Construcción" de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad y Patología de la Construcción (ALCONPAT). Valparaíso (Chile).
- 2009 Elegido "Fellow" de ASCE (American Society of Civil Engineers).
- 2011 Miembro de Honor de la Asociación de Consultores Independientes de Estructuras de Edificación (ACIES).

[2] La norma h.a 61 fue una de las últimas normas en las que intervino Eduardo Torroja, que murió el 15 de junio de 1961. Fue la primera norma española que adoptó el diagrama rectangular, los coeficientes de mayoración de las acciones y de minoración de las resistencias del hormigón y del acero.

[3] Calavera, José. "El Teleférico de Fuente Dé desde el cielo". CAUCE 2000, Marzo- Abril 1988. Revista de Colegio de Ingenieros de Caminos.

[4] Bueno, Pablo y Calavera, José: "Cubierta metálica espacial en Madrid". Informes de la Construcción, nº 175 (1965)

[5] Calavera, J., González Valle, E., & Cabrillo, F. (1979). "Mercado nacional de ganados en Torrelavega (España)". Informes de la Construcción, nº 308.

[6] Calavera, J., González Valle, E., & Cabrillo, F. (1975). "The space roofs of the national livestock market of Torrelavega (Spain)". 2nd International Conference on Space Structure, pp. 420-424. Londres.

[7] Torroja, Eduardo: Las estructuras de Eduardo Torroja. Priera edición F.W. Dodge Corporation, New York 1958

[8] Cassinello, Pepa: Ildelfonso Sánchez del Río Pisón/ El ingenio de un legado. Edición Fundación Juanelo Turriano.

2011. Autores: Urbano Arregui, José Calavera, Pepa Cassinello, Enrique González Valle, Javier Manterola, Bernardo

Revuelta, Fernando Sáenz Ridruejo, Francisco Javier Sánchez del Río, José Antonio Torroja. Catálogo de la exposición del mismo nombre, inaugurada en la sede del Colegio.

[9] Calavera, José: "Monumento al Indiano y a la Marina de Castilla en Peña Cabarga". Cuadernos Técnicos GTED-UC Nº1. 2012.

[10] José Calavera es actualmente:

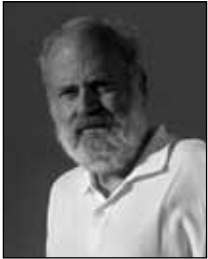
- Catedrático Emérito de Edificación y Prefabricación de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos de Madrid (UPM).
- Presidente de Honor de INTEMAC.
- Miembro de la "Commission on Prefabrication" de la Fédération Internationale du Béton (FIB).
- Miembro del TG 2.2 "Design by Testing" de la Commission 2 "Safety and Performance Concepts" de la Fédération Internationale du Béton (FIB).
- Miembro del TG 9.7 "Reinforcing Steel and Systems" de la Fédération Internationale du Béton (FIB).

Y a lo largo de su trayectoria profesional ha sido:

- Presidente de la Commission VII "Reinforcement: Technology and Quality Control" (Comité Euro-international du Béton, CEB).
- Presidente del Joint-Committee on Tolerances (CEB-FIB).
- Presidente del Task Group "Precast beam-block floor systems" de la FIB (Fédération Internationale du Béton).
- Asesor para Europa del "International Council on Tall Buildings".
- Miembro del Administrative Council del CEB.
- Miembro del Equipo de Redacción del MODEL CODE CEB-FIP 1990.
- Presidente del Comité de Redacción del EUROCÓDIGO "Design of Concrete Foundations".
- Presidente del Grupo de Trabajo "Precast Prestressed Bridges" de la Fédération Internationale du Béton (FIB).
- Presidente Grupo de Trabajo "Treatment of Imperfections in precast concrete" de la Federación Internationale du Béton (FIB).
- Miembro de la Comisión Permanente Interministerial del Hormigón.
- Presidente de ACHE (Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural).

[11] Ortega y Gasset J. (1930) "Misión de la Universidad y otros ensayos sobre educación y pedagogía". Revista de Occidente.

Los transbordadores y la barquilla de Leonardo Torres Quevedo



Leonardo Fernández Troyano

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Director de Carlos Fernández Casado S. L.

Resumen

Mucho se ha escrito sobre la personalidad de Leonardo Torres Quevedo, que fue fundamentalmente un inventor, uno de los más geniales que ha dado nuestro país, y seguramente el más prolífico de ellos. Por ello, no vamos a estudiar su biografía ni la multitud de inventos que hizo en diversas áreas, ni las demás actividades que desarrolló a lo largo de su vida. Nos vamos a centrar únicamente en su labor como inventor y constructor de transbordadores aéreos, de los cuales también se ha escrito bastante; en ellos vamos a estudiar especialmente la barquilla, su elemento más atractivo.

Palabras clave

Transbordadores aéreos, sistemas de sustentación, barquillas, teleféricos, telecabinas, telesillas

Abstract

Much has been written about the person of Leonardo Torres Quevedo, who was fundamentally an inventor and one of the most brilliant ever to have emerged from Spain, and undoubtedly the most prolific of all. For this reason, we shall not study his biography nor the host of inventions he made in many different areas, nor the multitude of other activities he conducted throughout his life. We shall, instead, concentrate solely on his work as an inventor and builder of aerial lifts, of which plenty has also been written; but here we shall focus on the gondola type lift, his most attractive element.

Keywords

Aerial lifts, holding systems, gondolas, cable cars, aerial trams, chair lifts

I. Antecedentes

Como en todo invento siempre hay antecedentes más o menos próximos, y por ello vamos a ver los que consideramos más significativos del problema del transporte aéreo, es decir, mediante una estructura de cables. Estos antecedentes se remontan al uso de las lianas naturales de los países tropicales, y al de las cuerdas o maromas de diferentes materiales que se han utilizado desde el principio de la Historia.

Los primeros antecedentes de los transbordadores aéreos que conocemos se hicieron en la América prehispánica, en los Andes. Son las oroyas o tarabitas, nombre derivado de la maroma de bejucos que servía de soporte; más tarde, éstas se hicieron también con tiras de piel de vaca. La maroma se fijaba en ambas orillas del río o barranco que se quiere pasar, y de ella se colgaba una cesta mediante dos argollas donde iba él, o los pasajeros. En los dos extremos de la cesta se fijaban unas cuerdas que iban a ambas orillas, y desde ellas

se tiraba o se soltaba. Servían para el paso de personas, animales y mercancías. En el paso de Alchipichí había tres tarabitas, una para pasar personas, y dos para pasar mercancías y animales de carga. Estas dos tenían desnivel entre sus extremos, con pendientes contrarias, para aprovechar el descenso, y por tanto se utilizaban en un solo sentido. La impresión para los hombres, y más para los animales que pasaban colgados, era fuerte, y así se refleja en las crónicas del siglo XVIII que se referían a este paso, porque el tajo de Alchipichí tenía 50 metros de profundidad y una luz de 75 metros. En castellano, este sistema de transporte aéreo tomó el nombre de andarivel.

Fausto Veranzio, en su libro 'Machinae Novae', publicado en Venecia a principios del siglo XVII, dibujó tres posibilidades para pasar un río: dos puentes y un transbordador. El transbordador es el Pons Unius Funis, que es igual a las tarabitas americanas, a las que se añade una cuerda sinfín que pasa

por unas poleas en los extremos del transbordador, y se fija a las ruedas de la barquilla sobre el cable. Con esta cuerda, la barquilla se puede trasladar tirando de ella por los propios viajeros de la barquilla. No conocemos ninguna realización basada en los dibujos de Veranzio.

A principios del siglo XVIII se inició el transporte aéreo para materiales de extracción de minas y canteras. La primera solución que se utilizó fue la monocable, en la que las cubas que transportan el material están fijadas al cable sustentante sinfín, que se mueve mediante una de las poleas extremas por las que pasa.

Después del invento del sistema monocable se desarrollaron en paralelo los dos sistemas de transporte aéreo que se siguen utilizando en nuestros días: el sistema monocable o sistema inglés, de cable móvil y barquillas fijas a él, y el sistema bicable o sistema alemán, que es el que hemos visto en los andariveles americanos y en el Pons Unius Funis de Veranzio, que consiste en uno o varios cables vía fijos, y un cable tractor móvil que tira de la barquilla, que rueda sobre los fijos.

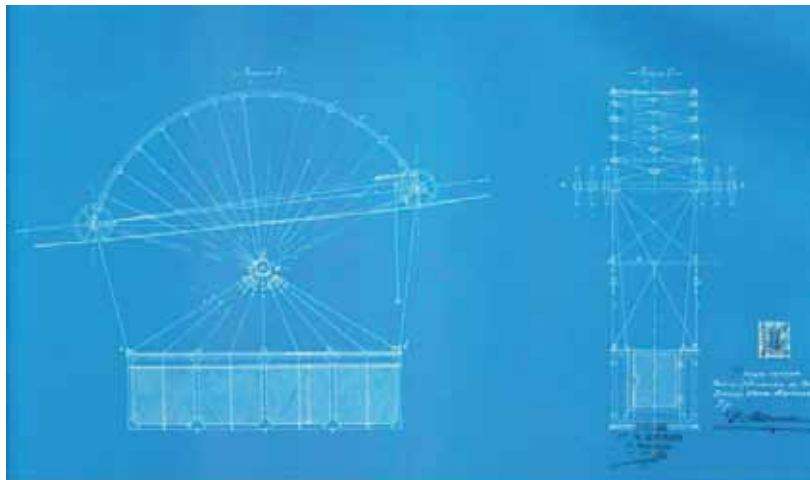
Otro antecedente de los transbordadores que se debe destacar, es el puente transbordador de Portugalete sobre el río Nervión, aunque no se puede considerar aéreo en el sentido que le hemos dado a este sistema, que consiste en una estructura resistente principal formada por cables.

El transbordador de Portugalete, terminado en 1893, está formado por una viga fija rígida, situada a la altura necesaria sobre el agua para permitir el paso de los barcos que circulan por el canal de navegación. De la viga cuelga una barquilla mediante cables suspendidos de un carretón que corre por las vías situadas sobre dicha viga. La plataforma de la barquilla está situada a la altura de las orillas. Este sistema permite, igual que los puentes móviles, la circulación alternativa en un mismo nivel de dos tráficos ortogonales: el tráfico de los barcos y el tráfico de personas y vehículos. El transbordador de Portugalete fue el primero de este tipo que se hizo en el mundo. Lo inventó el arquitecto Alberto del Palacio, que desarrolló luego el proyecto de la estructura del transbordador con el ingeniero francés Ferdinand Arnodin especialista en puentes colgantes, porque la viga superior de la que cuelga la barquilla se resolvió con un puente colgante. Posteriormente el ingeniero francés construyó una serie de transbordadores de este tipo.

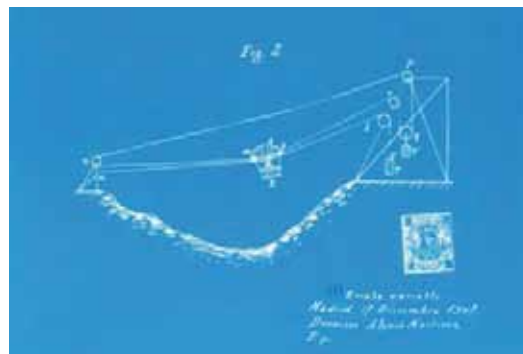
II. Los transbordadores de Leonardo Torres Quevedo

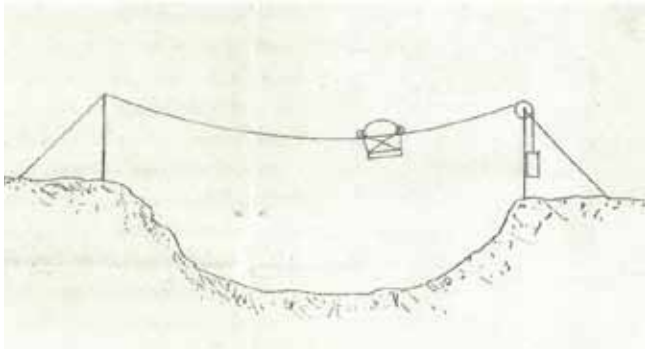
II.1. Los transbordadores del valle de Iguña

Torres Quevedo, después de casarse, se fue a vivir al valle de Iguña donde, además de “pensar en sus cosas”, construyó dos transbordadores que le sirvieron para estudiar e investigar su comportamiento, registrar luego su patente, y construir posteriormente los transbordadores del Monte Ulía y del Niágara para el transporte de personas.



Planos de la patente presentada por Leonardo Torres Quevedo en 1887





Esquema general del cable vía con contrapeso

El primer transbordador que hizo fue el de Portolín en 1887, el pueblo donde vivía. Tenía 200 metros de luz y 40 de desnivel, lo que da una pendiente media del 20 %. No sabemos nada de los cables que utilizó; únicamente sabemos que la barquilla era una silla, y lo movía mediante un par de vacas.

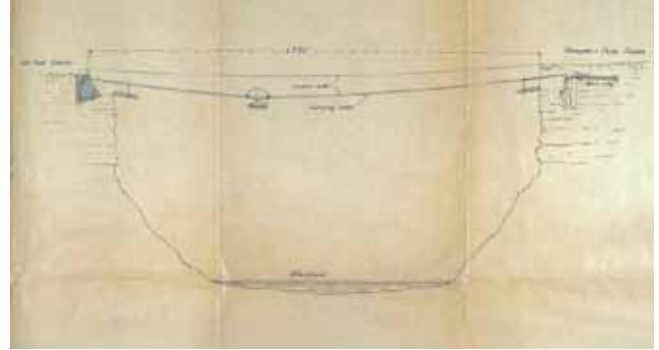
El segundo lo hizo sobre el río León, también en el valle de Iguña. Se ha supuesto que tenía 2.000 metros de luz y 280 de desnivel, con una pendiente media del 13 %, porque son las dimensiones del ejemplo que figura en su patente y que le sirvió para presentarlo en Suiza. Tampoco tenemos datos del uso que se le dio a este transbordador. Sólo se sabe que se probó transportando cargas, pero no que se transportaban personas.

La patente la presentó en primer lugar en España en el año 1887, con una memoria titulada “Un sistema de camino funicular aéreo de alambres múltiples”, y la extendió a otros países: Estados Unidos, Austria, Francia, Italia y Reino Unido.

II.2. El transbordador del Monte Ulía

En 1889 presentó su patente en Suiza, pero fue rechazada por los técnicos de aquel país. Esto fue para él un duro golpe, pero siguió con su idea hasta que consiguió hacer el transbordador del Monte Ulía en San Sebastián, terminado en 1907, el primer transbordador utilizado para el transporte de personas. Tenía 280 metros de luz y un desnivel de 28 metros, lo que da una pendiente del 10 %. La cabina podía transportar 14 viajeros. Este transbordador fue construido por la sociedad anónima Estudios y Obras de Ingeniería que se había constituido en 1906 para desarrollar y aplicar los inventos de Torres Quevedo.

Es importante destacar la importancia que le dio a la seguridad de su transbordador porque era la primera vez que se usaba



Esquema del transbordador del Niágara

para el transporte de personas. En sus estudios previó todas las posibilidades de fallo o de rotura que se podían presentar en su funcionamiento. Dio mucha importancia a la multiplicidad de cables vía para asegurar que la rotura de un cable no suponía la caída de la barquilla y por ello utilizó seis cables vía por los que circulan las doce ruedas de la barquilla. Buscó todo tipo de sistemas para asegurar su frenado en caso de rotura del cable tractor. En todos sus escritos sobre los transbordadores aparecen los coeficientes de seguridad de sus elementos, incluidos los cables, tanto de los cables vía como del tractor.

Otro sistema original de los transbordadores de Torres Quevedo es el modo de sustentación de los cables vía. En un extremo están anclados a contrapesos fijos de hormigón, y en el otro a contrapesos móviles suspendidos de los cables, que pasan por unas poleas. Con este sistema la fuerza axil de los cables vía es constante, igual al peso del contrapeso, independientemente de la carga que pueda ir en la barquilla. Lo que variará con esta carga es la flecha de los cables vía, que aumentará a base de elevar el contrapeso. De esta forma, el coeficiente de seguridad de estos cables es perfectamente conocido, y es independiente de la carga del transbordador.

Estudió también un transbordador para pasar el Ebro en Zaragoza, del que se conservan planos en su archivo, pero que no prosperó.

II.3. El transbordador del Niágara

El éxito del transbordador del Monte Ulía les llevó a promover un transbordador sobre las cataratas del Niágara, pero las dificultades de diversa índole que planteaba hacerlo sobre ellas les llevó a situarlo sobre el Whirlpool, un recodo del río con ambas orillas en tierras canadienses, cuatro kilómetros aguas abajo de las cataratas. Consiguieron la concesión, lo construyeron, y se inauguró en 1916. Es el

‘Spanish Aerocar’, que todavía sigue funcionando, igual que en su inauguración.

Para su construcción y montaje se creó la sociedad The Niagara Spanish Aerocar Company Limited a partir de la sociedad anónima Estudios y Obras de Ingeniería a la que ya nos hemos referido. Ambas sociedades, promovidas por Torres Quevedo, demuestran la dimensión de emprendedor y gestor que, además de inventor, tuvo don Leonardo. La construcción y el montaje del transbordador lo dirigió su hijo Gonzalo.

Tiene 550 metros de luz y es prácticamente horizontal, porque la diferencia de altitud entre sus extremos es de 1 metro. La flecha de la catenaria es de 21 metros sin carga y de 30 metros con la barquilla cargada con 45 pasajeros. La altura mínima sobre el agua es de 40 metros. Tiene seis cables vía de 25 milímetros de diámetro, formados por núcleos de siete cordones, rodeados de 16 cordones arrollados en espiral.

El cable tractor está fijado a los extremos de la barquilla. Es un cable sinfín que pasa por varias poleas, una de ellas la tractora, y otra de donde cuelga un contrapeso, igual que en los cables vía, para mantener en tensión el sistema.

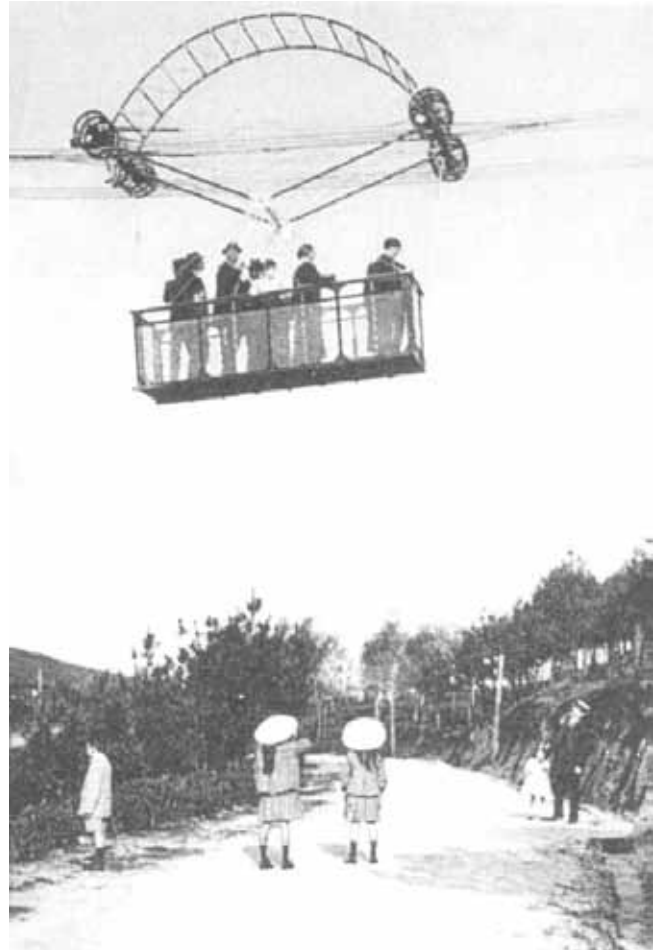
Las características del transbordador son las siguientes:

- Velocidad de la barquilla 120 m por minuto (7,2 km/hora).
- Tiempo de recorrido cinco minutos.
- Carga por cable vía nueve toneladas. Coeficiente de seguridad de los cables 4,6.

El ‘Spanish Aerocar’ como siempre se le ha llamado, lleva casi 100 años funcionando. El 9 de agosto de 2012 cumplió 96, y no ha tenido nunca un accidente. Hoy en día sigue en servicio con modificaciones mínimas en el conjunto de su estructura. La más visible es la de las ruedas de la barquilla que circulan sobre los cables vía. Las 12 ruedas iniciales se han desdoblado, por lo que actualmente son 24 y a la cabina se le ha puesto techo.

III. La barquilla y su estructura

El elemento más atractivo y más difícil de entender de los dos transbordadores de uso público que construyó Leonardo Torres Quevedo, es la barquilla y su sistema de sustentación. Es la misma en los dos transbordadores que construyó; varían únicamente sus dimensiones, peso y capacidad.

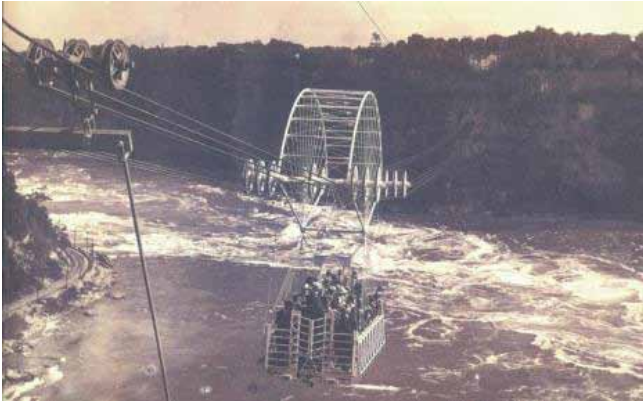


Barquilla del Monte Ulía

Utilizó, como él mismo dice en la memoria de la patente, la idea de la rueda de la bicicleta, con lo que consiguió una estructura singularmente atractiva.

Un ejemplo extraordinario que utiliza el mismo principio de la rueda en su estructura es la noria de Londres, con unas dimensiones inmensamente mayores que las de las barquillas, pero resuelta igualmente con cables.

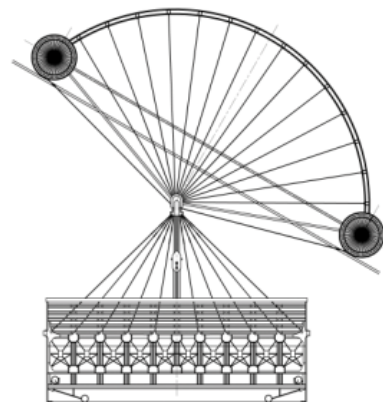
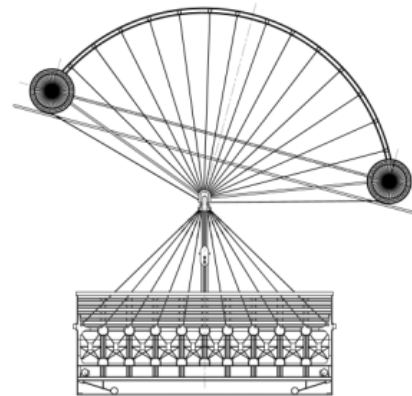
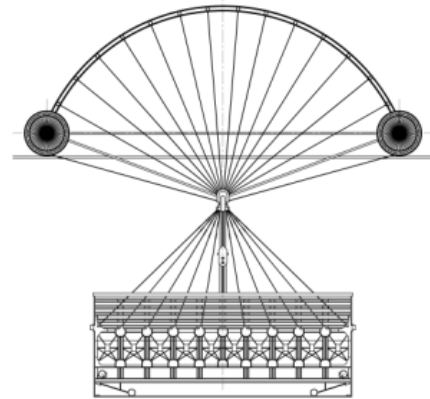
La barquilla está suspendida de una serie de tirantes en abanico que parten de un punto. De este mismo punto parten los radios del arco superior situado sobre el cable vía, en cuyos extremos están las ruedas sobre dicho cable. Estos radios sirven para repartir a lo largo del arco la carga que han transmitido los tirantes al punto de convergencia de radios y tirantes. El arco tiene una barra inferior que va de



Barquillas del Niágara

las ruedas de un extremo a las del otro. A esta estructura, perfectamente estable, se le añadió unos tirantes que van desde los bordes de la barquilla hasta las ruedas, y que dejan rígidamente unida la barquilla a la estructura de sustentación. Es una estructura superabundante porque se puede colgar la barquilla directamente desde las ruedas y sobra el arco superior.

En el ejemplo de la patente y en los transbordadores que construyó, la pendiente entre los dos extremos es pequeña, el 13 % en el ejemplo, el 10 % en el Monte Ulía, y prácticamente horizontal en el Niágara. Estas pendientes reducidas permiten que la barquilla esté rígidamente unida a la estructura superior. Tanto en el ejemplo de la patente como en el Monte Ulía dice que no coloca la barquilla paralela al cable, sino que le da la inclinación necesaria para que su



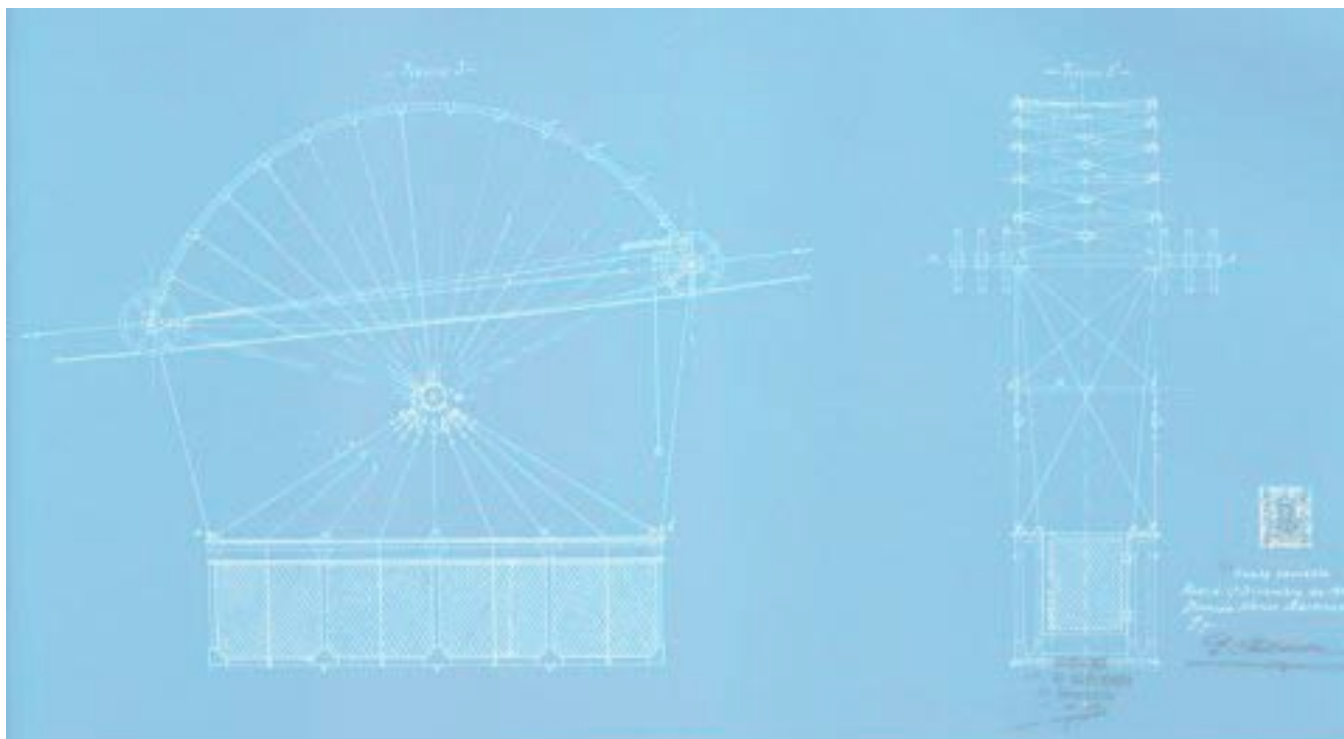
Inclinación variable de la barquilla de Leonardo Torres Quevedo

pendiente sea igual y contraria al llegar a los dos extremos. En el transbordador del Monte Ulía en que el cable tiene pendiente 0 cuando la barquilla está en la estación inferior y una pendiente del 20 % cuando llega a la superior, a la barquilla se le dio una pendiente del 10 % respecto del cable, de forma que al llegar a las estaciones extremas, el suelo de la barquilla tiene pendientes de $\pm 10\%$, lo cual es perfectamente admisible para los viajeros.

Pero si bien la patente y los transbordadores que construyó tienen pendientes reducidas, fue a presentar su transbordador a Suiza para utilizarlo en la alta montaña, y la solución de barquilla rígidamente unida a la estructura superior no es válida para grandes pendientes. Un principio fundamental para el transporte aéreo mediante cables con pendientes fuertes, tanto en teleféricos como en telecabinas o telesillas, es que la estructura que soporta la cabina esté articulada en su parte superior para que su posición sea siempre vertical. Esto es necesario por dos razones básicas: en primer lugar, para que los viajeros viajen sobre una plataforma horizontal, y en segundo, para no introducir un par de fuerzas en el cable vía que no puede resistir porque se produciría una incurvación inadmisibles en él.

Este problema está perfectamente resuelto en la barquilla de Torres Quevedo sin más que quitarle los tirantes de borde, dejando la barquilla colgada de la estructura superior, y articulada respecto de ella en el centro de la rueda, lo que permite mantener ésta horizontal, independientemente de la pendiente del cable vía; y es perfectamente estable, igual que los teleféricos actuales. Creo que esta adaptación a la pendiente estuvo presente en la concepción de la estructura de la barquilla por parte de su inventor, pero luego, bien por su obsesión por la seguridad, o bien por el miedo a un excesivo balanceo, le llevó a añadir los cables para fijarla, de los que habla ya en su patente y figuran en los esquemas de ésta. Esto se pudo deber también a que en los ensayos que realizó, la barquilla se moviera excesivamente. Vistas sus dimensiones parece, sin hacer ningún estudio, que la distancia entre la barquilla y la articulación donde convergen todos los radios debe ser mayor, como lo es en los teleféricos modernos. En ellos, el frenado al llegar a las estaciones se hace muy lentamente para reducir al máximo el balanceo.

Para terminar, insistimos en que la barquilla de Leonardo Torres Quevedo es un elemento muy bien resuelto, tanto como estructura resistente como en su expresión formal. **ROP**



Algunos aspectos estructurales que han influido en la evolución de la arquitectura de gran altura



Robert Brufau Niubó

Doctor Arquitecto.

Universidad Politécnica de Catalunya (UPC)

Resumen

Como arquitecto especializado, desde hace 45 años, en la consultoría estructural en la edificación, no puedo evitar, cuando se me pide que escriba unas líneas sobre el sentido arquitectónico de los rascacielos entendidos como edificios en altura, tamizar mis comentarios a través del análisis de los avances estructurales que han hecho posible su evolución. Esta apreciación puede ser, en este caso, limitativa, al considerar que son muy numerosos, e igualmente importantes, los factores que han acompañado este camino hasta llegar a la percepción actual sobre este tipo de edificios.

Cuando hablamos de edificios en altura, lo primero que imaginamos es una superposición abundante de forjados, entendidos como elementos horizontales que comparten sensiblemente su proyección en planta, quedando definidos por una envolvente, más o menos compleja, sus límites en planta. La altura es la dimensión dominante en los rascacielos, y, sin embargo, es la existencia de numerosas plantas horizontales dispuestas con un cierto ritmo, el factor que los diferencia de las torres, entendidas como un elemento esbelto, aunque menos condicionado por una división en unidades funcionales que se superponen unas encima de las otras.

Palabras clave

Rascacielos, torres, resistencia de materiales, sistema constructivos, silueta urbana, fachadas

Abstract

As a architect of 45 years' standing and consultant specialised in building structures, on being asked to write some lines on the architectural sense of skyscraper, when taken as tall buildings, I cannot filter or condition my comments purely through the analysis of the structural progress that has made their development possible. This appreciation may be, in this case, restrictive in view of the numerous and equally important factors that have accompanied this progress to the point of reaching our current perception regarding this type of building.

When we speak of tall buildings, the first thing we imagine is series upon series of floor slabs, when taken as horizontal elements that generally share the same plan dimensions and defined by a surrounding facia, of greater or lesser complexity that confines these horizontal elements. Height is the dominating dimension of skyscrapers, yet it is the presence of numerous horizontal floors set at certain regular intervals that differentiates these from the simple tower, when taking this as a slender element, though one less conditioned by division in functional units that set one on top of another.

Keywords

Skyscrapers, towers, strength of materials, building systems, urban, facades

Referencias naturales de la construcción en altura

La naturaleza nos ofrece numerosos ejemplos de arquitectura en altura, comenzando en el mundo animal por las espectaculares torres de barro que levantan un cierto tipo de termitas, continuando con las infinitas formas de crecimiento vegetal de árboles y plantas, pasando asimismo por las rocas erosionadas por la acción del viento y por la formación de estalagmitas a compresión, producidas

por la caída de gotas de agua conteniendo calcita que se desprenden de las estalactitas, suspendidas del techo, con un interior a menudo hueco, a manera de un tubo trabajando a tracción con un esbelto alzado definiendo una forma ligeramente cónica, aunque invertida. Las referencias a estos y otros elementos naturales habrían tenido, sin duda, influencia en las construcciones del hombre a lo largo de la historia.



Fig. 1. Termitero



Fig. 2. Palmera

Fig. 3. Piedra erosionada
en la Capadocia

Fig. 4. Formación de estalagmitas

La percepción evidente de la capacidad resistente y estable de las diferentes formas naturales caracterizadas por su desarrollo en altura es el referente inicial para la creación de numerosas tipologías constructivas basadas en la verticalidad. No podemos, pues, desconsiderar que la torre existe desde que los seres humanos construyen.

Diversas construcciones en altura anteriores a la arquitectura moderna

Las chimeneas de todo tipo son una constante en la mayoría de civilizaciones, a partir del momento en que es necesario lanzar al aire, y a una cierta altura, los humos derivados de una combustión. Las variaciones sobre esta tipología constructiva son infinitas, pero suele prevalecer su carácter específico como elemento tubular con un conducto central vertical definiendo un cuerpo cerrado, normalmente de planta circular, en el que la dimensión vertical es claramente dominante sobre las restantes. El elevado radio de giro de sus secciones favorecería un buen comportamiento frente a posibles inestabilidades por

pandeo. También los constructores de pirámides buscaban alcanzar alturas importantes, pero lo hacían con otros criterios, planteando plantas cuadradas que escalonaban su altura en búsqueda de una mayor durabilidad y estabilidad. La finalidad representativa de estas construcciones sería básicamente simbólica, aunque implicase una serie de conceptos mucho más complejos. La helicoidal Torre de Babel encajaría en este punto del discurso. A lo largo del tiempo, la mayor parte de las religiones hicieron uso de las construcciones verticales para favorecer una percepción espiritual a distancia, llenándose el mundo de torres de campanario, de pagodas y de minaretes, construcciones, todas ellas, de una gran esbeltez, precursoras geométricas del moderno rascacielos.

Durante el renacimiento italiano aparecieron ya las célebres torres de planta sensiblemente cuadrada, con dimensiones muy limitadas en planta (raramente superaban los 10 metros de lado) cuya finalidad era otorgar la máxima notoriedad a las familias que las levantaban, al poner en relación su poderío



Fig. 5. Chimenea industrial de la Bóvila Almirall (terrassa). Fig. 6. Gran pirámide de Keops. Fig. 7. Pagoda china. Fig. 8. Torre de Babel. Fig. 9. Minarete de la Mezquita de Ortahisar (Turquía). Fig. 10. Campanile de San Marcos (Venecia). Fig. 11. Campanario de la Catedral de Ulm (Alemania)



Figs. 12 y 13. Las torres de San Gimignano. Fig. 14. Bolonia durante el renacimiento. Fig. 15. La Torre Asinelli, la más alta que se conserva en Bolonia

con la altura alcanzada. La finalidad de estas construcciones, muy frecuentes en las ciudades toscanas como Bolonia o San Gimignano, por citar sólo las más célebres, era, en este caso, una exhibición del poder de quien las levantaba. Sin embargo, siendo limitada la dimensión del cuadrado de su base, pretender elevarse en exceso comportaría el riesgo de un colapso por falta de estabilidad o por superación de las tensiones admisibles de los materiales componentes, al quedar, por ejemplo, solicitadas las torres a fuertes vientos ocasionales. El más que posible ridículo que, sin duda, acompañaría el colapso podría comportar una autolimitación en la intensidad del poder que debería tener quien hubiera optado por manifestar su potencia de esta manera. La flexocompresión y las inestabilidades de todo tipo, por un lado, y el ansia de manifestar el poder a través de la altura, por el otro, serían, en estos casos, los dos factores más importantes en el planteamiento de estas construcciones. Imagino la responsabilidad y el temor de los arquitectos o constructores encargados de levantar estas torres, en ocasiones con alturas que alcanzaban a superar los 100 metros.

La necesidad de almacenar grano o agua, por un lado, o de comunicarse a distancia, por otro, llevó a los ingenieros a la construcción de diferentes tipos de torres que pudiesen transmitir diversas señales a distancias cada vez mayores. Aparecieron así diferentes tipos de construcciones, generalmente caracterizadas por su desarrollo en altura, siguiendo siempre la evolución de las técnicas de cada momento. Surgieron los faros, los molinos, las torres de transporte de electricidad, telefonía y telecomunicaciones en general, las torres de retención de agua y los silos de elevación para almacenamiento de trigo. Los materiales disponibles en cada momento y lugar, conjuntamente con las particularidades constructivas de cada zona eran los principales condicionantes para cada situación específica. En otro orden de cosas, el conocimiento técnico y la capacidad de análisis mejoraba permanentemente y, por ello, las diferentes tipologías de torres no edificatorias siguieron evolucionando.

La llegada de la Revolución Industrial propició la llegada del apasionante siglo XIX, caracterizado por la necesidad de mani-

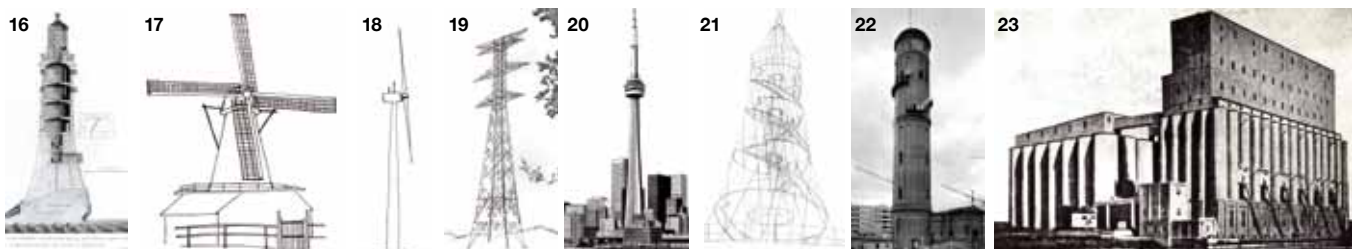


Fig. 16. Faro de Eddystone (siglo XIX). Fig. 17. Molino de aspas (siglo XVIII). Fig. 18. Aerogenerador eólico (siglo XX). Fig. 19. Torre eléctrica (siglo XX). Fig. 20. Torre de telecomunicaciones de Toronto (siglo XX). Fig. 21. Torre mirador de Killarney en Stuttgart (siglo XX). Fig. 22. Torre de las aguas del Besos en Barcelona (siglo XIX). Fig. 23. Silos de elevación canadienses (siglo XX)

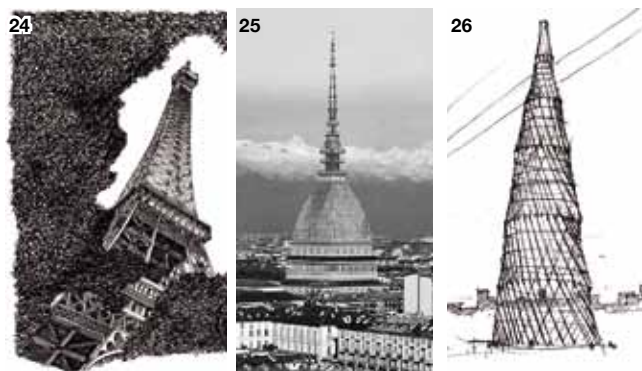


Fig. 24. Torre Eiffel de París. Fig. 25. Mole antonelliana de Turín.
Fig. 26. Torre de Telecomunicaciones de Moscú

festar la potencia constructiva de determinados materiales. La capacidad productiva de cada país y la necesidad de demostrar lo que podría lograrse con los nuevos materiales propiciaron la aparición de nuevas construcciones en altura. En este contexto es remarcable la construcción de la parisina Torre Eiffel, el año 1889, con una altura superior a los 300 metros, para mostrar al mundo los avances que se podían alcanzar haciendo uso de la estructura metálica. Unos años antes (1863) Alessandro Antonelli inició en Turín la construcción de la célebre Mole Antonelliana, reivindicando el uso exclusivo de la fábrica de ladrillo, alcanzando así una altura de 167 metros, impensable por aquella época para un edificio en altura.

Antes de que finalizase el siglo XIX, el ingeniero ruso Vladimir Soukhov había comenzado a levantar altísimas torres de telecomunicaciones, con técnicas constructivas absolutamente novedosas, comenzando a utilizar hiperboloides con propuestas formales asentadas en la extraordinaria ligereza que puede aportar el trabajo “por la forma” basado en planteamientos geométricos que posibiliten el trabajo a esfuerzos axiales puros, minimizando la presencia de esfuerzos cortantes y flectores en la estructura. Soukhov culminó sus experiencias constructivistas con el izado de la célebre Torre de Telecomunicaciones de la Calle Shabolovska de Moscú (1921), prevista para una altura cercana a los 350 metros, que, finalmente, se vieron reducidos a algo menos de la mitad.

Los inicios de los grandes rascacielos modernos: la Escuela de Chicago

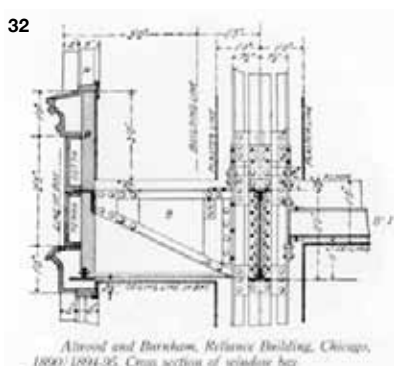
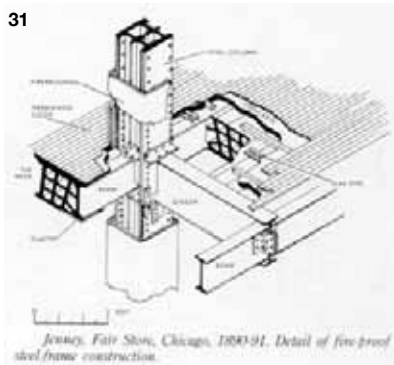
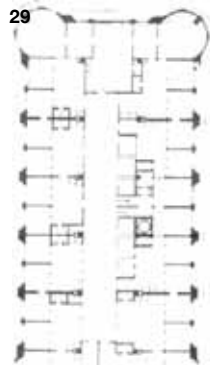
Los grandes edificios clásicos, como los templos griegos o romanos, las basílicas bizantinas, las iglesias o los palacios renacentistas, e incluso ciertas muestras de la arquitectura monumental de los siglos XVIII y XIX se basaron en la consecución de un orden, utilizando, para conseguirlo, ciertas disposiciones

pautadas, en planta y alzado, de los elementos resistentes. Los planteamientos estructurales identificaron esta necesidad de orden, preferentemente horizontal en sus inicios, que se fue extendiendo a la construcción en altura, acompañando posteriormente su evolución a lo largo de los últimos ciento-cuarenta años.

Un ejemplo muy adecuado para comenzar este subcapítulo lo tenemos en la arquitectura de la Escuela de Chicago, cuando, como consecuencia del gran incendio de 1871 que destruyó una buena parte de la ciudad, se tuvo que proceder a su reconstrucción. La necesidad de volver a levantarla propició un movimiento arquitectónico fascinante, ya que lo que se propuso no tenía nada a ver con lo que se había hecho hasta aquel momento. La tentación de mimetizar las nuevas construcciones con las antiguas, introduciendo en ellas, por ejemplo, una componente neogótica o ecléctica dejó paso a unos planteamientos radicalmente diferentes. Ya comenzaban a surgir métodos de cálculo numérico bastante seguros como para arriesgarse a levantar edificios mucho más altos (entre 10 y 18 plantas fue la tónica habitual para los primeros rascacielos que se proyectaron). Un factor decisivo en esta evolución lo encontramos en la rápida evolución del mundo de los ascensores y elevadores, lo que contribuyó a la desaparición de los límites al crecimiento en altura.

Por otro lado, la llegada de un grupo de arquitectos de muy alto nivel, como Henry Hobson Richardson (1838-1886), Daniel Burnham (1846-1912), John Root (1850-1891), Louis Sullivan (1856-1924), y, muy especialmente, del ingeniero y arquitecto William Le Baron Jenney (1832-1907), fue decisiva para lograr que el nuevo espíritu acabase imponiéndose y el actual Chicago se convirtiese en una realidad.

Los aspectos principales de la arquitectura de esta Escuela hay que encontrarlos, al margen de la mayor facilidad para construir en altura, en la necesidad de liberar el espacio de pesados y molestos muros de carga. Ya en los primeros proyectos se substituyeron los muros lineales por columnas puntuales repartidas ordenadamente en el interior de las plantas, y, muy pronto, se dio el segundo gran paso, al sustituir la piel masiva –y muy gruesa– de fábrica cerámica o pétreo, por columnas ritmadas de manera que posibilitasen mayores oberturas para favorecer la entrada de la luz, manteniendo, no obstante, un orden compositivo muy disciplinado. Finalmente, un nuevo aspecto resultó decisivo: la posibilidad de utilizar nuevos materiales, como el acero y el vidrio, que permitieron cambiar completamente la concepción plástica y espacial de los edificios.



Figs. 27 a 32:
algunos aspectos
arquitectónicos y
estructurales de los
primeros rascacielos de
la escuela de Chicago

¿A quién se puede atribuir el mérito estructural de los rascacielos de la Escuela de Chicago? Al margen de Le Baron Jenney, quien, por su formación, estaba bastante preparado para hacerlo, se contó con el trabajo de algunos ingenieros estructurales, como Charles L. Ströbel y W.S. Smith, pero poco se conoce de su actividad. Del primero de ellos sabemos, sin embargo, que calculó, para Le Baron Jenney, la estructura del Home Insurance Building (1884).

La evolución posterior de los edificios en altura

Los edificios de aquellos primeros años (1880-1900) se mantuvieron con alturas razonables, pero el camino estaba abierto, y con pocas décadas de distancia las alturas fueron creciendo, y así treinta, cincuenta, cien plantas, y más, se alcanzaron bien pronto. El año 1930 se inauguró el Chrysler Building (arquitecto: William Van Alen) en Nueva York, con 78 plantas y 301 metros de altura. Tan solo dos años más tarde finalizó el Empire State Building (arquitecto: William F. Lamb), también en Nueva York, con 101 plantas y 381 metros, y esto no hacía más que comenzar. Fue necesario llegar al año 1973, cuando se acabaron las infortunadas torres gemelas (arquitecto: Minoru Yamasaki), que con una altura de 417 metros superaron los 381 metros del Empire.

A lo largo del primer cuarto del siglo XX, arquitectos de primera línea como Ludwig Mies van de Rohe, Auguste Perret, Le Corbusier, Ludwig Hilberseimer o Walter Gropius, e, incluso, el propio Antoni Gaudí, habían propuesto ya edificios en altura. De todos ellos, el que tuvo mayor relevancia en este campo fue Mies van de Rohe (1886-1969). En Alemania, el año 1921, había realizado ya el proyecto futurista de un rascacielos de acero y vidrio para ubicarlo en la Friedrichstrasse de Berlín. Años más tarde utilizó esta técnica para proyectar, por ejemplo, las dos torres de apartamentos del Lake Shore Drive, en Chicago (1951). Posteriormente, Mies levantó rascacielos tan importantes y representativos como el edificio Seagram en Nueva York (1958) o la torre IBM en Chicago (1970).

Es interesante recordar algunas de las reflexiones de Mies van de Rohe respecto al papel de sus estructuras: "... El principio de un orden estructural se ha contemplado a lo largo de todas las grandes épocas arquitectónicas. Morfológico y orgánico a la vez, este orden se convierte en una condición imprescindible donde la forma se convierte en una consecuencia de la estructura y no en la razón de la construcción... La estructura es un concepto filosófico, un todo de abajo hacia arriba, hasta el último detalle, basado sobre las mismas ideas..."



Fig. 33. Chrysler building.

Fig. 34. Empire State building.

Fig. 35. Silueta de la ciudad de Nueva York

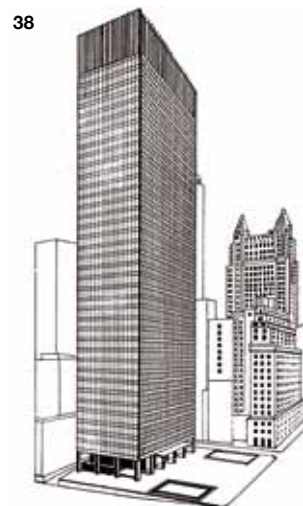
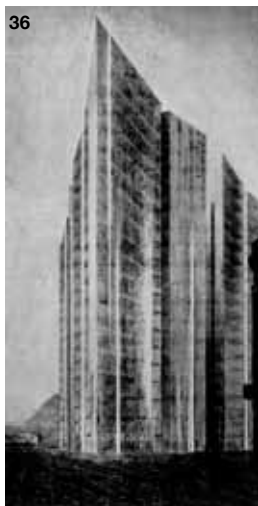


Fig. 36. Propuesta para la Friedrichstrasse. Berlín. Fig. 37. Torres de Lake Shore Drive. Chicago.

Fig. 38. Seagram building. Nueva York. Fig. 39. Torre IBM. Nueva York

“... El vigor creativo de un principio general depende, precisamente, de su generalidad... A esto es a lo que me refiero cuando hablo de estructura en la arquitectura. No se trata de ninguna solución especial, sino de una idea general...”.

El año 1922 ocurrió un hecho importante en la evolución conceptual de los grandes rascacielos, cuando se convocó un Concurso Internacional para construir la nueva sede del Chicago Herald Tribune, al que se presentaron los principales arquitectos de todo el mundo. Howells & Hood resultaron vencedores, con un edificio proyectado con criterios marcadamente neogóticos. Los planteamientos de la arquitectura internacional fueron derrotados en beneficio de una construcción muy alejada de los primeros planteamientos realmente modernos. Los estilos del

pasado se impusieron a posturas más evolutivas, y el acontecimiento supuso un cierto freno a las nuevas tendencias. Afortunadamente la situación pudo ser reconducida y la evolución continuó en la línea que, básicamente, había marcado Mies van der Rohe, basando la arquitectura de estas construcciones en la forma sugerida por su planteamiento estructural.

Más recientemente, los diseñadores estructurales de los grandes rascacielos han adquirido mayor popularidad, destacando, por encima de todos ellos, la figura del hindú Fazlur Khan (1929-1982), quien proyectó la estructura, entre las de otros rascacielos, del edificio John Hancock Center en Chicago (1970, arquitectos: Skidmore & Owings & Merrill, grupo SOM) y de la torre Sears, también en Chicago (1974, arquitecto: Bruce

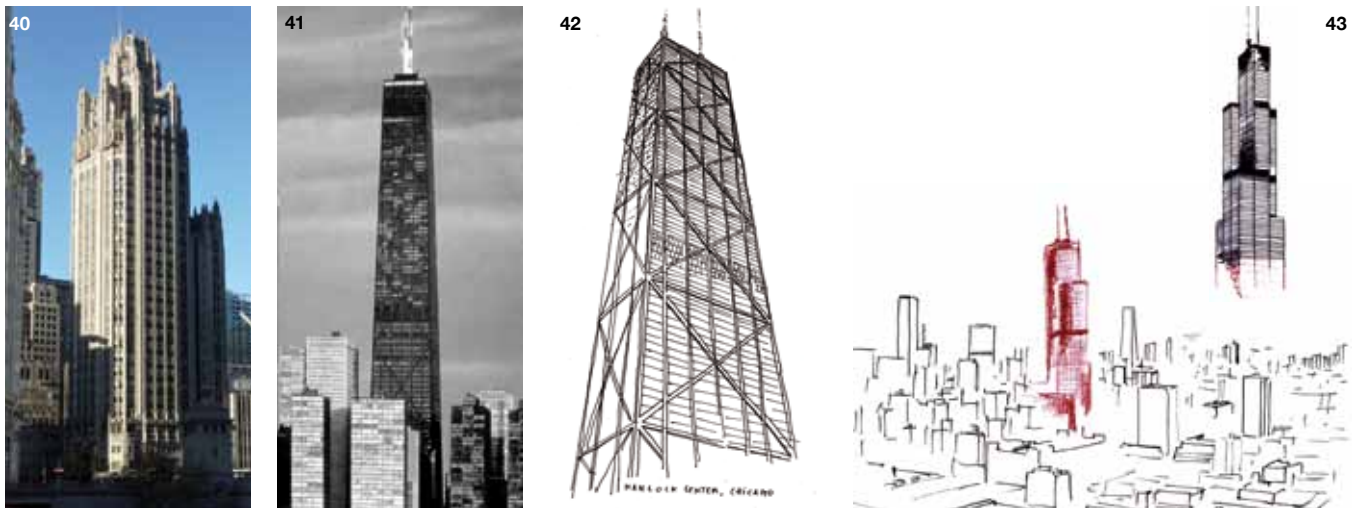


Fig. 40. Chicago Herald Tribune. Figs. 41 y 42. John Hancock Center. Chicago. Fig. 43. Torre Sears. Chicago

Graham, grupo SOM), todos ellos con potentes estructuras metálicas.

Se había creado una colección de tipos concretos para la construcción de los rascacielos, de manera que a cada altura le correspondía una determinada solución estructural, u otra, como si de un repertorio de optimización se tratase. Esto no es, en absoluto, un demérito para el planteamiento estructural de sus arquitectos, sino más bien lo contrario, ya que se imponía un tipo de disciplina optimizada para cada situación concreta de altura y de forma de la planta arquitectónica. Los edificios en altura posteriores continuaron basándose en estos principios de orden y optimización, levantando sus arquitectos numerosos ejemplos admirables en esa línea (F. L. Wright, C. Pelli, M. Yamasaki, R. Rogers, N. Foster, R. Piano, K. Tange, I. M. Pei,...).

Un nuevo fenómeno ha comenzado, sin embargo, a manifestarse con la llegada del siglo XXI: el rascacielos se ha convertido paulatinamente en un referente icónico, asumiendo el papel

definidor de la silueta de cualquier gran ciudad. El atrevimiento de algunos arquitectos de élite de los últimos años ha propiciado nuevas geometrías y planteamientos mucho más osados, amparados en métodos de análisis más ambiciosos y en una superior capacidad de los sistemas de representación gráfica para la generación de geometrías especiales. Han surgido, así, edificios en altura ciertamente rompedores de los planteamientos optimizados del último cuarto del siglo XX. Como ejemplos más representativos podemos mencionar proyectos de Rem Koolhaas, de Santiago Calatrava, de Zaha Hadid, de Dominique Perrault, de Enric Miralles y Benedetta Tagliabue o de Louis Kahn y de tantos otros. Se trata de obras que tienen un lenguaje propio, no siempre concordante con los planteamientos arquitectónicos del resto de su obra. El arquitecto deja de entender los proyectos en altura como propuestas que deben mantener una coherencia conceptual con su obra anterior, como ocurría, por ejemplo, en la obra de Mies van der Rohe, para lanzarse en busca de nuevas formas que puedan ser analizadas por sí mismas, de manera independiente respecto al resto de sus propuestas anteriores.

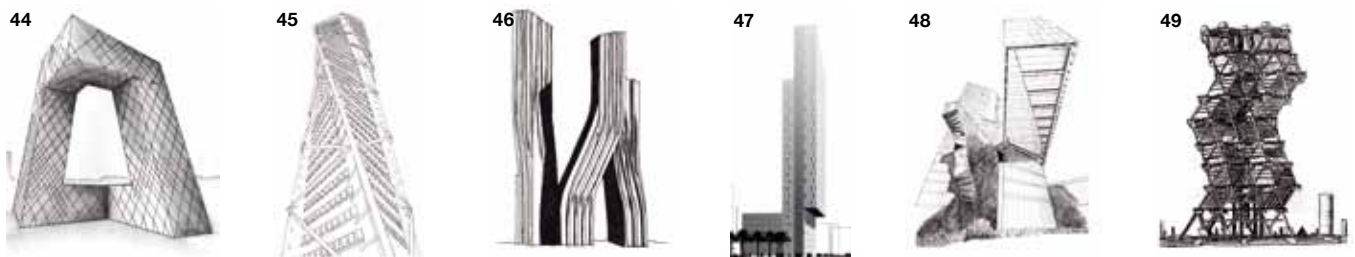
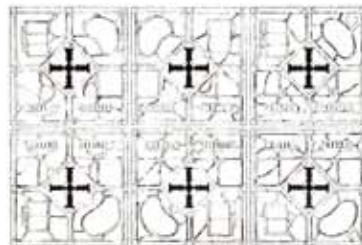


Fig. 44. Rem Koolhaas. Edificio CCTV. Pekín. Fig. 45. Santiago Calatrava. Turning Torso. Malmö. Fig. 46. Zaha Hadid. Signature towers. Fig. 47. Dominique Perrault. Hotel Habitat Sky. Barcelona. Fig. 48. E. Miralles y B. Tagliabue. Gas Natural Barcelona. Fig. 49. Louis Kahn. City tower. Filadelfia

Esta singularización de los proyectos en altura ha influenciado y conducido recientemente a los proyectistas de edificios en altura, y lo ha hecho en dos direcciones menos atractivas. Por un lado, hacia el logro de un objetivo basado en la necesidad de ir superando el pasado a base de alcanzar récords de altura o de esbeltez en las zonas de actuación, como ocurría en el pasado con ocasión de la construcción de puentes que debían superar los anteriores registros de luz a salvar para cada tipología, y, por el otro, hacia la masificación de extraños edificios en altura, concentrados, de manera a menudo poco razonable, en zonas de alta densidad edificada, siguiendo planteamientos especulativos que poco o nada tienen que ver con las necesidades de una ciudad o un territorio. En este sentido resultan decepcionantes las caóticas intervenciones en altura que en estos últimos años se están produciendo en numerosas ciudades asiáticas o sudamericanas, con siluetas urbanas caracterizadas por una ausencia total de amabilidad. La pérdida de la emoción ante la arquitectura en las nuevas ciudades es, para mí, evidente, y me produce una cierta tristeza contemplar crecimientos como algunos de los que se exponen a continuación.

58



59



60



Figs. 58 y 59. Ciudad-torre de Le Corbusier.

Fig. 60. Ciudad-torre de A. Perret

50



51



52



53



54



55



56



57



Figs. 50 a 57: siluetas de Shangai, Doha, Dubai, Hong-Kong, Tokio, Sidney, Sao Paulo y Singapur

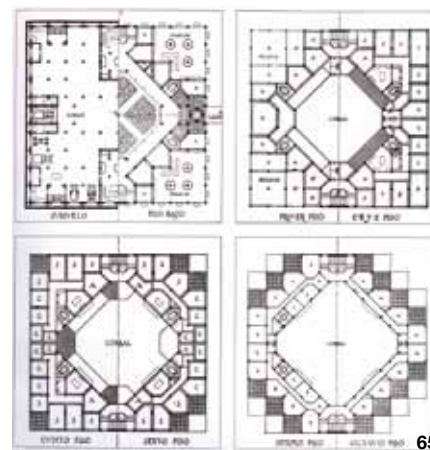
Cuán lejos queda esta realidad descontrolada respecto a las propuestas que muchos años antes habían elaborado arquitectos de tanto prestigio como Le Corbusier o Auguste Perret con sus 'ciudades-torre' proyectadas entre 1920 y 1922. Allí los edificios en altura surgían como una necesidad para conseguir densidades razonables en un contexto urbanístico que tenía en cuenta muchos factores favorables: asoleamiento, posibilidad de grandes zonas ajardinadas, excelentes perspectivas visuales, facilidad de desplazamiento, posibilidades de seriación constructiva, etc... Nada que ver con el caos de los últimos crecimientos en altura.

Dos propuestas singulares de edificios en altura: las ideas por Piero Portaluppi y por Antoni Gaudí

Pocos arquitectos presentan un perfil profesional con una obra tan dispersa y errática como el milanés Piero Portaluppi (1888-1967). Sin ser un arquitecto de primera línea, destacó especialmente en la construcción de centrales hidroeléctricas entre 1913 y 1927. Construyó cerca de una docena de ellas, con estilos que difícilmente podrían encajar dentro de alguno de los movimientos que se movían en Europa a lo largo de aquellos años. Durante el período entre 1926 y 1930 proyectó, sin embargo, diversos pabellones expositivos y pequeños edificios de vivienda con un estilo arquitectónico muy próximo a la arquitectura que se proponía desde los movimientos racionalistas más próximos.

El interés de Portaluppi, sin embargo, no lo encontramos en su obra construida, muy abundante a lo largo de más de 50 años, sino en sus planteamientos utópicos para la construcción de ciudades o barrios del futuro. Era la década de los años veinte cuando realizó tres de sus propuestas más apasionantes. La

primera de ellas es la 'ciudad nueva' de Allabanuel, que proyectó allá por el año 1920 como una opción para una ciudad residencial del futuro, con numerosos bloques integrados en un conjunto muy isótropo con alzados y plantas escalonados.



Figs. 64 y 65.
Esquemas de la ciudad utópica de Allabanuel



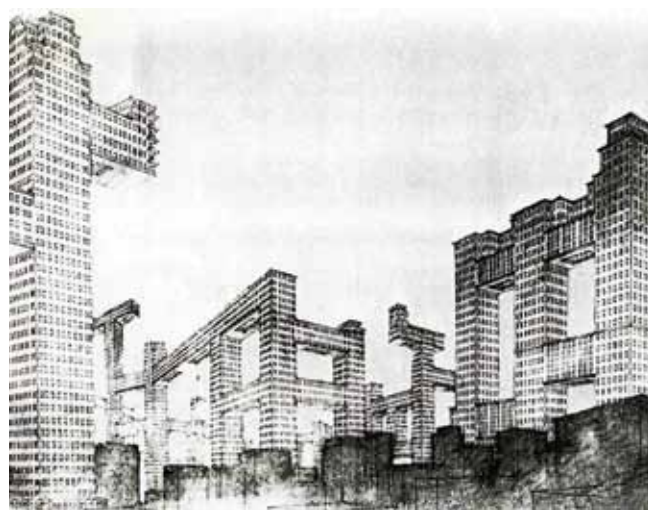
Figs. 61 a 63. Pabellones para exposiciones



Figs. 66 y 67. Capilla y jardinera escalonada

Estas geometrías escalonadas no representan un caso especial dentro del conjunto de su obra, ya que las había propuesto en numerosas ocasiones en diversos proyectos y diseños, como se ve en las imágenes adjuntas, correspondientes a una pequeña capilla y a una jardinera. En el interesante libro 'Piero Portaluppi, línea errática dentro de la arquitectura del Novecento' se pone en relación el proyecto de Allabanuel con algunos proyectos del arquitecto francés Henry Sauvage (1873-1932), un auténtico pionero en el uso del hormigón armado y en la utilización de la técnica del prefabricado en la edificación en altura.

El segundo proyecto utópico de Portaluppi fue la propuesta para la 'ciudad futura' de Hellytown, pensada el año 1925, con numerosos bloques de gran altura que se conectan entre ellos mediante edificios-puente. Se podría hablar de una propuesta a mitad de camino entre los futuristas italianos, como Antonio Sant'Elia y Mario Chiattone, por un lado, y los constructivistas soviéticos, como El Lissitzki, Nicolas Ladowski o Iakov Tchernikov, nombres, todos ellos, que



68. Ciudad utópica de Hellytown

tuvieron una notable influencia en las arquitecturas progresistas posteriores.

Al margen de Portaluppi, he mencionado seis arquitectos pioneros, cuya obra principal se sitúa entre 1910 y 1930. Todos ellos hicieron propuestas de construcción en altura, y en todos los casos las plantearon como la continuación lógica de su manera particular de entender la arquitectura. La incipiente tipología de edificios muy altos les ofrecería, por encima de todo, una vía para prolongar sus inquietudes arquitectónicas o estilísticas. El conocimiento estructural difícilmente lo aportarían desde sus propios gabinetes, siendo inevitable confiárselo a equipos más preparados, y, sin embargo, la correspondencia biunívoca entre la estructura y la arquitectura a la cual aquella debía servir tendría que ser entendida como una exigencia imprescindible. Pero estamos en los inicios de esta nueva tipología edificatoria, y los intentos raramente fueron ejecutados, quedándose en sugerencias para una posible evolución futura. Estas son algunas de las propuestas arquitectónicas de estos autores para sus edificios en altura (ver figuras 69 a 74).

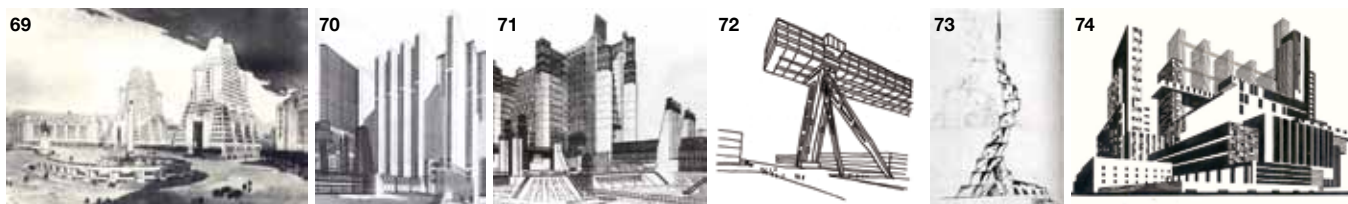


Fig. 69. Henry Sauvage. Proyecto para la Porte Maillot (París, 1931). Fig. 70. Mario Chiattone (~1914).

Fig. 71. Antonio Sant'Elia (~1913). Fig. 72. El Lissitzki y Mart Stam, Rascacielos horizontal (~1924).

Fig. 73. Nicolas Ladowski (~1921). Fig. 74. Jakob Tchernikov (~1924)

Volvamos ahora a Piero Portaluppi y a la tercera de sus grandes propuestas utópicas para la arquitectura del futuro. El año 1920 se inventó un encargo de una dudosa sociedad SKNE (SK-yli-NE) para estudiar la construcción de un edificio de gran altura en Nueva York. La propuesta contemplaba una torre de unos 90 pisos de altura, con una altura de 316 metros que, de haberse construido habría representado el mayor logro jamás alcanzado en edificios de este tipo hasta el momento (recordemos que el Chrysler Building y el Empire State Building, que por dimensión podrían ser considerados cercanos a la propuesta SKNE, se construyeron a lo largo de la década de los treinta). Como una complejidad adicional cabe mencionar que las 60 plantas superiores estaban apeadas por cuatro esbeltas columnas-torre, de unos 110 metros de altura, dejando un gran espacio libre entre ellas, debajo de la proyección en planta del rascacielos superior.

Curiosamente, este proyecto, que en su tiempo debió ser considerado una locura visionaria, no parece inconstruible, al producirse la descarga del cuerpo superior sobre el gran vacío central con un escalonamiento en toda la altura de unas 15 plantas de altura, lo que facilitaría su viabilidad al movilizar la captura de la carga por cortante a través de una gran cantidad de puntos de recepción. En cualquier caso, el proceso de cálculo hubiera marcado definitivamente las limitaciones de esta solución ante solicitudes importantes de viento o sismo. Detectamos en el diseño del edificio una de las características arquitectónicas del resto de la obra de Portaluppi: la presencia de elementos escalonados, en las 15 plantas de transición y en las siete plantas

superiores. Podemos concluir remarcando el atrevimiento de la propuesta, en la línea de osadía que siempre caracterizó al personaje. Parece ser que el encargo fue una invención, pero es incuestionable el interés que la solución tenía.

Portaluppi proyectó su rascacielos SKNE en el año 1920. Sin embargo, diez años antes, el arquitecto catalán Antoni Gaudí (1852-1926) estuvo trabajando durante tres años en el proyecto del Hotel Attraction, en el corazón de Manhattan, en el mismo solar donde posteriormente se emplazarían las Torres Gemelas del World Trade Center. No están claras las circunstancias del encargo, puesto que todo parece remitir a una visita que el año 1908 Gaudí recibió de dos importantes industriales americanos que le pidieron que analizara la viabilidad del proyecto. Se dispone únicamente de los esquemas del proyecto que fueron recuperados después de la guerra civil española, perdiéndose en la contienda el resto de documentos del trabajo realizado, que se abandonó el año 1911.

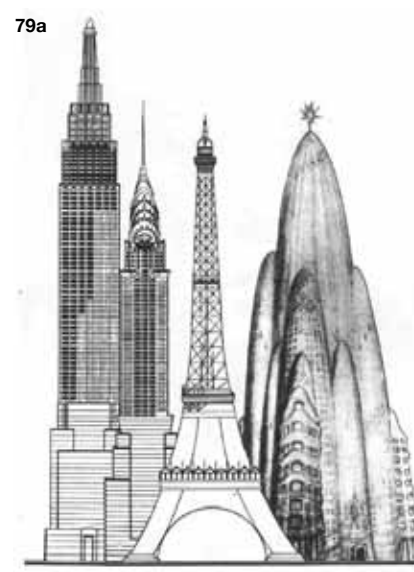
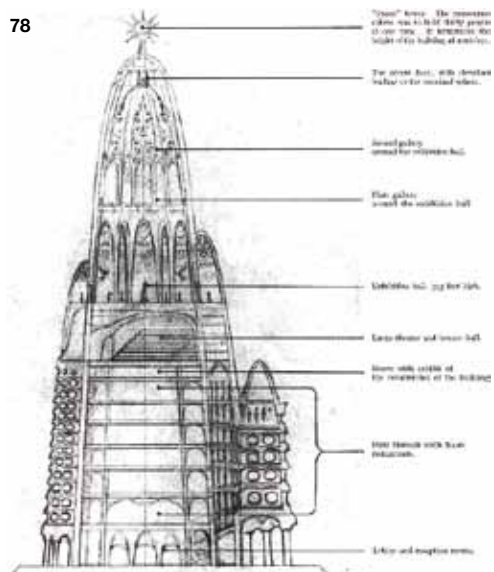
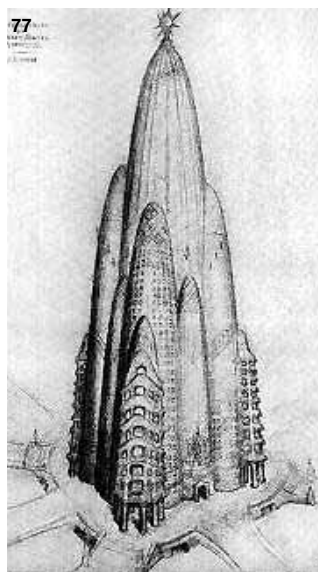
El hotel tenía una altura cercana a los 320 metros y, de haberse realizado, habría sido el edificio más alto del mundo en su momento. Estaba prevista su construcción con hormigón armado y acero, siendo su planteamiento arquitectónico muy similar al de otras obras del arquitecto en Barcelona. Una gran torre central con una imponente cúpula apuntada estaba rodeada por otras nueve torres menores dispuestas perimetralmente, a la manera de las grandes mezquitas bizantinas.

Gaudí utilizó, para dar forma a su rascacielos, la misma metodología que habría utilizado para sus proyectos más ambiciosos de Barcelona. Determinadas formas recuerdan la Sagrada Familia, otras remiten a la Casa Milá (La Pedrera) y algunas formas son el resultado de análisis similares a los que utilizó en la Colonia Güell. Valga como ejemplo la imagen resultante, en otro proyecto, de la 'inversión' de sus volúmenes, siguiendo su metodología basada en la inversión catenária y en el uso de los polígonos funiculares invertidos.

Este es un ejemplo ilustrativo de la manera de trabajar de un arquitecto que siempre utilizó planteamientos similares para todos sus proyectos, independientemente del tamaño o la altura. Es evidente que los métodos analíticos actuales para calcular la estructura del hotel le habrían conducido, de conocerlos, en direcciones distintas, más acordes con la exigencia de un proyecto de tanta envergadura, pero la fidelidad a un estilo constructivo y a una concepción estructural estaban presentes en este curioso proyecto. **ROP**



Figs. 75 y 76. Propuesta arquitectónica para un rascacielos en N. York (1920)



79b

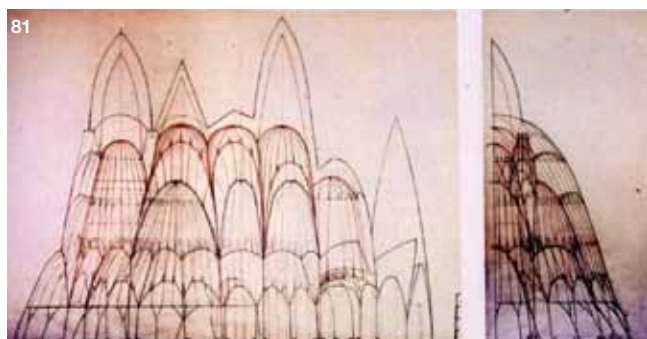
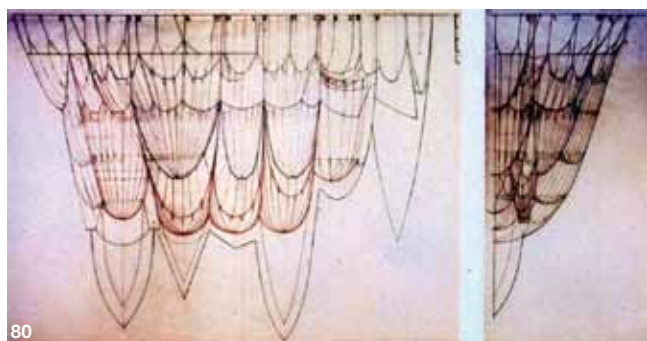


Fig. 80. Modelo suspendido trabajando a tracción pura
Fig. 81. Modelo invertido trabajando a compresión pura

Barrera antisal en el Delta del Ebro



Luis Berga

Doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Presidente honorario de la Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD)

Resumen

Los deltas del mediterráneo presentan una gran variedad geográfica, morfológica, hidrológica, socioeconómica y medioambiental, pero tienen una problemática común. En este artículo se muestran las características de la salinización y penetración de la cuña salina en el delta del Ebro. Se describe la formación y dinámica de la cuña salina y la necesidad de mitigar sus efectos. Para ello se propone la construcción de una barrera antisal, en las proximidades de la desembocadura del río.

Palabras clave

Deltas, salinización, cuña salina, barreras antisal

Abstract

The deltas of the Mediterranean present a great geographical, morphological, hydrological, socioeconomic and environmental diversity, but they have some common problems. In this article the characteristics of the salinization and penetration of the salt wedge in the Ebro's delta are shown. It is described the formation and dynamics of the salt wedge and the necessity of mitigating their effects. It is proposed the construction of a saltwater barrier, near the mouth of the river.

Keywords

Deltas, salinization, salt wedge, saltwater barrier

1. Introducción

Los deltas del Mediterráneo son enclaves estratégicos que en general disponen de abundantes recursos de agua y de tierras muy fértiles. Por ello, a lo largo de la historia las poblaciones han colonizado las tierras deltaicas, consolidando abundantes producciones agrícolas y pesqueras. Por otro lado, presentan una gran biodiversidad y riqueza medioambiental. A pesar de su gran variedad geográfica, morfológica, hidrológica, socioeconómica y medioambiental, los deltas mediterráneos tienen una problemática común. Los principales retos actuales de estos deltas se refieren a la gestión de los recursos de agua y a su calidad, sequías e inundaciones, regresión costera, subsidencia, cambio climático y elevación del nivel del mar, agricultura medioambiental, zonas húmedas, conservación del medio ambiente y desarrollo sostenible de los deltas. En este artículo voy a referir la problemática de la salinización del Delta del Ebro y a la penetración de la cuña salina.

2. Salinización del Delta del Ebro y cuña salina

El Delta del Ebro se enmarca en una zona en la que las aportaciones de agua dulce provienen: de los flujos subterráneos de las calizas aguas arriba del delta que dan

lugar a afloramientos superficiales en la parte inicial del delta (denominadas localmente 'ullals'), del agua de lluvia, del agua del río Ebro, y fundamentalmente del agua dulce de los riegos del arroz (724 Hm³/año) –ver figura 1 (flechas azules)–. Pero el agua del mar penetra con fuerza a través de los acuíferos subterráneos, y también a través del río, debido a su mayor densidad, formando una cuña salina que se desplaza por el fondo del lecho fluvial –ver figura 1 (flechas rojas)–. En este frágil equilibrio entre agua dulce y salada, el papel de agua de riego es esencial, y es el que mantiene una adecuada salinidad para los cultivos y la vida del delta.

La formación de la cuña salina y su penetración a través del fondo del río depende fundamentalmente de los caudales del río, de la morfología fluvial del fondo y de la dinámica marítima, mareas, vientos y oleaje. Las principales causas de intrusión y permanencia de la cuña son debidas a las variaciones del régimen del río, al aumento de extracciones aguas arriba, a la subsidencia del delta, a los dragados que produzcan alteraciones morfológicas del lecho del río, y a la elevación del nivel del mar.

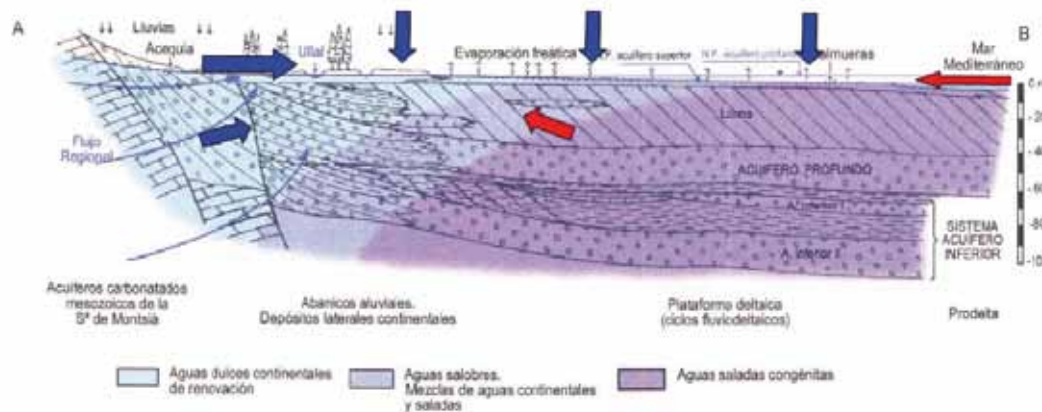


Fig. 1. Salinidad del Delta del Ebro. Flechas: azules (agua dulce), rojas (agua salada)



Fig. 2. Penetraciones de la cuña salina con relación a los caudales del río

Los análisis y modelos de la dinámica de la cuña salina en el Delta se muestran en la figura 2, que relaciona los caudales del río con la penetración de la cuña salina [1].

Así, por ejemplo, con caudales inferiores a 80 m³/seg, la cuña penetra hasta el Barranco de la Galera, aguas arriba de Amposta, a más de 32 km de la desembocadura del río. Esto puede dar lugar a una eutrofización y anoxia del río, sin renovación de las masas de agua salada en el fondo del río. Con los caudales ecológicos propuestos en el Plan Hidrológico del Ebro, que varían entre 80 m³/seg y 150 m³/seg [2], la permanencia 'estricta' de la cuña salina sería a lo largo del año de seis meses en la Galera, cuatro meses en Amposta, y dos meses en Deltebre.

Para mitigar los efectos de la cuña salina existen diversas medidas, tales como la gestión del caudal del río y del régimen de explotación de los embalses, la mejora de la calidad del agua, la reutilización de agua, la construcción de redes de canales de aportación de agua dulce, y las barreras antisal.

3. Barrera antisal del Delta del Ebro

El objetivo principal de las barreras antisal es evitar la penetración extensa de la cuña salina, controlando su dinámica. En su diseño hay que tener en cuenta los aspectos relativos a la navegación y migración de las especies piscícolas, y las circunstancias medioambientales y paisajísticas. Hay diversos tipos estructurales: barreras pasivas o activas, fijas o móviles. Existen numerosos ejemplos de barreras antisal en los deltas.

Entre otros, cabe citar las barreras en el delta del Mississippi, en los ríos Neches, Guadalupe y Trinity en Texas, en el río Aude en Francia, y en el delta del río Mekong [3]. En el mediterráneo es clásico el ejemplo de las barreras en el delta del Po, situadas en diversos brazos del río en la zona de la desembocadura. En el Po las primeras barreras eran de tipo móvil, desmontables, de tipo pasivo (ver figura 3). Este tipo de barrera consta de unas clapetas móviles que en condiciones normales están abiertas debido al empuje del agua del río. Pero cuando la cuña salina intenta penetrar, las clapetas se cierran debido al mayor empuje que ejerce el agua del mar, impidiendo así la penetración de la cuña (figura 3a). Sin embargo, a medida que se han ido implantando nuevas barreras en tramos del río con más envergadura se han ido transformando en barreras fijas y activas, que permiten controlar de manera más eficaz la penetración de la cuña [4].

En el delta del Ebro, la alternativa más eficaz es de barrera móvil activa, que permite contener la intrusión de la cuña en una sección determinada, a la vez que controlar su dinámica alternando su estancamiento y renovación, lo que daría lugar a poder realizar una verdadera gestión de la cuña salina, adaptándola a las variaciones temporales del caudal del río y de la calidad de las aguas. Las barreras móviles activas son las

que mejor se adaptan a las características del cauce principal del río Ebro. Se trata de estructuras de compuertas móviles, con compuertas de clapetas abatibles sobre el lecho del río, por ser las que producirán una menor incidencia visual sobre la llanura deltaica (ver figura 4). La barrera estaría situada a unos 5,0 km-5,5 km de la desembocadura. La barrera está constituida por 11 pilas tajamares de 10 m de altura y 3 m de espesor, que forman 10 vanos de 17 m sobre las que se enmarcan las compuertas tipo clapeta, abatibles hacia aguas abajo, por giro sobre su punto inferior. En conjunto se contemplan 10 compuertas, seis de dimensiones de 17 m x 8 m, y cuatro de 17 m x 6 m. El movimiento de las compuertas y su abatibilidad se realizará mediante mecanismos hidráulicos anclados en las pilas. Los dos vanos centrales se adaptan para permitir la navegación turística y deportiva del tramo inferior del río Ebro, que requiere calados del orden de los 2,00 m [5].

Además, esta barrera permitiría una mejor y más eficiente redistribución de los recursos de agua dulce del delta, ya que en la zona de aguas arriba del río se podrían utilizar y acondicionar las infraestructuras hidráulicas existentes y futuras para la alimentación con agua dulce de las lagunas, bahías y humedales (Fig. 5), lo que supondría unas mejoras sustanciales en las condiciones medioambientales de la totalidad del delta. **ROP**

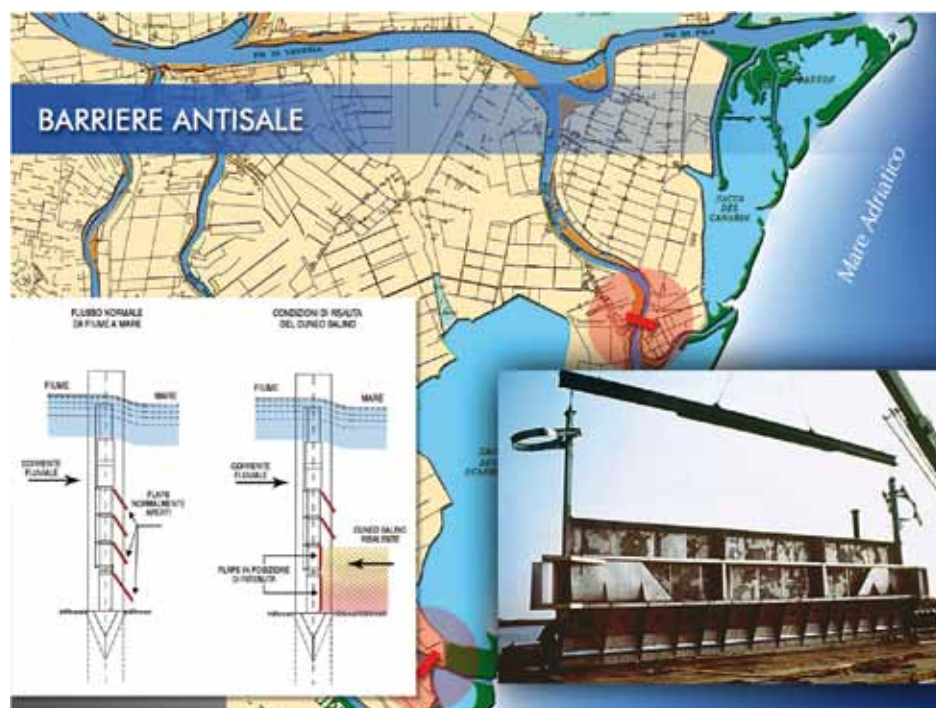


Fig. 3. Barrera antisal en el delta del Po.
Situada en los brazos laterales del Po próximos al mar. a) Detalle de la sección transversal de la barrera con las clapetas móviles [4]

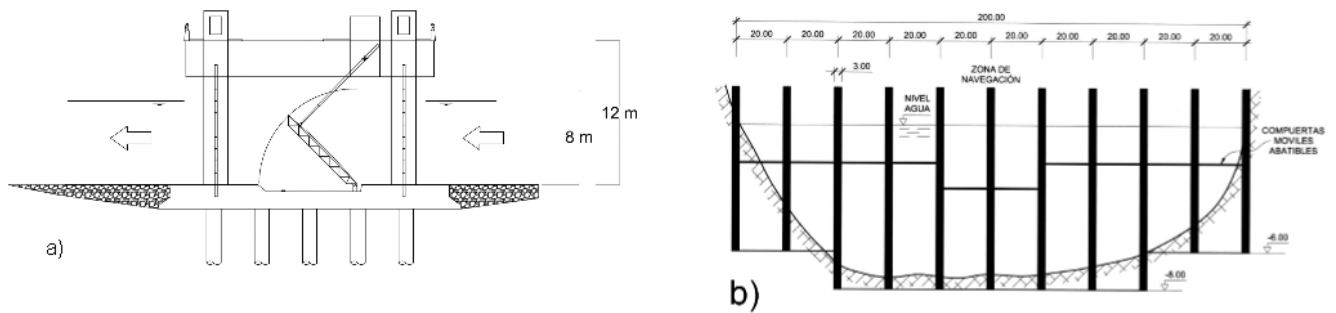


Fig. 4. Esquema de la Barrera delta del Ebro. a) Sección transversal, b) Vista frontal



Fig. 5. Alimentación con agua dulce de las lagunas y bahías del delta mediante el agua del río derivada aguas arriba de la barrera

Referencias

- [1] CONSORCI PER A LA PROTECCIÓ INTEGRAL DEL DELTA DEL EBRO. (2003). Plan integral para la protección del delta del Ebro.
- [2] BOE. (2014). Real Decreto 129/214, de 28 de Febrero, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. BOE nº 52, Sábado 1 de Marzo 2014, pag. 19421.
- [3] ELTAMED. COMUNIDAD DE REGANTES DEL CANAL DE LA MARGEN DERECHA DEL EBRO. (2014). Jornada sobre las barreras salinas y de defensa deltaicas. Amposta.
- [4] Tosini, L. (2014). Barreras salinas del Delta del Po. Jornada sobre las barreras salinas y de defensa deltaicas. Amposta.
- [5] Berga, L. (2014). Las barreras salinas y de defensa de los deltas. Jornada sobre las barreras salinas y de defensa deltaicas. Amposta.

La costa del golfo de Cádiz*



José Fernández Pérez

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Exdirector general de Costas (2004-2008)

Resumen

Los estuarios son los protagonistas de la costa del Golfo de Cádiz, junto con las dunas y playas. Es una costa baja, muy moldeable por la acción de los agentes marinos, y muy vulnerable frente a los efectos del oleaje, los temporales y el cambio climático.

Las claves para la gestión de sus unidades fisiográficas litorales están en mantener con suficiente perspectiva una visión integral sobre la complejidad de su dinámica de funcionamiento, basada en el conocimiento científico, y en implementar técnicas de gestión integrada para recuperar su funcionalidad y naturalidad.

Palabras clave

Estuarios, sistemas dunares, regresión costera, vulnerabilidad de la costa, funcionalidad de los sistemas litorales, cambio climático, gestión integrada de la costa

Abstract

Estuaries are the protagonists of the Gulf of Cádiz, together with dunes and beaches. This is a low coastline, that is readily moulded by the action of the marine environment and one very vulnerable to the effects of waves, storms and climate change.

The key to the management of the coastal physiographic units lies in an integral approach, made with sufficient foresight, of the complexity of its functioning and dynamics, based on scientific knowledge and the need to introduce integrated management techniques to recover its functionality and nature.

Keywords

Estuaries, dune systems, coastal regression, vulnerability of the coast, functioning of coastal systems, climate change, integrated management of the coast

1. Descripción general

La costa del Golfo de Cádiz está modelada por los procesos sedimentarios de los últimos centenares de miles de años y, en su última fase, por la inundación de los antiguos valles fluviales y deltas, como consecuencia del deshielo y la subida del nivel del mar tras la última glaciación, y por su progresiva colmatación por los acarrees fluviales y la acción de los procesos litorales.

Los estuarios situados entre Huelva y Cádiz–Guadiana, Carreras, Piedras, Tinto–Odiel, Guadalquivir, Guadalete–San Pedro–Arillo (Bahía de Cádiz) y Barbate–, ofrecen amplias marismas que se extienden tierra adentro, constituyendo un paisaje llano, de materiales sedimentarios blandos, y situados a una cota baja, lo que permite su inundación regular por las mareas, que en la zona tiene un rango de unos 4 m.

El borde litoral está protagonizado por el contorno de los humedales litorales, y en la fachada exterior Atlántica, por playas de arenas finas en su mayor parte.

La abundante presencia de materiales sedimentarios ha permitido el desarrollo de amplios y espectaculares sistemas dunares en la costa, como los que aún se conservan en El Rompido, Doñana, Sancti Petri, Bolonia, Trafalgar y Valdevaqueros.

Este conjunto de amplios humedales litorales, playas y dunas proporciona una gran belleza y personalidad al paisaje costero, y además alberga una rica biodiversidad, estimulada por la altísima productividad de las marismas, gracias a la cual existen los caladeros de pesca del Golfo de Cádiz, en áreas marinas alejadas de estos estuarios, con presencia de especies de alto valor comercial.

Se trata de una costa muy fácilmente moldeable por los agentes naturales, como la escorrentía, el oleaje y las mareas, por lo que sus formaciones litorales responden de forma casi inmediata a cualquier solicitación extrema o cambio significativo de su régimen medio. Y de la misma forma, también se reacomodan rápidamente cuando debido a la

* Este es el tercero de una serie de artículos sobre gestión de costas. Los anteriores se publicaron en los números 3549 y 3551 de la ROP



Fig. 1. Impacto de la urbanización turística (Isla Canela)

acción humana se produce cualquier perturbación en su dinámica natural.

Por esa razón, actuaciones como la regulación de los cauces, los encauzamientos en las desembocaduras de los ríos, la habilitación de la navegación y la actividad portuaria en los estuarios mediante diques o dragados, y la desecación o el cerramiento de áreas de marismas para actividades como la agricultura, la producción de sal o la acuicultura, entre otras, tienen una inmediata respuesta en las formaciones costeras naturales, que sufren modificaciones muy importantes a consecuencia de ellas.

Esta costa, baja y constituida por materiales muy moldeables, es también muy vulnerable frente a los efectos del cambio climático y de los temporales, y sus mecanismos de respuesta consisten en que las formas costeras se reajustan de forma muy rápida ante las solicitudes recibidas.

Hasta hace relativamente poco tiempo, el alto grado de libertad con el que las formaciones litorales naturales se podían adaptar a estas acciones, gracias a que conservaban un buen estado de naturalidad, y por tanto de funcionalidad, proporcionaba una gran fortaleza al territorio, y constituyó el principal mecanismo de defensa para las personas y los bienes expuestos a sus efectos. Por esa razón, por ejemplo en 1755, el sistema natural en el Golfo de Cádiz pudo absorber y laminar en buena medida los efectos del terrible



Fig. 2. Transformación de la costa por construcción de encauzamientos (Río Carreras)

maremoto de Lisboa, aunque tuvo efectos devastadores en muchos lugares.

Se ha constatado que los tsunamis han sido frecuentes en esta zona, y que la probabilidad de que pueda ocurrir uno similar no es despreciable, pero ahora aquella capacidad natural del sistema para amortiguar sus efectos no es la misma que entonces, porque la degradación que han sufrido los humedales litorales y los sistemas dunares, que son las formaciones costeras encargadas de hacerles frente, le ha restado buena parte de su funcionalidad frente a fenómenos de este tipo.

2. Problemática actual

Desde hace aproximadamente un siglo, las intervenciones humanas sobre un sistema natural tan amplio, y con un funcionamiento tan complejo e interdependiente, han traído como consecuencia importantes modificaciones y problemas permanentes en las formas litorales a lo largo de la costa, lejos de los lugares de intervención, lo que a su vez ha exigido nuevas e importantes actuaciones e inversiones públicas para tratar de controlar tales efectos indeseados e imprevistos en su momento.

La regulación de los ríos ha reducido de forma drástica la aportación de sedimentos a la costa y ha sido la causa de un importante proceso de erosión y regresión costera en amplios tramos del litoral de todo el Golfo de Cádiz, que es muy apreciable incluso a la escala de una sola generación,



Fig. 3. Ocupación de la playa y concentración urbanística junto al mar
(La Antilla)

debido a que buena parte del litoral afectado está constituido por sedimentos blandos.

La construcción de diques de encauzamiento para mejorar el acceso marítimo a los puertos situados en el interior de los estuarios, o las nuevas infraestructuras portuarias, también han producido importantes perturbaciones en las formaciones litorales del entorno, afectando de manera notable a los asentamientos humanos y a las nuevas urbanizaciones turísticas, como ocurre, por ejemplo, en Isla Canela, Isla Cristina, Matalascañas, La Ballena o Castilnovo-El Palmar.

La desecación de amplias zonas de marismas, o su habilitación para la industria salinera y acuicultura, suponen la detracción de una porción significativa de las mismas del régimen natural de inundación y desembalse por la acción de la marea, y eso trae consigo variaciones importantes de los caudales en sus canales de comunicación con el mar, lo que a su vez produce modificaciones muy apreciables en las formas costeras de su entorno, afectando a numerosos bienes y asentamientos situados en la costa.

La navegación en el Guadalquivir no solo obliga a dragados con efectos perturbadores sobre el sistema natural, sino que produce un oleaje que erosiona y degrada las orillas, que deben ser objeto de costosas inversiones de protección.

La dedicación al cultivo de las marismas del Guadalquivir también ha supuesto una importante reducción de la super-



Fig. 4. Ocupación de dunas y presión urbanística sobre playa y humedal
(El Portil)

ficie inundable del estuario y de su función en el territorio, y no solo eso, sino también una fuente de contaminación y una pérdida de su potencial como productor primario esencial para muchas especies pesqueras de gran valor comercial, quizás mayor que el de cultivos que solo son viables si están subvencionados.

Y la presión humana sobre el borde de las marismas, así como la construcción de infraestructuras de todo tipo sobre ellas, ha neutralizado algunas de sus funciones al desnaturalizarlas, o al interrumpir los flujos naturales de agua que gobiernan su funcionamiento y le proporcionan su alto valor ambiental.

La lucha contra los efectos producidos por este tipo de actuaciones es lo que a muy grandes rasgos caracteriza ahora la problemática a la que se enfrenta la gestión de esta zona de la costa, algo que se ve agravado porque la presión sobre el litoral no cesa, tanto por las actuaciones legales amparadas por el planeamiento urbanístico y territorial, como por una cierta tolerancia ante las ocupaciones y edificaciones ilegales que salpican la costa, junto al mar y en el borde de los humedales litorales.

3. Los retos de la gestión de la costa

El principal reto que plantea la gestión de la costa del Golfo de Cádiz es tener una visión integral de conjunto sobre el funcionamiento de cada una de sus principales unidades fisiográficas y funcionales, para incorporarla a las grandes decisiones con significativa incidencia sobre el territorio.



Fig. 5. Erosión en las márgenes del Guadalquivir

Hasta ahora muchas de estas decisiones se han tomado de forma aislada e individual, con el propósito de resolver o atender algo muy concreto, pero sin tener apenas en consideración, con mayor perspectiva, tanto en el espacio como en el tiempo, que en unas unidades tan amplias y con una dinámica tan compleja, cualquier actuación puntual puede producir permanentes efectos perturbadores en otros lugares alejados, o importantes disfunciones en su funcionamiento global.

Así, habría que replantearse la idoneidad de la ubicación y de la forma de funcionar de algunas de las infraestructuras portuarias, pues a veces las inversiones necesarias para controlar los efectos que producen sobre otros lugares de la costa, o las necesarias para asegurar su funcionalidad, apenas pueden ser interiorizadas a través de sus costes de explotación, por lo cual son realmente insostenibles.

Con respecto a la ocupación de suelo por la urbanización, sería preciso tener en cuenta que en un litoral como este, sujeto por naturaleza a importantes oscilaciones cíclicas naturales, y muy sensible y vulnerable frente a los efectos del cambio climático y de los episodios extremos, habría que adoptar márgenes de precaución muy amplios y alejarse suficientemente del borde del mar, pues en otro caso, como está ocurriendo ahora mediante un modelo que concentra la



Fig. 6. Zona arrocera del bajo Guadalquivir, sustraída de su régimen funcional natural

urbanización lo más próximo posible a la orilla, hay que enfrentarse a importantes problemas, y a costosas inversiones públicas, para tratar de proteger bienes y patrimonio, público y privado, que simplemente están incorrectamente situados sobre el territorio porque se encuentran muy expuestos a fenómenos que son perfectamente conocidos y previsibles.

Esto es lo que ocurre en muchos asentamientos y urbanizaciones litorales, tanto los legales como los ilegales, que sufren idénticos daños por la regresión litoral, el oleaje y los temporales, y cuya protección o reparación, una y otra vez, suele ser asumida por la inversión pública.

Sorprende en algunos casos el consumo de un suelo tan valioso, estratégico y problemático, para usos tan estacionales y que permanecen inactivos la mayor parte del año.

A la hora de disfrutar, o de obtener aprovechamiento económico, de los recursos del sistema natural, también es preciso replantearse algunas cosas.

Por ejemplo, en la Playa de la Victoria, tras una celebración masiva durante una sola noche a finales de julio en 2006, la arena de la playa, aunque aparentemente limpia, hasta principios de septiembre presentaba una calidad bacteriológica inferior a la del estiércol.



Fig. 7. Erosión de la costa (La Ballena)



Fig. 8. Ocupación de dunas y playa (Playa de las Tres Piedras)

Y la ubicación de grandes chiringuitos y otras instalaciones sobre la arena en algunas playas, muchas veces con carácter permanente en la práctica, no solo restringe el derecho a los usos comunes de otros usuarios, sino que perjudican la naturalidad y funcionalidad de las playas, e interfieren negativamente con las oscilaciones naturales de su perfil de equilibrio, provocando daños y disfunciones que suelen paliarse con cargo a los recursos públicos.

El aprovechamiento de las marismas para usos económicos, como las salinas o la acuicultura, es compatible con el mantenimiento de su función en el territorio y con sus principales valores ambientales y paisajísticos, y por tanto con su carácter de espacios del dominio público marítimo-terrestre, y por eso pueden ser sostenibles y ofrecer una indudable oportunidad de desarrollo económico y social.

Pero ello exige planificar su uso de forma adecuada, contemplando el funcionamiento global del conjunto del humedal, impidiendo que se desnaturalice, y exigiendo que el régimen de aislamiento, embalse y desembalse de cada planta se ajuste a determinadas reglas para tratar de mantener bajo control los caudales en los canales de comunicación con el mar exterior.

4. La situación actual

Gracias a los instrumentos de protección del territorio que operan sobre la mayor parte de los humedales litorales y la costa, han podido preservarse amplios y valiosos espacios naturales, y la problemática antes señalada no se ha extendido sobre ellos en las últimas décadas.

Pero la gravedad de los daños ya ocasionados, y la alta vulnerabilidad de los sistemas litorales frente a los efectos del cambio climático, y por tanto la exposición a riesgos importantes del patrimonio público y privado situado en la costa y su entorno, e incluso para la seguridad de las personas, obligan a no permanecer pasivos ni indiferentes ante esta situación, sino a enfrentarla implementando mecanismos e instrumentos que permitan revertirla de forma gradual, y con la participación efectiva de todos los actores involucrados, de manera que se inicie un proceso que lentamente vaya recuperando parcialmente la naturalidad y la funcionalidad de las principales formaciones costeras naturales.

Sin embargo, el marco para lograrlo es ahora más difícil, pues la reciente modificación de la Ley de Costas ha debilitado la eficacia del instrumento que debe velar por la integridad del dominio público marítimo-terrestre, es decir, por lo que pertenece a todos.



Fig. 9. Aprovechamiento de marismas e interrupción del flujo de aguas (Bahía de Cádiz)

Ahora se trasvasarán del dominio público a la propiedad privada importantes espacios en esta zona del litoral, y entre ellos extensas zonas de marismas dedicadas a salinas y cultivos marinos, sobre las que va a resultar más complicado realizar una adecuada gestión al servicio del interés general, y en beneficio de mantener la compatibilidad entre su aprovechamiento y su funcionalidad como sistema natural y paisaje característico.

Y existe la posibilidad de modificar los deslindes aprobados en los últimos 25 años, y reintegrar a la propiedad privada amplios espacios de la costa, entre ellos los magníficos sistemas dunares que todavía se conservan, que a partir de ahora estarán más expuestos a su degradación.

También se ha abierto la posibilidad legal de consolidar la edificación existente, tanto en el propio dominio público como en la zona de protección adyacente, y colmatar los espacios libres en la franja de 100 m junto al borde del mar y las marismas, incluso en asentamientos levantados por infracción urbanística.

Y se han relajado las restricciones para que sobre las playas se levanten nuevas y mayores instalaciones con carácter casi permanente, o para que sean el soporte de actividades económicas y de carácter masivo, de interés estrictamente comercial, que claramente perjudican su funcionalidad y naturalidad, y los usos comunes a los que están destinadas.



Fig. 10. Presión urbanística ilegal sobre las marismas (Bahía de Cádiz)

5. Conclusión

Si bien el marco normativo es esencial para que todos los actores puedan desempeñar el papel que les corresponde en la gestión de la costa, y el ahora vigente ofrece menos margen para poner en marcha políticas de largo alcance a favor de la recuperación de la costa, la atención debe centrarse en enfrentar el principal reto de gestión señalado.

En consecuencia, ahora resulta esencial, en primer lugar, desarrollar instrumentos de gestión integral de la costa que permitan la participación efectiva de todas las Administraciones Públicas y todos los actores concernidos, en el diseño de políticas de largo alcance que tengan como objeto revertir la actual situación para ir disminuyendo gradualmente los riesgos para las personas y los bienes situados en áreas vulnerables de la costa, derivados de los efectos del cambio climático y otros factores naturales.

Y en segundo lugar, esas políticas deben establecerse sobre cada uno de los grandes sistemas naturales litorales que existen en el Golfo de Cádiz, con una suficiente visión de conjunto, tanto en el espacio como a lo largo del tiempo, basada en el conocimiento científico multidisciplinar sobre los patrones y la dinámica de funcionamiento de los mismos, porque es preciso que las actuaciones a poner en marcha sigan una secuencia lógica y coherente, y sean piezas debidamente articuladas de un conjunto, y no una serie de intervenciones aisladas y dispersas sobre el territorio litoral, que es lo que ha ocurrido hasta ahora. **ROP**

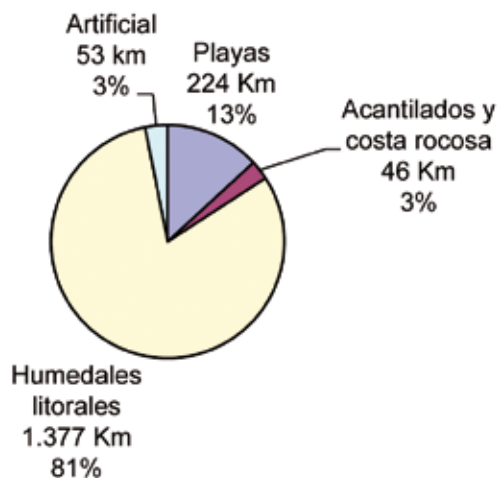


Fig. 11. Presión urbanística estacional concentrada sobre el borde del borde del mar (Zahara de los Atunes)

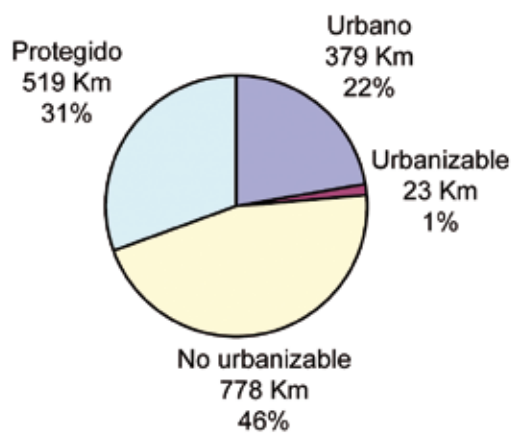
Estado de la costa



Tipos de costa



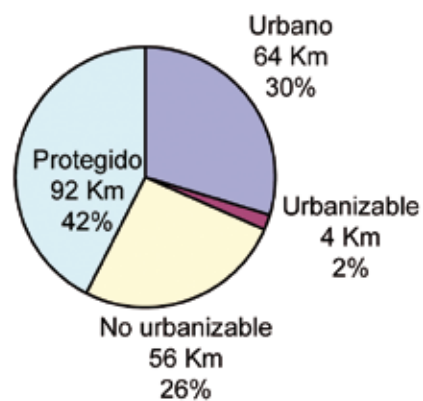
Clasificación del suelo junto a la costa



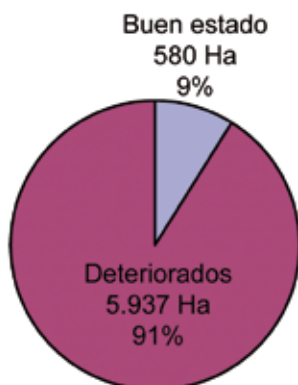
Estado de las playas



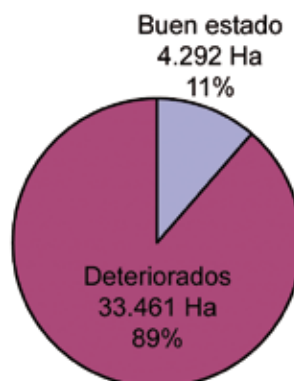
Clasificación del suelo junto a las playas



Sistemas dunares



Estado de los humedales costeros



VI Congreso Internacional de Estructuras de ACHE



Conchita Lucas

Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos

Resumen

El VI Congreso Trienal de ACHE se celebrará entre los días 3 y 5 de junio en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid. Como en ocasiones anteriores, se presentarán las realizaciones más significativas en el campo de las estructuras, tanto de edificación como de obra civil, llevadas a cabo durante los tres últimos años, así como los resultados de las investigaciones y estudios más recientes en el ámbito fundamentalmente del hormigón estructural.

Palabras clave

Estructuras, congreso, ACHE, FIB, puentes, edificación

Abstract

The VI Triennial ACHE Structural Concrete Congress will be held between the 3rd and 5th June at the Civil Engineering College at the Polytechnic University of Madrid. As on previous occasions, the congress shall present the most significant works in the area of structures, both in building and in civil works, built over the last three years, together with the results of the most recent research and studies, essentially in the area of structural concrete.

Keywords

Structures, congress, ACHE, fib, bridges, building

Del 3 al 5 de junio de 2014 se celebrará en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid el VI Congreso Trienal de la Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE), uno de los más relevantes encuentros internacionales para profesionales y especialistas en el campo de las estructuras. El excelente nivel técnico viene avalado por las anteriores ediciones.

La Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE), entidad de carácter no lucrativo y declarada de utilidad pública, tiene como fines, por una parte, fomentar el progreso en los ámbitos del hormigón estructural y de las estructuras de obra civil y edificación en general y, por otra, canalizar la participación española en asociaciones análogas de carácter internacional.

Para ello desarrolla líneas de investigación, docencia, divulgación, formación continua y prenormalización. Entre otras actividades, ACHE publica monografías técnicas, edita la revista trimestral Hormigón y Acero y administra



Cartel ganador del concurso e imagen del VI Congreso de ACHE



Centro sociocultural Ágora en La Coruña, galardonado con uno de los II Premios de Ingeniería de ACHE



Viaducto de Archidona. Premio de Ingeniería ACHE 2014 en la categoría de Obra Civil

una página web con amplio contenido técnico. Entre los eventos que organiza destacan el Congreso Trienal de Estructuras y la Jornada Técnica anual.

La misión fundamental del Congreso es, por un lado, dar a conocer los avances, estudios y realizaciones que se han producido recientemente en el ámbito estructural, tanto en la edificación como en la ingeniería Civil e Industrial. Por otro, el Congreso constituye la mejor plataforma para exponer las actividades de nuestra asociación a sus miembros y amigos, y a toda la sociedad a cuyo servicio se encuentra ACHE, realizando una labor de difusión técnica sin ánimo de lucro.

Al igual que en los últimos congresos, ACHE considera fundamental la participación de ingenieros y arquitectos jóvenes, lo que se fomentará mediante una reducción de sus cuotas de inscripción. Se aplicará también a los estudiantes, para los que el Congreso supondrá un magnífico complemento a su formación.

La exposición de avances, estudios y realizaciones estructurales abarcará aspectos relativos a los materiales, la tecnología, el análisis, la construcción, el control, la durabilidad, la reparación y refuerzo, la gestión, el mantenimiento y el ciclo de vida de las estructuras.

ACHE convoca a investigadores, docentes, fabricantes de materiales y equipos, proyectistas, técnicos de administraciones públicas, constructores, organismos de control y

empresas de mantenimiento a participar a través de la presentación de trabajos y de la intervención en las sesiones, los debates y las actividades que recogerá el programa. Las contribuciones se clasificarán en cuatro grandes grupos, de acuerdo a su carácter:

- Investigación y desarrollo.
- Innovación y transferencia tecnológica entre empresas y centros de investigación.
- Proyectos y realizaciones.
- Gestión de estructuras.

En el VI Congreso se fomentará el intercambio de experiencias y puntos de vista, potenciándose los coloquios y debates paralelos a las sesiones de ponencias y *posters*. La necesidad de innovación tecnológica, esencial en una coyuntura marcada por la internacionalización y la competitividad, exige que ACHE promueva durante el Congreso la conexión entre profesionales e investigadores, tanto en la edificación como en la obra civil.

Asimismo, se anima a las empresas del sector a presentar sus novedades y avances en la exposición comercial paralela, organizada con el objetivo de ofrecer un conocimiento más directo de las nuevas posibilidades y técnicas de construcción de todo tipo de estructuras.



Edificio Caixa Forum, Zaragoza. Premio de Ingeniería de ACHE 2014

Con motivo de la celebración de este Congreso, ACHE aprovechará para entregar los II Premios de Ingeniería, tres en la categoría de 'Obra Civil', y otros tres para 'Edificación'. El acto, de puertas abiertas, está programado para el jueves 5 de junio y consistirá en la entrega de una placa distintiva al promotor de cada obra premiada para que la coloque, si lo estima oportuno, en la propia estructura, así como un diploma acreditativo del premio al promotor, al proyectista y al constructor. El jurado, compuesto por los miembros del Consejo y del Comité de Coordinación de ACHE, otorgó los seis premios de esta edición a las siguientes obras:

Categoría 'Edificación'

- Centro sociocultural Ágora en La Coruña. Promotor o Propiedad: Concejalía de Asuntos Sociales. Ayuntamiento de A Coruña. Autor del proyecto: Basic Aap Arquitectos. Empresa constructora: Dragados, S.A. Ingeniería: NB 35 Ingeniería.

- Edificio Caixa Forum en Zaragoza. Promotor: Caja de Ahorros y Pensiones de Barcelona, "La Caixa". Autores del proyecto: Estudio Carme Pinós. Empresa Constructora: UTE Forum Zaragoza. (Dragados, S.A.-Arascón). Ingeniería de Estructuras: BOMA IMPASA.

- Edificio administrativo para usos múltiples en Salamanca. Promotor: Castilla y León Sociedad Patrimonial S.A. Autores del proyecto: D. Emilio Sánchez Gil, D. Emilio Sánchez Cuadrado y D. Fernando Sánchez Cuadrado. Empresa



Puente de Beauharnois, Canadá. Galardonado con uno de los II Premios de Ingeniería de ACHE

constructora: U.T.E. Dragados, S.A. y Río Vena, S.A. Ingeniería de Estructuras: Fhecor Ingenieros Consultores.

Categoría 'Obra Civil'

- Viaducto de Archidona. Propiedad: Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF). Empresas Constructoras: UTE Túnel de Archidona (Dragados, S.A.-Tecsa) (Tramo: Archidona-Arroyo de la Negra), UTE Viaducto De Archidona (Azvi-Dragados, S.A.-Tecsa) (Tramo: Peña De Los Enamorados-Archidona). Proyecto de la Estructura: IDEAM S.A.

- Puente de Beauharnois. Promotor: NA-30 S.E.N.C (Acciona-Dragados). Autores del proyecto: Arup, Fhecor Ingenieros Consultores, IDEAM S.A. Empresa constructora: A30CJV (Dragados, S.A, Acciona, Aecom, Verrault).

- Pasarela Barranco de las Ovejas. Promotor: Dirección General del Agua. Consellería de Agricultura, Pesca, Alimentación y Agua. Propiedad: Ayuntamiento de Alicante. Autores del proyecto: ICITECH UPV-ICOSA. Empresa constructora: UTE Vías y Construcciones, S.A.-Tarancón Infraestructuras, S.L.U.

Asimismo, durante el Congreso se entregarán las Medallas de ACHE, prestigioso galardón que se otorga a personas con una trayectoria profesional relevante en el campo de la ingeniería estructural. Se concederán tres medallas de igual mérito, una por cada año entre congresos. Una comisión formada por representantes del Colegio de Inge-



Edificio Administrativo en Salamanca. Premio de Ingeniería de ACHE 2014 en la categoría de Edificación



Pasarela Barranco de la Ovejas (Alicante), galardonada con uno de los II Premios de Ingeniería ACHE

nieros de Caminos, del Consejo Superior de Arquitectos, del Colegio de Ingenieros Industriales, del Instituto Torroja, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos de la UPM y de ACHE elegirá a los tres galardonados de entre los candidatos propuestos.

Todos aquellos que deseen inscribirse en el Congreso pueden hacerlo a través de la página web de ACHE, www.e-ache.com.

Comité organizador

Presidente:

D. José Emilio Herrero Beneítez

Vocales:

D. Juan Jesús Álvarez Andrés

D. José María Arrieta Torrealba

D. Jesús Gómez Hermoso

D. Fernando Martínez Abella

D. Francisco Millanes Mato

D. Alejandro Pérez Caldentey

D. Luis Peset González

D. Óscar Ramón Ramos Gutiérrez

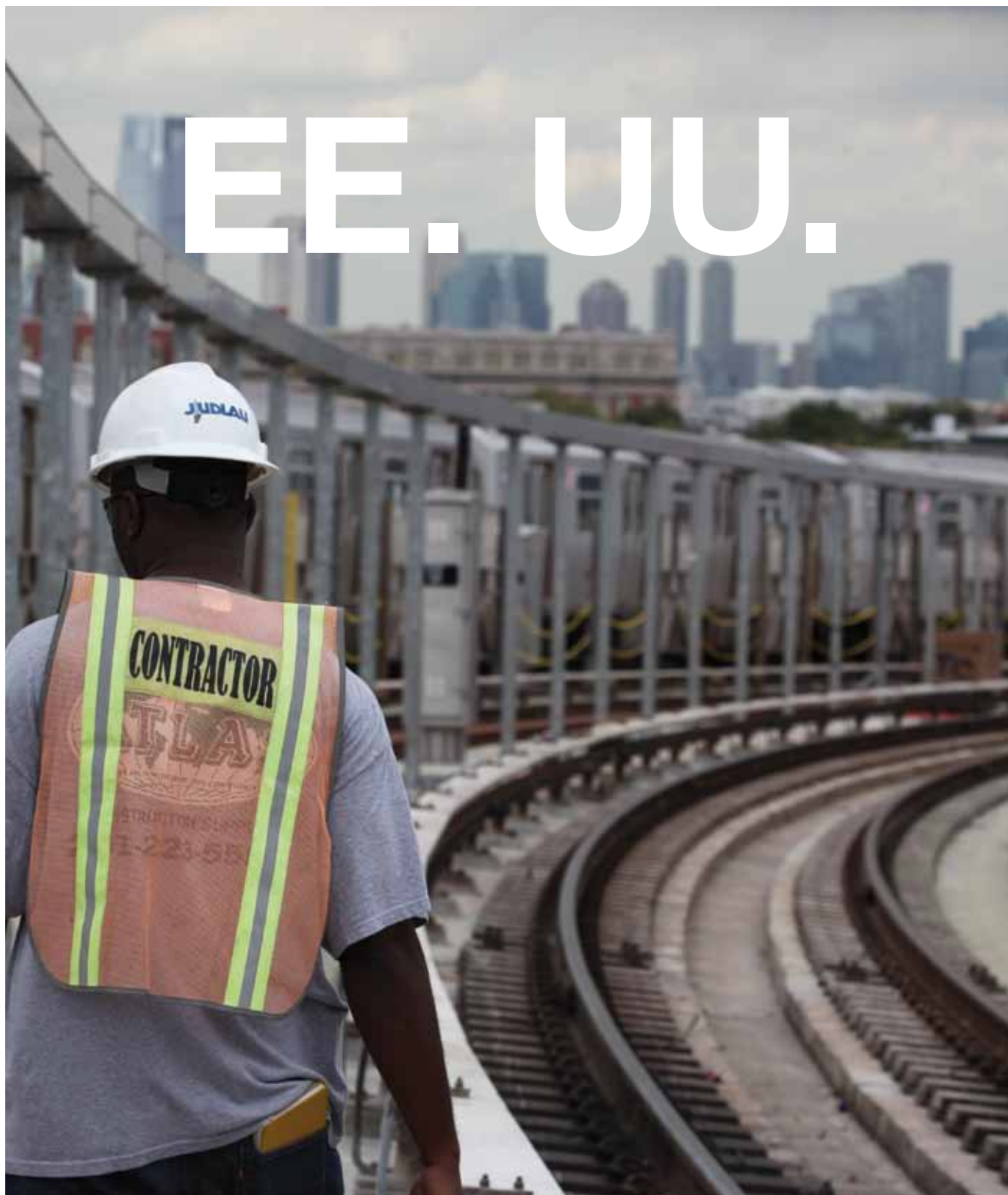
D. José Romo Martín

D. José Manuel Simón-Talero Muñoz (presidente del Comité Científico)

Secretaria General:

D.^a Conchita Lucas Serrano. **ROP**





Estados Unidos (I)

El gigante americano

Paula Muñoz Rodríguez



Estados Unidos

Washington D.C.

Forma de gobierno

República federal constitucional

Presidente

Barack Obama

Moneda

Dólar estadounidense

Superficie

9.371.174 km²

Población

316.017.000 habitantes

Idioma

Ninguno a nivel federal
(predomina el inglés)

PIB

15.684.750 millones de dólares

La presencia de empresas constructoras españolas en Estados Unidos es cada vez más importante. Por eso, y por la cantidad de proyectos que están desarrollando allí estas compañías, el análisis de este país se llevará a cabo en dos entregas. Esta primera abarcará la costa este, y la próxima, el centro y la costa oeste del país.

Según un informe económico y comercial publicado por la Oficina Comercial de la embajada española en Estados Unidos, el país norteamericano es el principal socio comercial de España fuera de la Unión Europea. Este mercado representa el sexto destino de las exportaciones españolas de bienes (un 4 % del total se dirigen a Estados Unidos) y es el séptimo proveedor de España (algo menos del 4 % de las importaciones españolas proceden de Estados Unidos).

En la actualidad, hay en Estados Unidos más de 700 empresas españolas establecidas que dan empleo a 74.600 trabajadores directos y se estima que a unos 300.000 de forma indirecta. En los diez últimos años se ha producido un aumento en el interés de las empresas españolas en el mercado estadounidense, atraídas por las enormes oportunidades que presenta y por su excelente clima de negocios. De hecho, la economía de Estados Unidos se ha mostrado tradicionalmente favorable a la inversión extranjera directa, ofreciendo al inversor extranjero un tratamiento nacional.

Entre las empresas que se encuentran operando en Estados Unidos destacan las de infraestructuras, con presencia en estados clave como Nueva York, Florida, Texas, California e Illinois. Según los datos de la embajada española en Estados Unidos, las previsiones de crecimiento económico de Estados Unidos generan buenas perspectivas para la empresa española aunque también concurre un proceso de reducción del déficit público federal y de algunos estados por lo que las fórmulas mixtas de financiación público-privada constituyen una oportunidad para proyectos futuros.

Buena parte de los proyectos en los que están inmersas estas empresas se han licitado mediante fórmulas de colaboración público-privada (PPP), que se han utilizado muy poco en Estados Unidos pero con las que las empresas españolas tienen una amplísima experiencia, lo que les ha dado una ventaja comparativa importante con respecto a sus competidores americanos.

Los procesos de ajuste presupuestario pueden encontrar una buena so-

lución en materia de infraestructuras con las fórmulas de financiación alternativas como las PPP y, de hecho, ya son 35 estados los que se han dotado de legislación, más o menos amplia, para acometer este tipo de proyectos. En este sentido, las empresas españolas están magníficamente posicionadas para competir.

Ingenieros de Caminos españoles en Estados Unidos

Aunque, por el momento, la presencia de ingenieros de Caminos españoles no es muy nutrida en Estados Unidos, sí hay bastantes trabajando como asesores, pero sin firma.

Esto es así porque el proceso para poder firmar proyectos y ejercer como ingeniero en una empresa de ingeniería es largo y bastante complicado. El primero de los requisitos, común para cualquier persona que quiera desarrollar su actividad profesional en Estados Unidos, es obtener un visado de trabajo. Como comenta Javier de Juan, delegado del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos en Estados Unidos, “este



SR 826 836

tipo de visados se obtiene a través del patrocinio de la empresa contratante. Existen diversos tipos de visados de trabajo para cada caso particular, ya sean para prácticas, para personal con cualificación específica, para inversionistas o para transferencia de empleados entre sedes en diferentes países de la misma empresa. El proceso debe iniciarlo la empresa contratante y puede durar desde 2-3 meses hasta periodos que pueden superar el año”.

En el caso de los ingenieros de Caminos, contar con un visado de trabajo no atribuye automáticamente las competencias propias de estos profesionales. Para ello, es necesario obtener el título de Professional Engineer (PE), regulado independientemente por cada Estado y que sólo permite ejercer en el Estado específico que se consigue. Este proceso también varía dependiendo de los Estados. Así, como señala Javier de Juan, “en los Estados más exigentes se requiere:

reconocimiento del título universitario por el Accreditation Board for Engineering and Technology, necesario para cada caso concreto; aprobar un examen de capacitación básica en ingeniería: Fundamentals of Engineering (FE) examination, que capacita al profesional como Engineer in Training (EIT) o Engineer Intern (EI); acumular cierto número de años de experiencia dependiendo del Estado; y aprobar el examen final de capacitación Principles and Practice in Engineering (PE)”.

Todos los ingenieros entrevistados coinciden en señalar que es muy complicado encontrar trabajo en Estados Unidos si no se llega al país con un contrato. Como comenta Javier Marigil, ingeniero de Caminos de Typsa, “resulta muy complicado encontrar trabajo sin una esponsorización por parte de una empresa americana, y esto resulta muy costoso para la empresa que te esponsoriza, por lo que partimos con una gran desventaja frente a los ingenieros americanos”.

Esta complicada burocracia no impide, sin embargo, como se irá viendo, que haya ingenieros de Caminos españoles trabajando en Estados Unidos, concretamente, en la costa este del país. Nueva York, Florida y Pensilvania, entre otros, son algunos de los Estados en los que están trabajando algunas de las más importantes empresas de construcción españolas.

Túneles y más en el Estado de Nueva York

OHL es una de las empresas españolas más activas en todo el país. En el año 2010, comenzó sus actividades de construcción en Nueva York, donde consolidó su presencia con la adquisición de una participación de control en la constructora neoyorquina Judlau Contracting.

En la actualidad, OHL tiene desplazados en Estados Unidos a nueve ingenieros de Caminos españoles. Uno de ellos es Josep Juan Rosell, *project executive* de OHL USA. El proyecto que está llevando a cabo en este momento es la sustitución de dos sifones entre Brooklyn y Staten Island. “En la desembocadura del río Hudson, hay varias islas (Manhattan, Staten Island, Long Island...). Entre las islas de Staten Island y Long Island (en esa zona de Long Island está Brooklyn) hay un ‘canal marítimo’ por el que entran los barcos al puerto de Nueva York y Nueva Jersey. A partir de la apertura de la ampliación del Canal de Panamá, el barco portacontenedores estándar será de una capacidad doble del estándar actual, con lo que necesitará más calado. Para dar calado al ‘canal marítimo’ hay que dragarlo. Actualmente, existen dos sifones (dos tuberías) que abastecen de agua potable a Staten Island desde Brooklyn, pasando por



TBM (EPB - mix face)



Presas de Croton Falls

debajo del canal. Si se dragara el canal en la situación actual, las dragas romperían los sifones. Nuestro proyecto consiste en construir un túnel por debajo del canal marítimo entre Brooklyn y Staten Island suficientemente profundo (a 35 m de profundidad bajo el nivel del mar) como para que no afecte a las operaciones de dragado. Dentro del túnel se instalará una tubería que sustituirá a los dos sifones existentes”, explica Josep Juan. Para completar este proyecto está previsto conectar la tubería que pasa por el túnel con las redes de agua preexistentes tanto en Brooklyn como en Staten Island.

En este proyecto se encuentran trabajando dos ingenieros de Caminos españoles y otros ingenieros españoles de otras especialidades (Minas, Industriales y Topógrafos) y americanos (Civil Engineers).

También en Nueva York está trabajando ACS en grandes proyectos de infraestructuras, obras marítimas y

construcción de presas, como la reconstrucción de la I-287, de las Presas de Croton Falls en Nueva York y la construcción y equipamiento de la arteria principal de suministro de la Red de Aguas de Nueva York. También está trabajando en el proyecto de conexión ferroviaria subterránea East Side Access, por un importe de 78,4 millones de euros. Este trabajo forma parte del proyecto East Side Access, estimado en 8.000 millones de dólares (unos 6.000 millones de euros), que conectará las líneas de Long Island Rail Road de Queens con una nueva terminal bajo la estación central de Manhattan.

El contrato contempla la construcción de un ‘bypass’ de acceso con las futuras infraestructuras del East Side Access. Para ello, utilizará técnicas de empuje de estructuras de cajón bajo las líneas actuales en servicio (las líneas 2 y 4 de Amtrak). El proyecto también incluye la instalación de la vía y la construcción de las catenarias (electrificación) en la zona del inter-

cambiador de Harold. Este contrato se ejecuta a través de sus dos filiales en Nueva York (New Jersey Schiavone Construction y John P. Picone).

Proyectos españoles en Florida

En el Estado de Florida se encuentran trabajando OHL, Typsa y ACS. La actividad constructora de OHL se inició en el Estado de Florida, en julio de 2006, mediante su participación como accionista mayoritario en las constructoras Community Asphalt Corporation y Tower Group (actualmente OHL Building), a las que se unieron dos años después Arellano Construction, Stride Contractors y, posteriormente, BCA.

En 2009, esta compañía fue adjudicataria en Miami del mayor intercambiador de autopistas locales con un tráfico superior a los 300.000 vehículos diarios y de la extensión, hasta el aeropuerto internacional de Miami, del metro elevado Orange Line. Este último proyecto convirtió a OHL en la primera constructora española en desarrollar infraestructuras ferroviarias en Estados Unidos.

En este Estado se encuentra traba-

Instituto Cardiovascular del Hospital
Baptista de Miami (OHL)

jando Julio Alberto Alia, director territorial de OHL en Florida. “Como director territorial, soy responsable de las operaciones de la compañía en Florida donde OHL, a través de sus filiales, tiene un importante volumen de negocio y más de 800 empleados. En Florida somos dos ingenieros de Caminos españoles”, señala.

En la actualidad, OHL está desarrollando varios trabajos en este Estado. Uno de ellos es la reconstrucción y ampliación de un intercambiador de una milla entre las autopistas SR-826 y la SR-836. Dentro de este proyecto se construirán 34 puentes, la mayor parte de ellos con estructuras complejas y de varios niveles. Está previsto que esta obra finalice en agosto de 2015.

Otro de los proyectos que tiene en marcha OHL es la construcción del Edificio Mango en la Universidad Internacional de Florida por 20,7 millones de euros. Este edificio, con 8.175 m² y de uso mixto, ofrecerá a estudiantes y personal docente un espacio polivalente para el apoyo a la investigación y la búsqueda de nuevos conocimientos. Albergará oficinas, despachos para doctorados y para el programa profesional Bachelor in Business Administration (BBA), lugares de estudio y de trabajo para el Centro Internacional de Negocios e Investigación, así como dos aulas funcionales con ocho salas de descanso. Asimismo, contará con 64 despachos para el personal de la universidad, dos aulas formativas, cinco salas de reuniones, un estudio de grabación, un laboratorio con capacidad para 150 personas y un aula de edición multimedia. El Grupo OHL mantiene importantes vínculos con la Universidad Internacional de Florida (FIU). De hecho, en 2012, se asoció

con la Facultad de Ingeniería e Informática de la FIU para crear la Escuela de Construcción OHL (OHL School of Construction), la primera de la historia de esta universidad con el nombre de una empresa.

También tienen en marcha la mejora de los accesos al Aeropuerto Internacional de Miami, cuyo mayor logro es separar el tráfico comercial de los pasajeros con la construcción de vías de servicio para desviar el tráfico comercial. Además, se está desarrollando la ampliación del Instituto Cardiovascular del Hospital Baptist en Miami y la renovación y construcción de las áreas de servicio de diferentes peajes de Florida.

Typsa es otra de las compañías que se encuentra desarrollando proyectos en la costa este de Estados Unidos, concretamente en el Estado de Florida. En 2010, este grupo adquirió el 100 % del capital de Beiswenger, Hoch and Associates Inc. (BHA), una consultora de Florida especializada

en infraestructuras de transporte y diseño de puentes. BHA había sido la creadora del programa GEOPAK, herramienta informática líder en el diseño geométrico de carreteras. Esta adquisición vino a formar parte de la estrategia del grupo que, en 2006, identificó el mercado estadounidense como clave en su plan de expansión internacional. Entre sus principales trabajos destacan el proyecto constructivo del puente en el Puerto de Miami, el Proyecto Constructivo del enlace entre las autopistas I-595/I-75 o el del Enlace del Aeropuerto Internacional Fort Lauderdale/Hollywood. En la primera de ellas se encuentra trabajando Javier Marigil, en la propuesta de un ‘proyecto y obra’ de la I-75 Express Lanes (Segments A&B).

Como afirma Miguel Mondria, director general técnico del Grupo Typsa, “la buena imagen del sector español de la construcción en Estados Unidos y de sus capacidades para contribuir a la mejora de las infraestructuras se está consolidando”. El Grupo Typsa,



Edificio Mango en la Universidad Internacional de Florida (OHL)



Puente Port of Miami (Typsa)

a través de su filial BHA, ha redactado el Proyecto Constructivo de los tramos 1 y 2 de la ampliación de la autovía I-595, con una longitud de 3,2 millas incluyendo carriles reversibles, la modificación del enlace con la autovía I-75 y la ampliación de 10 puentes en el condado de Broward. La nueva infraestructura, ejecutada por Dragados USA, fue inaugurada en marzo de 2014.

También participa en el enlace de la I-95 con el Spanish River Boulevard en Boca Ratón. El proyecto constructivo incluye el acondicionamiento de 4 millas de la autovía I-95 y la construcción o ampliación de 15 puentes.

Por su parte, ACS está actualmente trabajando en otro gran proyecto bajo la modalidad 'proyecto y obra': la obra de concesión de la I-595 en Broward County, Florida, además de la remodelación de la Terminal Norte del Aeropuerto de Miami.

Espanoles en Estados Unidos

En todas estas obras trabajan conjuntamente ingenieros españoles y estadounidenses. Para Julio Alberto, "es bueno tener un núcleo de ingenieros de Caminos y, en general, de profesionales expatriados para poder transmitir los conocimientos y filosofía de la empresa. En obras complicadas y donde se pueda aportar *know*

how es también importante, pero tiene que tener un valor añadido que compense el inicial desconocimiento local. Estados Unidos es un mercado muy diferente de otros mercados internacionales con un alto grado de especialización y el ingeniero de Caminos tiene que venir dispuesto a aprender un nuevo mercado y, para que tenga valor para la empresa, tiene que estar dispuesto a una estancia de largo recorrido".

Sobre las diferencias entre los ingenieros de Caminos españoles y los estadounidenses, Josep Juan comenta: "La carrera de Ingeniero Civil en Estados Unidos es una ca-

rrera de cuatro años, con lo que la formación de partida es distinta. A partir de ahí, ellos empiezan un proceso de especialización, y los que se especializan en estar a pie de obra no tienen parte de los conocimientos teóricos que los ingenieros de Caminos españoles que estamos a pie de obra adquirimos en la Escuela (normalmente por cinco o seis años según el plan). Por otro lado, en Estados Unidos el margen para cambios es muy pequeño, con lo que las optimizaciones por cambios tienen poca incidencia, y ellos no tienen el mismo ‘instinto’ que tenemos los ingenieros de Caminos españoles de intentar cambiar las cosas para optimizar”. Julio Alberto añade, además, que la formación de los ingenieros estadounidenses es “menos generalista que la de un ingeniero de Caminos español, normalmente están muy especializados y han adquirido mucho de su conocimiento con la experiencia que en este país es muy valorada. Técnicamente están muy preparados en su área de experiencia pero por su formación menos generalista tienen un campo de actuación más reducido y diría que se ciñe al área técnica”. Javier Marigil añade que “las DOT (Department of Transportation) tienen implantados unos estándares muy altos y esto simplifica, y limita en muchos casos, los procesos de diseño y construcción lo cual facilita la labor a los ingenieros. Por tanto, hay diferencias, pero quedan algo diluidas por los estándares. En mi opinión, un ingeniero americano trabajando en España ‘sufriría’ más que un español trabajando en Estados Unidos”.

Esta formación más generalista no hace que “los ingenieros de Caminos españoles estemos especialmente



bien valorados por el hecho de ser ingenieros de Caminos españoles, sino que la valoración es más bien ‘personalizada’, a alguno lo valorarán más y a otro menos”, comenta Josep Juan. En cualquier caso, añade, “la profesión de Ingeniero Civil está poco valorada en Estados Unidos, a años luz de los médicos, abogados y economistas”. Javier Marigil comenta que “no se tiene mucha noción de las diferencias a nivel de formación que existen entre ambos países, de hecho puede existir cierta desconfianza en algunos casos. A priori, y en general, se piensa que un Ingeniero de Caminos es lo mismo que un ingeniero Civil americano. Luego, cuando se nos ve trabajando, quizás sí se valoren nuestra capacidad y habilidades. Para un

americano, lo que no es americano siempre es peor”.

El día a día de los ingenieros

Los ingenieros entrevistados coinciden en señalar que las condiciones laborales son algo mejores que en España, “sobre todo porque existe una cultura más arraigada de respetar el horario laboral, lo cual no quiere decir que no sean profesionales y comprometidos cuando hay que trabajar horas de más por exigencias del proyecto”, señala Javier Marigil.

También se refieren todos a las diferencias que existen a la hora de trabajar en Estados Unidos con respecto a España. En el caso de Josep Juan, como contratista de obras



Enlace I595-I75, Florida (Typsa)

“dependemos mucho de los abogados, pues muchas de las controversias contratista-propiedad se llevan al campo jurídico cuando en España es más bien una negociación entre técnicos. Otro tema curioso es el de los sindicatos (quizás mi caso de la ciudad de Nueva York sea muy particular) que tienen un gran poder de negociación. Para tener una idea, los dirigentes de los sindicatos están invitados a todos los actos (comidas, cenas, etc.) que organiza la General Contractors Association of New York, que sería equivalente a la Cámara de Contratistas”.

Por su parte, Julio Alberto destaca dos diferencias fundamentales: “la importancia que se da al área comer-

cial, toda la tarea previa de montar equipos para las grandes obras, y el peso del área legal, es llamativa la presencia y el peso de los abogados en cualquier negociación de cierta entidad”.

Javier Marigil asocia estas diferencias al cambio cultural, aunque “sin gran trascendencia”. “La más llamativa es la rigidez de los estándares que condiciona mucho el proceso de diseño, más abierto en España. En general, y salvo situaciones de plazos muy ajustados, los horarios laborales se ajustan mucho más a las 8 horas diarias”, comenta.

Los horarios de estos profesionales van desde las ocho de la mañana

hasta las seis o siete de la tarde. Josep Juan destaca como elemento fundamental en el día a día de España la comida. “En todos los sentidos, desde el acto social de un equipo de personas que están muchísimas horas juntos y que paran por una hora u hora y media, se sientan alrededor de una mesa y, mientras comen, charlan relajadamente de temas que pueden estar o no relacionados con su trabajo, hasta la comida de alto nivel entre dos directivos para cerrar los flecos que sus subordinados han dejado abiertos. En Estados Unidos la comida no tiene, en general, la connotación de acto social que nosotros le damos, sino que ellos ‘van comiendo siempre’ para pasar el hambre, las comidas no tienen importancia”. Y comenta una anécdota: “un alto directivo de la propiedad me dijo una vez: “un día que estés en la city iremos a comer, pero yo pagaré la comida porque según nuestra ley, yo te puedo invitar a ti, pero tú no me puedes invitar a mí”.

Julio Alberto y Josep Juan señalan el inglés como el principal escollo que encontraron a su llegada. El primero de ellos comenta: “Hablar inglés en un país de habla inglesa no es lo mismo que hablar inglés en un ámbito internacional, por lo demás al venir de otro destino en el extranjero ya tenía experiencia en adaptación a otro país; una recomendación es que la familia sea partícipe/cómplice de la experiencia. Por su parte, Josep Juan comenta que él “había aprendido francés en el bachillerato y luego había estudiado algo de inglés, pero no para sentarme a discutir con un abogado ni para explicar nada a nadie por teléfono”. Otro problema, anecdótico, que destaca es el frío. “En Barcelona nunca bajamos de los cero grados y nieve

una vez al año, el año que nieva, y la nieve se va en seguida. En Nueva York pasamos semanas enteras bajo cero y los meses de diciembre, enero y febrero las nevadas son bastante habituales y la nieve permanece días y días”, concluye.

Personalmente, estar fuera de España puede hacerse un poco difícil en algunos momentos. “Tienes la familia y las amistades muy lejos. Si te avisan de una enfermedad grave de tu madre, no sabes qué hacer, y normalmente no puedes hacer nada. No es mi caso individual, pero hay gente que el sentirse desplazada le provoca cierta depresión, concretamente a mis hijas les ha pasado, ya lo han superado, pero hay gente que no lo supera”, señala Josep Juan. Julio Alberto también se refiere a padres, hermanos, amigos: “perderte esa comida familiar de las que tantas ganas tenías, no poder estar con los tuyos en ciertos momentos que te hubieran necesitado, todo ese tipo de cosas que no valoras cuando vives a lado de los tuyos”.

En cualquier caso, para todos ellos, la experiencia internacional es muy buena. Según Julio Alberto, “es muy enriquecedora, no solo en el aspecto profesional sino también en el personal. Me ha dado amplitud de miras y la oportunidad de que mis hijas crezcan viviendo diferentes estilos de vida y sin tanto apego a muchos temas materiales que estamos acostumbrados, hay que estar abiertos a vivir de modo diferente y valorar otras cosas”. Javier Marigil añade que “tener una experiencia con una inmersión completa en otro país, y más en Estados Unidos, proporciona una gran ventaja competitiva en el ‘*market yourself*’, por lo que estoy intentando aprovechar al máximo la oportunidad que se me ha dado”. **ROP**



Javier de Juan

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Delegado del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos en Estados Unidos



Josep Juan Rosell

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos de OHL



Julio Alberto Alía

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos de OHL



Javier Marigil

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos de Tysa



Área de servicio de un peaje de Florida (Tysa)



Ramón Gil-Casares

Embajador de España en Estados Unidos

Ramón Gil-Casares es embajador de España en Estados Unidos desde abril de 2012. Entre sus cometidos diplomáticos, le incumbe prestar respaldo político a las iniciativas de obras públicas e ingeniería que acuden al vasto norteamericano.

¿Qué volumen de negocio se puede circunscribir al área de infraestructuras?

Las empresas españolas están siendo adjudicatarias de algunos de los proyectos más complejos y de mayor envergadura que se han licitado en Estados Unidos durante los últimos diez años. Algunos de los ejemplos más emblemáticos son los siguientes: ACS-Dragados y OHL están trabajando en proyectos muy importantes de ampliación del metro de la ciudad de Nueva York; Cintra se ha adjudicado proyectos de carreteras de más de \$2.000 millones como “Indiana Toll Road” en Indiana o LBJ Expressway y North Tarrant Express en Texas; ACS-Dragados se adjudicó en Seattle el Alaskan Way Viaduct en la que trabaja Bertha, la tuneladora más grande del mundo, o la I-595 que fue el primer proyecto de PPP en Florida; FCC se adjudicó la I-95 en Florida y el puente Gerald Desmond en California; OHL se ha consolidado como una de las mayores constructoras del estado de Florida donde trabaja de forma habitual en carreteras, hospitales y plantas de agua; y, más recientemente Isolux, en consorcio

con Typsa, ha ganado el proyecto de la I-69 en Indiana.

¿Qué necesidades en infraestructuras tiene Estados Unidos?

El Gobierno de Estados Unidos está iniciando un proceso de renovación de infraestructuras. Se estima que las necesidades de inversión en todo tipo de infraestructuras públicas hasta 2020 ascienden a \$3,6 billones, esto es, \$454.000 millones anuales. La parte más importante de la inversión en infraestructuras se realiza en infraestructuras de transporte y, en particular, carreteras, puentes y transporte público. La proporción con respecto a otros modos es la siguiente: por cada dólar invertido en ferrocarril, 6 dólares se invierten en aviación y 16 dólares en carreteras. Estados Unidos invierte en carreteras, puentes y transporte público unos \$150.000 millones anuales –incluye lo que realizan todos los niveles de gobierno: federal, estatal y local–, es decir, 75.000 millones en mantener en buen estado las actuales infraestructuras y 77.000 millones para construcción nueva. De acuerdo con las estimaciones de la

Comisión Nacional de Financiación de Infraestructuras de Transporte de Superficie se necesitaría invertir todavía más.

¿Cómo perciben los americanos a las empresas constructoras españolas? ¿Y a los españoles en general?

Las empresas constructoras españolas que se han implantado en Estados Unidos se han adjudicado algunos de los proyectos recientes más grandes y de mayor complejidad técnica. Se les percibe, por tanto, como competidores bien preparados por su altísima capacitación técnica y el alto valor tecnológico de las soluciones que aportan. Además, para los proyectos que se licitan en PPP las empresas españolas aportan una extensa experiencia, adquirida en España y en el resto del mundo, sobre cómo estructurar este tipo de operaciones, cómo definir la mejor estructura de gestión y cómo realizar una mejor operación de la infraestructura. Cada vez más su éxito internacional repercute en la buena imagen de las mismas en los medios de comunicación especializados y también generalistas. **ROP**



www.freyssinet.es



FREYSSINET

Trabajar juntos para que sus proyectos sean un éxito

SEDE DEL BBVA EN MADRID

500 ^{tn.}
de acero activo

200.000 ^{m²}
de forjados postesados

100 ^{tendones}
instalados al día

Nueva sede del BBVA en Madrid

La obra civil aplicada a la edificación singular (I)*

José Antonio Martín-Caro Álamo

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Ines Ingenieros Consultores

Damián Javier Terrasa Díaz

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Ines Ingenieros Consultores

María González Fajardo

Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos
Acciona Infraestructuras

Carlos Gustavo Lorente Elvira

Ingeniero Técnico Industrial
Acciona Infraestructuras



Vista aérea

BBVA está construyendo en Madrid su nueva sede corporativa a partir de un proyecto de arquitectura de Herzog & de Meuron dirigido por Ortiz y León Arquitectos. Esta gran obra, que es uno de los mayores proyectos en construcción en Madrid (más de 250.000 m² de superficie construida), se ha implementado en fases: la fase I, totalmente operativa a la fecha, convive con una fase II que continúa en ejecución.

La fase I (tercio este del complejo) se caracteriza porque dos edificios otrora separados por una calle fueron sometidos a grandes transformaciones estructurales para adaptarlos a la nueva arquitectura del proyecto de Herzog & de Meuron que, al mismo tiempo, los reorganiza y los unifica —entre sí y también con la fase II, que se sitúa al oeste de ambos—.

El proyecto lo compone una serie de edificios, calles y jardines lineales que se despliegan como una alfombra que se adapta a la topografía existente, mediante desniveles y zonas con pendientes.

Como consecuencia de esta configuración de espacios, se genera un microclima fresco y húmedo, por lo que cada puesto de trabajo dispone de una “vista al verde”.

El aspecto global de esta gran estructura arquitectónica es, por tanto, el de siete edificios sobre rasante de hormigón postesado (plantas 1ª, 2ª y cubierta) lineales o ‘fingers’ de hasta 160 m de largo, con luces longitudinales de generalmente 16,20 m y transversales descompensadas de 10,10 y 7,20 m, que se conectan entre sí mediante pasarelas transversa-

les. Existen tres sótanos bajo rasante que ocupan la totalidad de la planta de ambas fases. Las plantas sobre rasante albergan los distintos espacios de oficina mientras que los tres sótanos se destinan a aparcamiento y locales de instalaciones. Asimismo, la cubierta es, en gran parte, ajardinada, y en ella se ubican algunas de las instalaciones.

La Fase I: una rehabilitación estructural a gran escala

La adaptación de la fase I, en la que se ha mantenido gran parte de la estructura preexistente —lo que supuso un ahorro con importantes implicaciones medioambientales— introdujo cortes longitudinales en dicha estructura para transformar el volumen de los dos edificios en un solo conjunto de marcado carácter lineal y geometría prismática de poca altura.

* En la ROP de junio se publicará la segunda parte de este reportaje



Fase I: los dos edificios preexistentes en proceso de transformación geométrica



Detalle de las lamas de la fachada

Para conseguir esto último, fue necesario también suplementar los volúmenes resultantes mediante losas de hormigón armado o postesado, horizontales o inclinadas (con vigas invertidas postesadas) completando y “suturando” de este modo las estructuras, hasta conseguir la configuración final integrada con el conjunto de la sede.

Esta rehabilitación estructural a gran escala derivó en soluciones especialmente diseñadas para resolver conexiones de estructuras nuevas a preexistentes (ménsulas metálicas de apoyo a media madera ancladas a forjados preexistentes, pasadores tipo crets, soldaduras, etc.) y para reforzar dichas estructuras por cambios de uso o de configuración (con recrecidos de microhormigón o adhesión de bandas de fibras de carbono).

La nueva configuración arquitectónica no solamente dio lugar a nuevos elementos estructurales, sino también, como ya ha sido mencionado, a

demoliciones de grandes áreas para generar calles interiores o zonas cubiertas diáfanas de gran altura. En este último caso, se daba el caso de pilares que, al perder el arriostramiento a media altura con un forjado demolido, debían ser recrecidos con microhormigón para mejorar su esbeltez, que de lo contrario se veía reducida a aproximadamente la mitad.

La fase II, en cambio, es totalmente nueva, si bien se conecta con la fase I para constituir una única “mini ciudad”. Tanto la conexión entre fases como las juntas interiores de estas se han resuelto disponiendo pasadores de cortante tipo cret.

La Fase II: el Edificio Horizontal o (“la Alfombra”) y su plaza circular

La fase II consta de tres estructuras interconectadas: el Edificio Horizontal (la Alfombra), el Vertical (la Vela) y la plaza circular. Cada una de ellas ha requerido tipologías y soluciones estructurales bien diferentes.

Los edificios que configuran el Edificio Horizontal están formados por losas macizas de hormigón armado bajo rasante, cuyo espesor oscila entre 0,30 y 0,50 m en función de las cargas que vayan a soportar. Estas losas se apoyan en una retícula de pilares más o menos uniforme cuya luz máxima llega a 10 m.

Como excepción a lo anterior, podemos citar el noroeste de la planta baja, que al tratarse de la zona del muelle de carga requiere el apeo de pilares en vigas descolgadas (canto total hasta 1,35 m) de hasta 16,2 m de luz, fuertemente postesadas.

La configuración sobre rasante de estos edificios cambia sensiblemente. El esquema estructural transversal de cada uno de los *fingers* se ha resuelto mediante una losa maciza (postesada en su vano mayor, de 10,10 m de luz) de 0,28 m de canto en las plantas 1ª y 2ª, pero de 0,35 m en la cubierta, donde las sobrecargas para equipos de instalaciones son mucho mayores.



Viga upstand postesada en cubierta



Pasarelas peatonales



Cubierta del auditorio

El esquema longitudinal consiste en una serie de vigas postesadas, de tal forma que las vigas situadas en las fachadas tienen un canto total invertido de 0,875 m en plantas 1ª y 2ª, y 1,10 m en planta cubierta. La viga central, en cambio, tiene un canto total descolgado de 0,63 m en las plantas 1ª y 2ª y de 0,70 m en la planta cubierta.

La estructura vertical del bloque de edificios alargados o *fingers* se compone de pilares de hormigón armado, elípticos en su gran mayoría, y de núcleos de comunicación (albergan escaleras, ascensores y patinillos de instalaciones) del mismo material.

Entre los *fingers* se han definido unas pasarelas de comunicación. Existen cuatro por planta y su construcción fue independiente de la de los *fingers*, por lo que se definieron entre juntas de dilatación. Las pasarelas situadas en

las plantas 1ª y 2ª cuelgan mediante una serie de tirantes metálicos de la de planta cubierta, que consta de dos vigas postesadas de canto 1,10 m. También existe otro tipo de pasarelas entre *fingers*, destinadas estas últimas a soportar las lamas de las fachadas sur y norte, en las que una lámina de hormigón armado ubicada en planta 2ª cuelga mediante tirantes de una única viga invertida de planta cubierta (cada tirante quedará oculto detrás de una lama de fachada).

Los *fingers*, que discurren en dirección sur-norte, se funden en el noroeste en un único volumen que alberga un auditorio de planta elíptica (de ejes 30 y 20 m) cuyos suelo y techo (coincidentes con las plantas 1ª y cubierta, respectivamente) son losas postesadas aligeradas de 80 y 60 cm de canto y su cierre lateral, un muro de hormigón armado de casi 9 m de altura. Estos

muros se soportan en pilares separados entre sí hasta 19 m, de forma que actúan como vigas de gran canto.

Para dar visibilidad a la nueva sede del BBVA en la silueta de la capital, la alfombra se recorta hacia el norte siguiendo una forma casi circular. Se genera así una gran plaza de unos cien metros de diámetro alrededor de la cual se disponen ocho escaleras helicoidales (las dos primeras en Fase I y las restantes en Fase II) que comunican la planta baja con la planta segunda en el entorno de dicha plaza exterior.

Estas escaleras helicoidales de hormigón armado no aligerado tienen su cara inferior continua (no “marcan” relleno) por lo que llegan a tener, en la zona central de su tramo, casi 1 m de espesor.

“La Vela”: un edificio emblemático con una estructura singular

La gran plaza circular aloja en su interior una delgada extensión vertical de la alfombra: el edificio “La Vela”, que a finales de 2014 ‘ondeará’ en el *skyline* de Madrid.

Como puede verse en la figura anterior, la plaza y el cuerpo en vertical anclan el conjunto y proporcionan la orientación en el complejo. El cuerpo vertical, además, contribuye a la gran diversidad de espacios y a la riqueza de condiciones de trabajo: en ella se encuentran, entre otras dependencias, oficinas con vistas a la ciudad y a la sierra de Madrid. Sus plantas bajo rasante serán destinadas a instalaciones y albergarán también a la sala de prensa y a dos grandes aljibes.

Este edificio “tipo pantalla” con forma de disco asimétrico, diecinueve plantas



Muros testers de espesor variable, pilares de fachada y núcleo rígido en una etapa intermedia

sobre rasante, tres sótanos y casi cien metros de altura desde cota de calle, consta de un alzado con forma de disco asimétrico o elipse ligeramente deformada que se trunca en la base (a nivel sótano -1), siendo todo el contorno o “cáscara” de dicho disco un muro de hormigón armado de espesor variable, visto en la mayor parte de su superficie (hacia el interior y en los cantos) y forrado de acero inoxidable en su cara exterior. Las otras dos fachadas (norte y sur) son planas y acristaladas.

Las plantas son rectangulares de ancho constante 16 m y longitud variable en función de la altura a la que se sitúa, entre 82 m en la parte más ancha (plantas 7ª y 8ª) y 37,5 m en la más estrecha (truncamiento inferior de la corona de la elipse deformada).

La estructura del Edificio Vertical o “La Vela” está constituida por los siguientes elementos:

Núcleo rígido

El núcleo rígido es un conjunto de muros de hormigón armado de espesores entre 25 y 50 cm que se combinan formando un cajón o tubo, de sección similar a un rectángulo que tiene sus lados largos ligeramente curvados. Este núcleo es coincidente con el núcleo de comunicaciones verticales, el cual está dispuesto con una ligera excentricidad respecto al eje vertical del alzado de la elipse deformada y también al longitudinal de las plantas.

Corona o anillo

Los muros curvos de espesor variable en los testers este y oeste —que se

cierran en cubierta formando una bóveda— definen la corona o anillo. El espesor de estos muros curvos es continuamente decreciente desde 1,90 m hasta 0,37 m; este último espesor se mantiene constante en la bóveda asimétrica que corona sobre la planta 21ª.

Forjados

Los forjados hasta la planta 19ª inclusive, en general destinados a oficinas, son losas de hormigón postesado aligerado, eminentemente unidireccionales, de 35 cm de canto salvo en los voladizos, donde el espesor se reduce a 35 o 25 cm.

Estas losas, de 16 m de ancho constante, apoyan en el núcleo rígido central, en los muros curvos extremos y en dos hileras de pilares de fachadas (norte y sur). Estos forjados, además de esa única crujía de 12 m de luz, presentan voladizos al norte y al sur, siendo este último bastante más importante que el primero: hasta 3 m desde ejes de pilares.

Las plantas 20ª y 21ª, “técnicas” (destinadas a instalaciones y maquinarias) en cambio, no van de “anillo a anillo”, sino que ocupan algo más que el ancho del núcleo de comunicaciones. Estos últimos dos forjados se resolvieron con losas de hormigón armado (no aligeradas) de 25 ó 35 cm de espesor. La planta 20ª, en concreto, es una losa apoyada en el núcleo y sustentada en el extremo occidental por unos perfiles metálicos HEB que cuelgan de la cubierta o bóveda del anillo.

Pilares

Los pilares son de hormigón armado de dimensiones variables, desde 30 x 75 cm² en las plantas inferiores hasta 25 x 35 cm² en las superiores. Se dis-



INGENIERÍA ESTRUCTURAL

EJECUCIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN



C/ Alcalá 249, 28027 Madrid
Tel + 00 34 91 323 76 90
Fax + 00 34 91 323 76 94
www.gruposecin.es
secin@gruposecin.es

ponen muy próximos entre sí, concretamente cada 2,4 m entre ejes, en dos hileras coincidentes con las fachadas norte y sur –hileras que distan la una de la otra unos 12 m–.

Sistema de rigidez

La interacción entre el núcleo rígido situado en el interior de la planta y los dos muros curvos de los testeros que forman la corona, unidos a través de los forjados (actuando estos como diafragmas rígidos) configuran un sistema de rigidez suficiente frente a las cargas horizontales, sobre todo las que actúan en la dirección frontal o perpendicular a la fachada de alzado con forma de disco deformado (fachada acristalada). En caso de la acción del viento, esta dirección frontal supone una superficie de incidencia mayor que la lateral o perpendicular a los testeros, actuando sobre una inercia transversal del conjunto (referida al canto de 16 m coincidente con la profundidad de la planta) menor que la inercia longitudinal (referida a un canto de 37,5 m, coincidente con la longitud de la planta en el empotramiento en la base de los muros testeros que forman la corona). Además, este sistema de corona y núcleo rígido mejora enormemente la rigidez a torsión del conjunto, con respecto a la que tendría el núcleo solo, y por tanto también la respuesta de la estructura ante acciones horizontales excéntricas.

Losa de cimentación

El terreno que se sitúa por debajo del edificio, una vez superado el estrato de rellenos antrópicos, presenta una compacidad densa a muy densa y una tensión admisible de 0,45 MPa, por lo que se ha optado por una solución de cimentación directa mediante losa de hormigón armado de canto variable de 4,00 m en la zona central, donde



Losa de cimentación

arranca el núcleo rígido de la torre, y 2,00 m en el perímetro. El cambio de sección se produce fuera de la proyección en planta de la base de la torre mediante un quiebro a 45° que permite adaptar y anclar el armado inferior de la sección de ambos cantos de manera suave sin generar conflictos constructivos o acumulaciones de tensiones por cambios bruscos de sección. La zona central se hormigonó en dos etapas, de 2 m cada una.

El hecho de que la losa tenga un canto de grandes proporciones y que además esté rigidizada por los muros longitudinales y transversales que soportan el anillo, hace que el compor-

tamiento de la losa sea el de una gran zapata rígida.

Postesado longitudinal, control de tracciones en forjados y de apertura del arco invertido

La combinación de los muros del anillo en las plantas inferiores trabajando a compresión, recogidos mediante los forjados –trabajando a tracción desde el núcleo– forma un sistema de bielas y tirantes que funciona como dos grandes ménsulas en voladizo en los que pueden apearse los pilares que quedan fuera de la proyección de la base de la torre en el empotramiento. Según este sistema, el anillo sería una gran biela comprimida de hormigón



Cajetines para tesado longitudinal en plantas 1ª a 4ª y operación de tesado de la planta 1ª



Sede Central Banco BBVA Madrid, España

**/ Encofrados
/ Soluciones
/ Ingeniería
/ Seguridad
/ Experiencia
/ Servicio**



Viviendas



Equipamientos



Industria y Energía



**Infraestructuras
de Transporte**



**Infraestructuras
Hidráulicas**



**Infraestructuras
Marítimas**

que incrementa los esfuerzos en las plantas inferiores por la acumulación de las cargas de los pilares apeados, y los forjados serían unos tirantes horizontales.

Para la absorción de las tracciones explicadas en el párrafo anterior se planteó un postesado longitudinal mediante tendones de hasta de 31 cordones de 150 mm² de sección, dispuestos en las alineaciones norte y sur de los forjados de planta baja a 7^a. Este postesado garantiza que en cualquiera de las fases de construcción, así como en estado final, el hormigón de estos forjados se mantuviera comprimido para las comprobaciones de Estado Límite de Servicio, y no se superara en ningún caso el valor del axil de fisuración en las comprobaciones de Estado Límite Último. Estas dos premisas permitieron asegurar que el comportamiento en cuanto a distribución de esfuerzos en función de las rigideces no se veía alterado ya que en cualquier caso se mantendrían las secciones brutas.

Antes y después de cada paso relacionado con lo arriba explicado (hormigonado de un tramo del muro del anillo, ascenso de la trepa, hormigonado de forjado, tesado longitudinal, etc.) se realizaba una medición topográfica de deformaciones para comprobar que las hipótesis de proyecto tenían su fiel reflejo con lo que se iba obteniendo en la obra.

Arranque de pilares en anillo o corona
El alzado de este edificio, con forma de disco truncado, dio lugar a que una veintena de pilares tuvieran que nacer en el anillo curvo o corona, es decir, de una superficie inclinada previamente hormigonada. Este hecho, además de motivar un análisis teórico para conocer los efectos locales derivados



José Antonio Martín-Caro Álamo



Damián Javier Terrasa Díaz



María González Fajardo



Carlos Gustavo Lorente Elvira

(armando y dimensionando convenientemente para evitar, por supuesto, el deslizamiento del pilar por una superficie inclinada) condujo a buscar una solución en obra por el problema añadido que representaba que el anillo se realizara con encofrado trepan-te. Siendo así, no existía la posibilidad de dejar las esperas de los pilares de manera tradicional, resultando necesario dejar unas vainas corrugadas para obtener un cáliz típico de los pilares prefabricados. Cabe destacar que otras soluciones con pilares prefabricados tuvieron que ser desechadas por requerimientos arquitectónicos respecto a los acabados.

Escaleras laterales

Otra singularidad arquitectónica que tuvo su consiguiente solución estructural la constituían las escaleras laterales

de hormigón armado, oeste y este, que no ascienden en una única vertical – como la central, que lo hace dentro de uno de los huecos del núcleo y por tanto es mucho más convencional– sino que van siguiendo el mismo alzado curvo de los muros testers, adosándose a estos cada dos plantas y alejándose de estos en plantas intercaladas.

Para dar soporte a los tramos más desfavorables (con más metros de hueco debajo) de estas losas macizas ‘paralelas’ a los dos muros curvos –pero que no apoyan en estos, sino que vuelan de forjado a forjado– se proyectaron sistemas de apuntalamiento especiales, e incluso plataformas provisionales jabalconadas a los muros curvos (a la vez que ancladas a estos mismos muros a cota superior). **ROP**

BUILDING BETTER CITIES

Líderes mundiales del sector de los materiales de construcción y con una posición puntera en las actividades de cemento, áridos, hormigón, contribuimos a la construcción de las ciudades de todo el mundo. Nuestras soluciones innovadoras hacen posible que las ciudades sean más acogedoras, más compactas, más duraderas y más estéticas y, además, que estén mejor conectadas.

Presente en 64 países, el Grupo emplea a 65.000 personas. En 2012, obtuvo unas ventas de 15.800 millones de euros.

LAFARGE
Construir
mejores ciudades™

El Monasterio de Santa María la Real de las Huelgas, accesible para personas con movilidad reducida

Fruto del convenio marco entre Patrimonio Nacional, Real Patronato sobre Discapacidad y Fundación ACS, cuyo objetivo general es la puesta en valor accesible de los Reales Sitios, se llevó a cabo una reconversión en monumento accesible del emblemático Monasterio de Santa María de las Huelgas, una de las joyas de Patrimonio Nacional.

Este proyecto perseguía que el Monasterio fuera totalmente accesible a personas con movilidad reducida. Para ello, los arquitectos Javier García Gallardo –de Patrimonio Nacional– y Carlos de Rojas Torralba –del Real Patronato sobre Discapacidad– redactaron el proyecto de intervención.

El proyecto se llevó a cabo con diversas premisas, que el recorrido de la visita accesible coincidiera con el recorrido guiado, que la actuación fuera reversible, pudiendo así desmontar con la máxima facilidad para devolver al monumento su estado original, que la intervención pasara lo mas desapercibida posible, y que ningún momento varíe la percepción del edificio original.

Además, se tuvo en cuenta la legislación vigente en materia de accesibilidad a nivel autonómico y nacional (Código Técnico).

Tras analizar el itinerario de la visita turística se detectaron 17 puntos con barreras arquitectónicas. En la mayoría de los casos se colocaron pequeñas rampas de madera, otras simplemente se compactó el terreno o se hizo un solado de granito. La intervención más singular consistió en la construcción de un cortavientos de cristal para sustituir



Monasterio de Santa María la Real de las Huelgas

al anterior existente de madera, que constituía una barrera y ocultaba la vista de la iglesia.

Las rampas de madera de iroco se realizaron lo más ligeras posible dado que muchas de ellas se mueven todos los días dado al tener que desplazarse para cerrar las puertas del monasterio. Se realizó una canaladura para que conseguir que sean antideslizantes de 1,5 cm de profundidad.

Intervenciones

Se consiguió una accesibilidad del 100 % de los espacios, empezando por las taquillas y aseos (que ya eran accesibles).

Para acceder a las taquillas, se colocó una rampa de madera con una pendiente del 10 % para salvar el escalón existente de 15 cm. En la zona de la fachada norte, que es donde da comienzo la visita al Monasterio, se repuso el

**Rampas de acceso**

drenaje del pavimento –ya que se producían encharcamientos que dificultaban el paso en los días lluviosos– y se reformó la puerta, solando de piedra el área próxima a la misma. Además, se instaló una rampa, con una pendiente del 8 %, acabada en madera sintética, para acceder desde el terreno del Compás de Afuera a la galería.

Al transcurrir el itinerario por el interior de la galería se mejoró la accesibilidad, cuando el terreno este nevado, circunstancia frecuente en los inviernos de Burgos.

Con el fin de salvar un pequeño desnivel de 16 cm que hay en el acceso a la galería, se instaló un pequeño descansillo que se une a una rampa del 10 % de pendiente, ubicada de forma que coincide con el cambio de pavimento. La rampa continúa con una pasarela para poder salir al nivel del terreno.

El siguiente obstáculo era una puerta doble de madera que se levantaba

15 cm del suelo en el que se había superpuesto un peldaño de madera. Con la actuación se eliminó dicho peldaño, quedando todo el suelo a nivel. Además, en el interior se colocó un cortavientos acristalado con doble puerta y

**Rampa de salida hacia la capilla de Santiago**

se restauraron el portón de madera y el pavimento existentes. Con ello, se consiguió resolver la accesibilidad y además mejorar la percepción del monumento.

Siguiendo el circuito, los visitantes se encuentran con otra puerta y, tras ella, un peldaño de 6 cm que producía un desnivel salvado gracias a una cuña maciza de madera de iroco.

En la zona de paso hacia Las Claustri-llas, se encuentra un peldaño de unos 13 cm, que se consiguió sortear con la instalación de una rampa de madera de iroco de 1,60 x 1,28 m con una pendiente del 10 %.

El muro lateral de acceso suponía salvar una desnivel que se salva con otra rampa de madera de iroco, con unas dimensiones de 4,50 x 1,20 m, que crea una meseta al mismo nivel de la entrada, permite el acceso a Las Claustri-llas, se construyó una barandilla de vidrio templado con pasamanos de madera.

**Cortavientos**

La zona de salida de Las Claustillas tiene dos peldaños con un desnivel de 37 cm. Para solucionarlo, se colocó una rampa de 4,38 m por 1,20 m que cuenta con protecciones laterales para evitar caídas.

El itinerario continúa por el Compás de Adentro, accediendo a la capilla de Santiago. En el mismo, hay dos peldaños con una altura total de 32 cm. Para sortearlo se colocó una rampa realizada de dos materiales una parte de madera de iroco y con una zona metálica que permite el paso de vehículos transversalmente, para acceder a la zona del monasterio que ocupan las monjas de clausura.

Dejando atrás la iglesia el visitante se encuentra con una puerta de salida, con un desnivel de unos 11 cm. En este punto se instaló una rampa de madera de 1,54 por 0,90 m.

El siguiente punto es el acceso a la Sala capitular desde el Claustro de San Fernando. Aquí el visitante se encuentra con un desnivel de 11 cm y, posteriormente, otro de 4 cm, para lo cual se colocaron dos rampas, la primera con un 10 % de pendiente y la segunda, una cuña de madera maciza.

Para seguir el itinerario desde el mencionado claustro hacia la iglesia, hay tres peldaños que provocaban un desnivel total de 50 cm. Como solución se instaló una rampa lateral de 5,10 por 1,20 m hasta una meseta de 1,20 por 1,85 con una pendiente del 10 % y barandilla de vidrio templado con pasamanos.

Por último, se instaló una rampa de madera de 3 por 1,40 m y una pendiente del 10 % para comunicar la nave lateral de la iglesia con la nave central salvando así un desnivel de 20 cm. **ROP**



Rampa de acceso a la Sala capitular



Rampas de acceso en distintas galerías del monasterio

Aniversario del Instituto Eduardo Torroja

80 años del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja/CSIC y 10 años de la Fundación Eduardo Torroja

Este año 2014 tiene un especial significado para el legado del insigne ingeniero Eduardo Torroja. Se cumplen los 80 años de la fundación del Instituto de la Construcción y la Edificación, hoy denominado Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, y 10 años de la Fundación Eduardo Torroja.

Del Instituto

En el año 1934 se fundó el Instituto Técnico de la Construcción y la Edificación (ITCE). Fue la primera organización creada en España “libremente”, por particulares, con una finalidad mucho más ambiciosa que la recogida en el Real Decreto de 1898. La de investigar, promover y divulgar, sobre todos los campos relacionados con la construcción desde todos y cada uno de sus aspectos técnicos y científicos, para fomentar el progreso en una anticuada industria que podía producir más y mejores obras de arquitectura e ingeniería, revolucionando los sistemas de producción desde la manipulación del propio material, forzando a la evolución hacia la deseada normalización e industrialización (ITCE 1934). Los fundadores fueron Modesto López Otero, Alfonso Peña, Gaspar Blein, Manuel Sánchez Arcas, José María Aguirre, José Ángel Petrirena, y Eduardo Torroja.

Es un hecho ya constatado que este Instituto cambió el rumbo de la Historia de la investigación española en el campo de la construcción civil y

arquitectónica, y con ella, la del desarrollo de la deprimida España de aquellos momentos. El Instituto es, sin duda, el más relevante y querido legado de Eduardo Torroja. A él dedicó gran parte de su vida profesional (1934-1961), dirigiéndolo, hasta el mismo día de su muerte, con un especial modelo de pensamiento y actuación, que hizo posible que se convirtiera en uno de los centros de investigación de mayor relevancia internacional durante las décadas doradas de la Modernidad. Eduardo Torroja fundó en este Instituto el corazón de su “internacional Escuela”, trazando y ejecutando un adecuado camino para la investigación, la difusión y la enseñanza de la construcción civil y arquitectónica. Una “escuela” que ha perdurado hasta nuestros días. Hoy el Instituto continúa su marcha tras las huellas de Eduardo Torroja contribuyendo, con sus investigaciones y actividades, al desarrollo del campo de la construcción.

De la Fundación

En el año 2004, bajo la presidencia de Leopoldo Calvo Sotelo, se fundó la Fundación Eduardo Torroja, con el dual objetivo de velar y difundir el legado de Eduardo Torroja, así como el de apoyar el desarrollo de la Arquitectura y la Ingeniería Civil, entendiendo que su unión y colaboración han de ser una premisa fundamental para conseguir entre todos el progreso de la sociedad.

Fue constituida por las siguientes entidades patronas: Consejo Superior

de Investigaciones Científicas (CSIC), Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Consejo Superior de Colegios de Arquitectos, Confederación Nacional de la Construcción (CNC), Asociación de Miembros del Instituto Eduardo Torroja (AMIET), Agrupación de Fabricantes de Cemento de España (OFICEMEN), Asociación Española de Fabricantes de Hormigón Preparado (ANEFHOP).

Actualmente está presidida por José Antonio Torroja Cavanillas.

De las actividades conmemorativas

Con este motivo se han organizado varias actividades (exposiciones, cursos, jornadas...) que pueden ser consultadas en las páginas web de ambas instituciones, donde está previsto seguir añadiendo nuevos actos y convocatorias diversas durante todo el transcurso del año (www.ietcc.csic.es/ www.fundacioneduardotorroja.org).

El acto inaugural de las actividades tuvo lugar el pasado día 20 de febrero en el salón de actos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, con la intervención de Carmen Vela, secretaria de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación; Emilio Lora-Tamayo, presidente del CSIC; José Antonio Torroja, presidente de la Fundación Eduardo Torroja; Ángel Artega, director del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, y el ingeniero Julio Martínez Calzón.

ROP

Exposición 'Arqueología de la memoria reciente. Construcción de la ciudad y el territorio en España 1986-2012'

**P. Hernández Lamas y
M^a. J. Ramiro Nuño**

Fundación Miguel Aguiló. ETSI
Caminos, Canales y Puertos - UPM.

CEDEX. Centro de Estudios
Experimentales de las Obras Públicas



El pasado 30 de enero, se inauguró en la Sala Picasso del Círculo de Bellas Artes de Madrid la exposición 'Arqueología de la memoria reciente'. En ella se muestra la transformación del territorio español durante los últimos veinticinco años a través del análisis de la evolución de cinco ciudades representativas, de sus transformaciones urbanas desde distintas escalas y de las conexiones que surgen entre fenómenos urbanos, objetos económicos y marco cultural. La exposición toma como fecha de partida 1986, año en que España ingresó en la Comunidad Económica Europea, y origen de un proceso de construcción de grandes obras que han dejado una profunda huella en el territorio español. Su contenido incorpora una profunda reflexión sobre un ciclo económico próspero y su incidencia en las ciudades, las infraestructuras, la arquitectura y el paisaje.

La exposición se ha podido realizar en virtud del convenio de colaboración, firmado en septiembre de 2011, entre la Universidad Politécnica de Madrid, el Centro de Estudios y Ex-

perimentación de Obras Públicas (CEDEX-CEHOPU) y El Círculo de Bellas Artes de Madrid. El trabajo de investigación sobre la construcción de la ciudad y el territorio ha sido realizado conjuntamente por el Grupo de Investigación Paisaje Cultural de la Universidad Politécnica de Madrid y la Fundación Miguel Aguiló para la investigación del paisaje y el patrimonio construidos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos de la UPM.

La investigación evita el relato lineal de la historiografía, tomando la arqueología como método; la muestra pretende, en palabras de su comisario, el arquitecto Juan Miguel Hernández de León, "excavar y mostrar los múltiples estratos que constituyen algunos registros donde se inscriben las transformaciones visibles de un territorio, el español, en un período limitado en su duración pero intenso en cuanto a sus consecuencias".

Las ciudades seleccionadas retratan el panorama español en un período clave: Barcelona, sede de los Jue-

gos Olímpicos del 92, con la remodelación de la zona portuaria y el urbanismo del consenso. Bilbao, a través de la transformación de la ría del Nervión, el impacto del Museo Guggenheim y el metro. Madrid, por su condición de capital y sus grandes operaciones urbanas como la estación de Atocha, la reordenación del eje Prado-Recoletos, la operación Madrid Río, el metro y el soterramiento de la M-30. Santiago de Compostela, Patrimonio Cultural de la Humanidad desde 1985, y la vinculación del urbanismo con la economía, el turismo y la cultura. Y finalmente Sevilla, sede de la Exposición Universal de 1992, con la explotación de su condición fluvial, sus nuevos puentes y la llegada del AVE.

La muestra pretende analizar las obras arquitectónicas y de ingeniería, no como elementos aislados sino como grandes equipamientos y obras públicas que transforman el territorio; en palabras de Hernández de León, "contenedores de acciones o depositarios de fragmentos de memoria", desde una visión multidisciplinar y de conjunto totalizadora.



Es esta visión de conjunto la que lleva a mostrar conjuntamente el patrimonio arquitectónico, el patrimonio de la ingeniería y su huella en el territorio, en sus diferentes aspectos: edificación, movilidad y transportes urbanos, agua y energía, protección medioambiental, urbanización y accesos, etc.

La exposición despliega sus contenidos mediante planos, maquetas espectaculares, fotografías y cartografías visuales y audiovisuales. Ocupan un lugar destacado el empleo de cartografías novedosas como los cronogramas, que buscan plasmar las deformaciones del espacio geográfico que causa la velocidad de los desplazamientos, la representación de las redes de energía y los paisajes culturales. Todas estas herramientas pretenden motivar al visitante e invitarle a la reflexión sobre este ciclo económico, su incidencia en las transformaciones urbanas y territoriales y sus consecuencias.

Como parte de la exposición se ha editado un catálogo de la muestra



que recopila una serie de artículos que van analizando la transformación de los paisajes de las cinco ciudades seleccionadas y otros aspectos globales del período como la

evolución económica (con numerosos datos ofrecidos por el catedrático Emilio Ontiveros) y el significado territorial de lo construido (con una visión del catedrático de arte y estética de la ingeniería Miguel Aguiló).

Esta muestra fue presentada previamente en el Instituto Cervantes de Tokio, bajo el nombre “Ciudad y territorio en España 1986-2012. Arqueología de la memoria reciente”, del 5 de noviembre al 14 de diciembre de 2013, con motivo del Año Dual España-Japón. La exposición estará en Madrid hasta el próximo 18 de mayo. **ROP**

Referencias cartográficas

- Red de distribución de energía eléctrica. Fuente: Paisajes de la Energía, GIPC-UPM
- Cuencas hidrográficas y centrales hidroeléctricas con potencia superior a 100 MW. Fuente: FMA
- Esquemas mallados de pasos: Contreras, Despeñaperros y Besaya. Fuente: FMA
- Red española de AVE. Fuente: FMA
- La glorieta como elemento estructurante, Madrid. Fuente: FMA
- Distribución de las EDAR en España. Fuente: FMA
- Protección medioambiental de España: LICs-ZEPAS- RAMSAR-ZEC. Fuente: FMA
- Mapas cronográficos referidos al desplazamiento en tren y en carretera desde las ciudades de Madrid, Barcelona, Sevilla, Bilbao y Santiago a las diferentes capitales de provincia. Fuente: GIPC

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid*



ETSI de Caminos, Canales y Puertos de Madrid

Ya desde su fundación en 1802, la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) se ha caracterizado por proporcionar a sus estudiantes una formación sólida, polivalente y generalista, que capacita el autoaprendizaje y la adaptación a nuevas situaciones. De esta manera define Francisco Javier Martín Carrasco, director de la Escuela, el modelo educativo de esta institución creada en el siglo XIX por Agustín de Betancourt.

El objetivo que persigue la Escuela, desde hace casi dos siglos, es dar a los ingenieros de Caminos la formación que la sociedad les exige. Más de 2.600 alumnos se matricularon en el curso pasado. Las principales preocupaciones a las que se enfrentan los estudiantes en la actualidad son las perspectivas de empleo y la equivalencia del título, según nos ha comentado Natalia Ávila, de la delegación de alumnos de la Escuela.

Las funciones de representación asignadas a la delegación de alumnos y la elección de los delegados por sufragio universal, combinadas con el modelo formativo de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid, convierten a la delegación de alumnos en un instrumento para conocer con precisión y garantía las opiniones e inquietudes de los estudiantes acerca de la calidad de la enseñanza y de su repercusión en su futuro laboral. En todas las comisiones académicas están presentes los representantes de los alumnos.

Además, en la Escuela existen más de 20 asociaciones de todo tipo. Organizan frecuentes conferencias y sesiones monográficas de orientación laboral, de todo tipo y referidos a diversos ámbitos, desde empresariales y financieros a puramente tecnológicos. “La formación que tenemos es bastante buena lo que nos da oportunidades en diferentes campos”, afirma la delegada de alumnos Natalia Ávila.

Cabe destacar que la presencia del Colegio es intensa en la Escuela. Tanto el presidente nacional, como el decano de la demarcación de Madrid son profesores de la Escuela. La mayoría de nuestros alumnos ven la colegiación como un paso natural cuando terminan sus estudios. “La percepción del Colegio que tienen los alumnos es bastante buena, pero considero que quizás falte publicidad en la Escuela sobre las ventajas de la colegiación porque hay muchos estudiantes que no lo aprovechan”, comenta la delegada de alumnos Natalia Ávila.

A pesar de la crisis en la que está sumida nuestro país, y más concretamente el sector, las perspectivas de empleo de los graduados siguen siendo optimistas. Son muchos los ingenieros de Caminos que trabajan en el extranjero, bien con empresas españolas, referentes mundiales en el sector de la obra pública, bien directamente con empresas extranjeras. Se trata de profesionales que, dada

su formación polivalente, tienen una muy buena aceptación en el mercado de trabajo, tanto en áreas propias de la ingeniería civil como en otros ámbitos: finanzas, medio ambiente o investigación.

La Escuela tiene suscritos acuerdos bilaterales de movilidad estudiantil con más de 120 universidades europeas de 22 países, así como con universidades de China, Brasil y EE. UU. En total, ofrece más de 250 plazas de intercambio para estudiantes de ingeniería civil. Todos estos convenios son recíprocos, por lo que en la Escuela es cada vez mayor la presencia de alumnos extranjeros.

Recientemente, la ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) ha emitido un informe preliminar positivo de acreditación internacional de la titulación de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos de la UPM, con nivel de Máster. Este proceso, que se completará oficialmente en julio de 2014, terminará con la acreditación de dicho título para el período 2012-2017. ABET es la agencia de acreditación de estudios de ingeniería más prestigiosa del mundo y audita titulaciones en nombre de sus socios, entre los que está la ASCE (*American Society of Civil Engineers*).

Para Manuel Romana, subdirector de Acreditación y Comunicación de la Escuela, tal acreditación significa un respaldo a cómo se están haciendo las cosas por parte de la agencia más prestigiosa en el mundo; implica que los ingenieros tienen la formación adecuada, y que es completa para este momento que vivimos; sitúa al centro en un plano de capacidad y seriedad; obliga a preguntar a más gente sobre lo que hacen los ingenie-



Aulas



Entrada



Interior de la Escuela



Laboratorio de estructuras



Biblioteca

ros, lo que dará mayor visibilidad al título y permitirá reaccionar y mejorar con rapidez y eficacia. “La reflexión necesaria es profunda y la toma de información exhaustiva; se trata de una clara oportunidad de mejora, ya que se detectan debilidades que están siendo reforzadas”, afirma. “Además, hay dos cuestiones que serán importantes en el futuro: la evaluación de competencias adquiridas por los estudiantes y la acreditación de los títulos a nivel internacional. Personalmente, creo que hay que trabajar para que la calidad sea evaluable, y para que podamos dar continuidad a un grupo de profesores con experiencia en el sector. Hay que encontrar canales para demostrar la validez de

la experiencia directa en lo que enseñamos”, señala Romana.

Tradicionalmente, los ingenieros profesionales han tenido una presencia muy importante en el profesorado de la Escuela. Muchos de los ingenieros de Caminos más importantes del país han sido o continúan siendo profesores de la Escuela. De los 250 profesores, la mitad son doctores ingenieros de Caminos (el 70 % de nuestros profesores son doctores) y tienen una experiencia profesional media de 15 años en las distintas áreas de la ingeniería civil. “Esto aporta a las enseñanzas en el aula una estrecha vinculación con el desempeño profesional”, concluye Martín Carrasco.

ROP Fotos: Asociación Fotográfica Caminos

Francisco Martín Carrasco

Director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la UPM

¿Qué perspectivas de empleo tienen los estudiantes que salen cada año de la Escuela?

Según datos facilitados por el Colegio de Ingenieros de Caminos, en el último decenio, el 86 % de los titulados de la Escuela de Madrid se incorporan al mercado laboral en un plazo razonable. Los últimos estudios publicados por el Observatorio Académico de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), que se refieren a la promoción 2010-11, muestran que el 65 % de los egresados de la Escuela había encontrado empleo en menos de 6 meses, con un tiempo medio de 3,1 meses.

¿En qué otros campos, además de los tradicionales, puede desarrollar su actividad profesional un ingeniero de Caminos?

En particular, tanto dentro como fuera de España, han sido muy receptivos a nuestros titulados los ámbitos de las finanzas, de la gestión y dirección de empresas, de cualquier área relacionada con el medio ambiente, de los materiales y de la I+D+i. Esta circunstancia se debe a la formación de profesionales muy polivalentes.

¿Cuáles son las principales características de los ingenieros de Caminos?

Las características profesionales de los Ingenieros de Caminos de la Escuela de Madrid derivan de su modelo educativo: formación sólida sustentada en el método científico, preparación técnica generalista, capacidad de aprendizaje autónomo, ejercicio profesional ágil y riguroso, y fortaleza

para el esfuerzo y superación de adversidades.

¿Qué programas de intercambio existen con Escuelas de otros países? ¿Qué aportan a los estudiantes?

En los últimos años, la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid ha reforzado el carácter internacional de las enseñanzas. Por ejemplo, ha sido pionera en la UPM en la impartición de docencia en inglés, lo que le permite mantener sus propios acuerdos de intercambio con universidades americanas y chinas. Los programas de movilidad internacional de nuestra Escuela abarcan a Europa (Programa Erasmus), Latinoamérica y Caribe (Programa Smile), Estados Unidos (Programa GE4 de Becas Bancaja) y Asia (Programa de Becas de Movilidad Hispano-Chino).

Asimismo, la Escuela ya dispone de acuerdos de doble titulación para el nuevo Máster Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, que comenzaremos en septiembre de 2014, con la École Nationale des Ponts et Chaussées (ENPC, París), Illinois Institute of Technology (IIT, Chicago), Universidade Federal de Río de Janeiro (UFRJ, Río de Janeiro) y Beihang University (Pekín).

Para los estudiantes, los intercambios potencian sus competencias específicas al integrarlas en un contexto técnico internacional, mejoran sus competencias transversales, en especial las de adaptación y comunicación, y propician y amplían sus oportunidades de acceso al mercado profesional.

¿Existen acuerdos entre la Escuela y algunas empresas para que los estudiantes den sus primeros pasos en el ámbito profesional?

En cierta forma, los alumnos ya tienen en el aula su primer contacto con el ámbito profesional. Pero consideramos que las prácticas en empresa suponen un complemento muy recomendable para las enseñanzas, y en el nuevo Máster Ingeniero de Caminos ya cuentan con reconocimiento académico.

Pero la presencia de las empresas en la Escuela no se limita a las prácticas. Varias de las empresas más importantes del sector realizan cursos-talleres específicos para los alumnos de los últimos cursos así como entregas anuales de premios y becas a los más sobresalientes.

¿Cómo valora los servicios de empleo e internacionalización que ofrece el Colegio?

Somos conscientes y valoramos desde la Escuela el esfuerzo que se hace en el servicio de empleo del Colegio, si bien desgraciadamente sabemos que la demanda de trabajo supera a la oferta. También conozco de primera mano y valoro positivamente las iniciativas que en el ámbito internacional se realizan desde el Colegio, como respuesta a la inevitable realidad en que vive nuestra profesión. Los monográficos por países que se presentan en la Revista de Obras Públicas, el establecimiento de convenios con los colegios profesionales de otros países, la intensa labor exterior para que el título de Ingeniero de Caminos sea reconocido con nivel de Máster, el “censo” de ingenieros expatriados por países y el nombramiento de uno de ellos como “delegado” del Colegio en cada país me parecen actividades positivas. **ROP**

Todos los libros de esta página están a la venta en la Librería Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. T. 91 308 34 09 F. 91 319 95 56 libreria@ciccp.es



“Hormigón armado y pretensado. Concreto reforzado y preesforzado. 2ª edición”. Enrique Hernández Montes y Luisa María Gil Martín. Colección Señor nº 46. Garceta Grupo Editorial.

Esta nueva edición ha sido actualizada y ampliada y no sólo constituye un libro de texto para estudiantes de ingeniería civil, sino también un libro de consulta profesional sobre el hormigón armado y pretensado. Este libro es un tratado básico de cálculo de estructuras de hormigón armado y pretensado, por ese motivo se han obviado temas como soluciones constructivas y detalles, que se pueden consultar en otros volúmenes existentes en el mercado y en proyectos constructivos.

El libro no está enfocado como un manual técnico sino como un tratado de hormigón estructural con contenido propio, por ello, la normativa es más un apoyo que una fuente. La normativa empleada es tanto la española EHE, la europea Eurocódigo-2, así como la americana ACI-318. El capítulo 6 dedicado al análisis de la sección



en flexión es el que presenta mayor novedad frente a lo ‘tradicional’, y se destaca el diseño en rotura de secciones. Algunos capítulos tienen apéndices, como los dedicados al confinamiento y a las teorías de campos de compresiones. Estos apéndices van más allá de lo que se puede estudiar en los cursos de Grado o Máster en la universidad pero son muy interesantes a los profesionales y estudiantes de doctorado dedicados al hormigón estructural. Esta nueva edición contiene un capítulo nuevo dedicado a la ingeniería sísmica con la que se ha pretendido en pocas páginas hacer una inmersión rápida en dicha disciplina.

“Influencia de la adición de fibras cortas discontinuas en las propiedades y en el comportamiento de los materiales cementíceos. Parámetros de evaluación de la eficiencia de su utilización”. Laureano Cornejo Álvarez. Serie de Innovación Tecnológica.

La realidad de mejorar las propiedades de los compuestos cementíceos, hormigones, lechadas y morteros de ma-



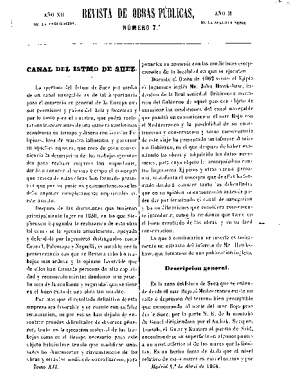
triz cementícea, es la causa que me ha motivado para escribir este documento técnico. El hormigón es el material de construcción más ampliamente utilizado por sus múltiples propiedades.

“Metodología para la evaluación del riesgo hidrológico de presas y priorización de medidas correctoras”. Ignacio Escuder Bueno y Javier González Pérez (editores).

Este libro está estructurado en dos partes. La primera parte se refiere a la propuesta metodológica, expuesta en los tres primeros capítulos. El capítulo 1 está dedicado a la descripción general de la metodología, en la que se incorporan los aspectos mencionados como ‘objetivos generales’. Además, los capítulos 2 y 3 describen la aplicación de la metodología propuesta a dos casos de estudio: una presa de materiales sueltos y una presa de gravedad. La segunda parte contiene los complementos técnicos que en una lectura avanzada pueden ser de utilidad para profundizar en aspectos concretos de la metodología. **ROP**

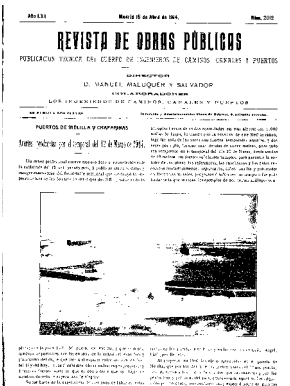
LA ROP HACE... 150 AÑOS

Año XII - N° 7
Abril de 1864
 Canal del Istmo de Suez



LA ROP HACE... 100 AÑOS

Año LXI – N° 2012
Abril de 1914
 Puertos de Melilla y Chafarinas.
 Averías producidas por el
 temporal del 12 de marzo de 1914



LA ROP HACE... 50 AÑOS

Año CXII - N° 2988
Abril de 1964
 Congreso Internacional de
 Grandes Presas.
 Edimburgo



Ver las noticias históricas completas en: <http://ropdigital.ciccp.es/>



Holcim aporta soluciones y materiales a medida de cada obra

Para la sede del BBVA, Holcim ha suministrado 25.000 m³ de Hormigón con Áridos Reciclados de la Gama Premium®.

- ✓ Rentabilidad, Innovación y Sostenibilidad.
- ✓ Calidad, Asistencia Técnica, Experiencia y Fiabilidad.

www.holcim.es

Síguenos en las redes sociales



Construyendo un Futuro Sostenible

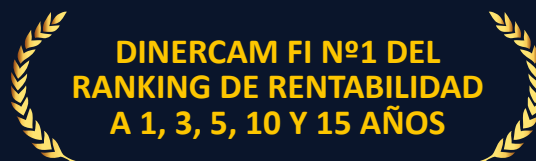




Los Fondos de Inversión Foncam FI y Dinercam FI de nuevo en lo más alto gracias a la confianza y apoyo de nuestros clientes que siempre han mostrado.



Foncam FI (Nº REG. CNMV 659), el Fondo de Renta Fija de Gestifonsa más galardonado, recibe 5 estrellas de Morningstar, la categoría más alta que concede la firma de calificación y que sólo 7 Fondos españoles más han recibido este curso 2013. Morningstar es un proveedor líder de análisis independiente para la inversión, una fuente reconocida de información exhaustiva a través de una amplia gama de disciplinas de inversión que opera en 27 países.



Dinercam FI (Nº REG. CNMV 3449), el Fondo monetario de Gestifonsa, se encuentra en el número 1 del ranking de rentabilidad a 1, 3, 5, 10 y 15 años, según Informe de Inverco primer semestre de 2013.

Disclaimer: IMPORTANTE: para invertir en estos productos es necesario tener conocimientos y experiencia en los Mercados conforme a la Normativa MiFID. Existe riesgo de pérdida de capital invertido. Rentabilidades pasadas no aseguran rentabilidades futuras. Las cifras y datos contenidos en este anuncio no constituyen recomendación de compra o venta de una inversión y tienen estricto contenido publicitario. Los Fondos de Inversión disponen de un folleto informativo y documento con los datos fundamentales para el inversor (DFI) que pueden consultarse en las oficinas de GESTIFONSA SGIIC, S.A.U., Nº Registro Administrativo CNMV-123, C/ Almagro 8 planta 5ª, 28010 Madrid, en la página web de la Entidad (www.gestifonsa.es) y en la página web de la Comisión Nacional del Mercado de Valores (www.cnmv.es). la Entidad Depositaria de los Fondos de Inversión es Banco Caminos S.A., Entidad de Crédito registrada en el Banco de España con el código de Entidad 0234.