



La revista de los
Ingenieros de Caminos,
Cañales y Puertos

3558 OCTUBRE 2014

REVISTA DE
OBRAS PÚBLICAS

ROP

INTERNACIONAL, PROFESIÓN Y EMPLEO

Turquía, potencia económica en auge

NOTICIAS DE LAS OBRAS PÚBLICAS

Adecuación hidráulica y recuperación ambiental
del río Bogotá (Colombia)

CIENCIA Y TÉCNICA

Inversiones en infraestructuras del sector
hidráulico

Ricardo Segura

Arena Corinthians, el gran estadio del
Mundial de Brasil

Hugo Corres, Jose Soriano,
Blanca Palerm y Eduardo Romero





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



España, que fue uno de los países más golpeados por la crisis, ha tenido que hacer grandes esfuerzos para dejar atrás la doble recesión, que nos ha costado, según el nuevo método de cálculo implantado por la revisión estadística, nada menos que la pérdida de un 7,3 % del PIB en algo más de cinco años. En este lustro, se perdieron en nuestro país 3,5 millones de empleos a tiempo completo.

Felizmente, España está recuperándose y el crecimiento del PIB es positivo desde hace más de un año. Según las últimas previsiones del FMI, España crecerá un 1,3 % este año y un 1,7 % el que viene, con lo que se sitúa a la cabeza de la zona euro, que tiende peligrosamente al estancamiento. Y he aquí el problema: es profundamente injusto que nuestro país, que está saliendo trabajosamente de una situación dramática, en lugar de contar con el apoyo europeo, haya de sufrir la coyuntura adversa de las economías más desarrolladas de la Unión, que amenazan con arruinar el crecimiento español. De hecho, la atonía de la eurozona ya está impidiendo que nuestro sector exterior impulse, como se pensaba, este crecimiento, que habría de llevarnos cuanto antes a una reducción del paro insoportable. Y tanto el Gobierno español como Bruselas y como el FMI reconocen que si no mejora la coyuntura internacional, podríamos todos decaer en una tercera recesión.

El Banco Central Europeo, consciente de este riesgo y temeroso de que la atonía desemboque en peligrosa deflación, está aplicando una política monetaria expansiva, basada en mantener los tipos de interés próximos a cero y en inundar los mercados de liquidez. Pero no basta: el propio Draghi ha reconocido que sus terapias monetarias no serán eficaces si los estados de la zona euro no practican también

políticas económicas más dinámicas, con inversiones públicas que ceben la keynesiana bomba de la inversión privada e incrementos salariales que estimulen la demanda interna. El G-20 ha llegado a la conclusión en Cairns (Australia) de que, para impulsar el crecimiento global, es necesario fomentar la inversión, principalmente en infraestructuras, si bien no todos los estados han apoyado la implicación de los sectores públicos en este designio. Y en la reciente reunión de la cumbre anual del FMI y el Banco Mundial, el Fondo ha defendido con ardor la necesidad de realizar fuertes inversiones públicas en infraestructura en las economías avanzadas y emergentes.

Frente a esta corriente, Alemania está siendo incomprensiblemente una rémora. El ministro de Economía germano, Schäuble, ha alardeado hace poco de que, por primera vez en muchos años, en 2015 el país no emitirá deuda pública porque habrá alcanzado el presupuesto cero. El Bundesbank está boicoteando los esfuerzos del BCE de Draghi, y el gobierno germano se opone radicalmente a que los fondos del Mecanismo Europeo de Estabilidad (MEDE) puedan ser utilizados para inyectar liquidez y fomentar la inversión en la zona euro.

El rigor de la Unión Europea, plasmado en el Pacto de Estabilidad y Crecimiento, no es negociable, aunque Alemania la haya violado varios años; pero dentro de los límites de déficit e inflación establecidos, hay lugar para unas políticas tendentes a estimular la economía. España, con su fuerza de potencia media, debe exigir estas políticas y Alemania ha de responder con magnanimidad al papel de locomotora europea que se espera de ella. **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
Camino, Canales y Puertos
Calle Almagro 42
28010 - Madrid

EDITORIAL

COYUNTURA

-
- 6** **La década perdida**
Amador G. Ayora
-
- 8** **CAMBIO CLIMÁTICO: A FAVOR**
Una ventana al escepticismo climático
Ernesto Furió
-
- 15** **CAMBIO CLIMÁTICO: EN CONTRA**
¿Alarmistas o sensatos? Hechos, interpretaciones y
escenarios
Antonio Serrano Rodríguez
-

CIENCIA Y TÉCNICA

-
- 25** **Inversiones en infraestructuras del sector hidráulico**
Ricardo Segura
-
- 41** **Arena Corinthians, el gran estadio del Mundial de Brasil**
Hugo Corres, Jose Soriano, Blanca Palerm y Eduardo Romero
-
- 51** **Los puentes del primer periodo y sus constructores.**
Puentes de piedra y de madera
Leonardo Fernández Troyano
-
- 59** **La costa catalana**
José Fernández Pérez



INTERNACIONAL, PROFESIÓN Y EMPLEO

65 **Turquía, potencia económica en auge**

NOTICIAS DE LAS OBRAS PÚBLICAS

78 **REPORTAJE**
Adecuación hidráulica y recuperación ambiental
del río Bogotá (Colombia)

82 **NACIONAL**
**Obras de accesibilidad en el Monasterio de
San Jerónimo de Yuste**

**La Villa Romana La Olmeda recibe el Premio
Eduardo Torroja de Ingeniería y Arquitectura
(Ministerio de Fomento)**

86 **ESCUELAS**
**Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos de Valencia**

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 Chapapriá
Jesús Gómez Hermoso
Conchita Lucas Serrano
Antonio Serrano Rodríguez



Foto de portada

Línea de Alta Velocidad
Ankara-Estambul

La década perdida



Amador G. Ayora
Director de El Economista

Resumen

Los Estados Unidos salieron de la recesión gracias a las políticas expansivas de Bernanke al frente de la FED, si bien las inyecciones de liquidez han tardado en hacer efecto. Europa está hoy en situación parecida a la Norteamérica de 2010, y el camino será igualmente espinoso. La economía española, por su parte, es la más dinámica del euro pero su ritmo va a marcarlo Europa. Además, la elevada deuda la hace especialmente vulnerable, si bien no se prevé una recaída en la tercera recesión o la entrada en deflación, y es de esperar que empiece a crecer con fuerza en cuanto Europa pase el resfriado.

Palabras clave

Recesión, Reserva Federal, Banco Central Europeo, deflación, crecimiento, sector financiero

Abstract

The United States climbed out of recession as a result of expansive policies by Bernanke at the head of the Federal Reserve, though the liquidity injections have taken time to take effect. Europe is now in a similar situation to that of the US in 2010 and the road ahead appears equally arduous. As far as the Spanish economy is concerned, while this is the most dynamic in the Euro zone, its progress will be largely mapped out by Europe. A high level of debt makes Spain particularly vulnerable, even though there is not expected to be a further relapse into a third recession or a period of deflation, and the country's economy should begin to grow more healthily once Europe is on the mend.

Keywords

Recession, Federal Reserve, Central European Bank, deflation, growth, financial sector

En 2008, cuando cayó Lehman Brothers, muchos pensaron que entrábamos en una crisis como las anteriores, quizás dos o tres años, antes de que las cosas volvieran a funcionar como antes. Zapatero tardó meses en reconocer las dificultades. En 2010, ante los primeros signos de recuperación, lanzó a la entonces vicepresidenta y ministra de Economía, Elena Salgado, a anunciar unos brotes verdes, que jamás cuajaron. El presidente Mariano Rajoy también se ha pasado los últimos meses proclamando una mejora de la economía, que está más en las cuentas de resultados de las grandes empresas, que en la realidad cotidiana de millones de ciudadanos. ¿Qué está pasando?, ¿cuándo se va a recuperar la economía?, ¿las cosas jamás volverán a ser como antes?

Echemos primero un vistazo a Estados Unidos, que fue el primero en sanear sus bancos y en poner en marcha los programas de inyecciones masivas de dinero, conocidos como *quantitative easing* (QE). La Reserva Federal (FED),

el banco central de Estados Unidos, comenzó a bajar los tipos hasta cero y luego compró deuda con garantía hipotecaria. Los mismos pasos que está siguiendo un lustro después el Banco Central Europeo (BCE). En el verano de 2010, el presidente de la Reserva Federal, Ben Bernanke, reunió a un grupo escogido de miembros del Comité Abierto de Mercado, encargado de tomar las decisiones sobre política monetaria, porque existía el riesgo de una recaída en la recesión. Fue lo que pasó en España con la temida doble W. Bernanke contraatacó con la emisión masiva de dólares, el denominado QE2, para evitar que se produjera una contracción de la oferta monetaria.

Bernanke, un profesor de la Universidad de Princeton, estudioso de la gran depresión, había llegado a la conclusión de que cuando se produce una gran crisis, la gente y las empresas reaccionan intentando atesorar la mayor cantidad posible de dólares por si empeora el

panorama en lugar de gastarlos, lo cual restringe aún más el dinero en circulación. Por eso, no basta con reducir los tipos de interés, como había hecho hasta ese momento, hay que ampliar la oferta de dólares en manos del público.

La FED había logrado que las empresas tuvieran acceso fácil al crédito y se sentaran sobre montañas de dólares. Pero el problema era que los ciudadanos no tenían para destinar dinero al consumo. “Mañana mismo podría obtener un préstamo de 2.000 millones de dólares al 3,5 %, pero ¿qué haría con ese dinero?”, se preguntaba en 2010 David Speer, consejero delegado de Illinois Tool Works, una compañía industrial con 60.000 empleados. Han tenido que pasar cuatro largos años para que la economía americana vuelva a crecer a ritmos saludables, superiores al 4 %.

¿En qué punto se encuentra Europa, en estos momentos? Más o menos en la misma situación que EE. UU. en 2010, con riesgo de recaer en la crisis. Con el agravante de que la banca europea, seis años después de Lehman, aún no está completamente sana y que las decisiones sobre política monetaria en Europa se toman por consenso de los 18 miembros del euro. Por ello, el presidente del BCE, Mario Draghi, se dispone a poner en marcha la siguiente fase, la compra de deuda corporativa y quizá hasta de deuda pública en el mercado secundario con los nuevos euros que ordene imprimir desde Francfort.

El camino va a ser tan espinoso como el recorrido por EE. UU. o peor aún, porque además Europa debe mantener la austeridad fiscal, como recuerda cada vez que tiene ocasión

Angela Merkel, y apenas cuenta con recursos para invertir. ¿Cómo está la economía española? Es la más dinámica del euro junto con Portugal en estos momentos, pero su ritmo va a marcarlo Europa, ya que es el destino de casi el 70 % de nuestras exportaciones.

El Gobierno prevé que se crezca el 1,3 % este año y el 2 % el que viene, gracias al impulso de la rebaja de impuestos. Pero la creación de empleo será insuficiente para que la tasa de paro caiga del 20 % y el incremento del consumo, el único motor de la economía ante el frenazo del sector exterior, crecerá a tasas de sólo el 2 %.

España es, además, un país muy vulnerable a cualquier tensión que propicie un alza del precio del dinero, ya que la partida de los intereses de la deuda es de las mayores del Presupuesto, con más de 35.000 millones.

Vamos a tardar dos o tres años más hasta conseguir crecimientos superiores al 2 %, que permitan alguna alegría. Para entonces, habremos consumado una década perdida para el empleo y el desarrollo económico.

Hay que tener un poco más de paciencia. Pero el riesgo de caer en una tercera recesión o en deflación, como aventuran algunos, es mínimo. Tendría que producirse una catástrofe en Europa. Nuestra economía es una de las más competitivas del Viejo Continente gracias a la moderación de los costes salariales, el sector financiero está ya sano y saldrá con fuerza en cuanto Europa pase el resfriado siempre que los políticos no la fastidien de nuevo. **ROP**



Una ventana al escepticismo climático



Ernesto Furió

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Resumen

El cambio climático observado en el último cuarto del siglo XX es tratado en el artículo «Calentamiento global y sus consecuencias», de Don Antonio Serrano Rodríguez, publicado en el núm. 3556 de esta misma revista. En el presente artículo, se discute la suficiencia de las pruebas que señalan al hombre como responsable (mayoritario o casi exclusivo) de dicho calentamiento, especialmente las relativas a la sensibilidad climática, y se señalan algunas deficiencias del discurso «alarmista». También se reseñan algunas direcciones de Internet donde el lector puede encontrar argumentos «escépticos» y «alarmistas».

Palabras clave

Calentamiento global, cambio climático, escepticismo climático, sensibilidad climática, hiato

Abstract

The climate change observed in the last quarter of the 20th century has been discussed in the article "Global warming and its consequences", by Antonio Serrano Rodríguez, published in issue No. 3556 of this journal. In the present article we challenge the acceptability of evidence that global warming is (primarily or almost exclusively) man-made, particularly with respect to climate sensitivity, and we underline certain flaws in the "alarmist" argument. The article also points to a series of websites where the reader may find both "sceptical" and "alarmist" arguments.

Keywords

Global warming, climate change, climate scepticism, climate sensitivity, hiatus

Con el presente artículo, pretendo dar unas pinceladas de lo que pienso que es el escepticismo climático, respondiendo al mismo tiempo a algunas cuestiones tratadas en el artículo «Calentamiento global y sus consecuencias», de Don Antonio Serrano Rodríguez, publicado en la Revista de Obras Públicas, núm. 3556, julio-agosto de 2014. Vaya por delante que mi conocimiento sobre el asunto es más bien fragmentario, como corresponde a una persona que sigue sólo ocasionalmente el debate entre alarmistas y escépticos. Todos los artículos citados en este escrito pueden ser localizados en Internet.

La teoría del calentamiento global antropogénico ha creado dos bandos que llamaré alarmista y escéptico. Es una mera simplificación, pues mucha gente no se identifica con ninguno de ambos bandos, pero yo clasificaría el artículo de Don Antonio Serrano como alarmista, mientras que un servidor se considera escéptico.

En España, el escéptico más conocido es Antón Uriarte (con bitácora propia en Internet, donde puede encontrarse su Historia del Clima de la Tierra), y la web más conocida es plazamoyua.com. En el extranjero, hay muchos nombres conocidos: Richard Lindzen, Patrick J. Michaels, Roy Spencer, los dos Pielke, Bob Tisdale, Fred Singer, Chris de Freitas, Judith Curry, Joanne Nova, Lubos Motl, etc. El sitio más conocido es, probablemente, la bitácora WUWT de Anthony Watts; varios de los citados anteriormente tienen bitácora propia, y hay otros sitios como Bishop Hill y Climate Audit. Las asociaciones específicas no son habituales, pero cabe citar la británica Global Warming Policy Foundation. En el ámbito político estadounidense, tengo la impresión de que los más firmes defensores del bando escéptico son republicanos, mientras que los más firmes alarmistas son demócratas (el ejemplo más obvio es Al Gore). Pero también creo que no puede decirse que los escépticos, en general, sean de derechas en ningún

sentido de la palabra. En cualquier caso, esa identificación (en una sola dirección, insisto) no se da en España: baste decir que el protocolo de Kioto fue firmado por Aznar.

Mi conocimiento del campo alarmista es mucho más reducido. Creo que no me equivoco si digo que el alarmista más conocido en España es Ruiz de Elvira, con columna propia en El Mundo (la cual puede leerse en elmundo.es). Fuera de España, son muy conocidos John Cook, James Hansen, Michael Mann, etc. Asimismo, puedo citar los sitios skepticalscience.com (de John Cook) y realclimate.org (de Gavin Smith, Michael Mann y otros).

Las asociaciones ecologistas se sitúan normalmente a la cabeza del movimiento alarmista, si bien alguna figura (David Bellamy –ver wikipedia en inglés–) ha criticado el alarmismo. En España, son conocidas las campañas de Greenpeace.

Empezaré por aclarar cuál es, a mi entender y en esencia, la posición alarmista dominante entre los más expertos. ¿Niegan los alarmistas el calentamiento global? No. ¿Niegan el efecto invernadero? No. ¿Niegan que el CO₂ es un gas de efecto invernadero? No. ¿Niegan que la Humanidad emite CO₂? No. ¿Qué defienden entonces los alarmistas? Que nuestro conocimiento del sistema climático no es suficiente para afirmar que el hombre es el casi único responsable del calentamiento global que se ha producido desde 1950 (ver referencia más adelante). Una presentación similar puede encontrarse, por ejemplo, en «*Apocalypse cancelled*», Lord Monckton, 5/11/2006 (disponible en www.oekologismus.org), o en «*A Guide for Those Perplexed About Global Warming*», Ira Glickstein, 10/09/2014.

En mi opinión, el núcleo del debate entre alarmistas y escépticos es lo que se denomina la «sensibilidad climática». Por sí solo, doblar la concentración de CO₂ elevaría la temperatura del planeta (la medida de referencia es la temperatura media de la superficie) en torno a 1,1 °C o 1,2 °C (hay algunos escépticos que sostienen que el efecto invernadero del CO₂ está poco menos que agotado, pero es una posición bastante minoritaria). Ahora bien, el sistema climático es de una enorme complejidad, por lo que el aumento de temperatura puede ser mayor o menor. El valor final es lo que se denomina «sensibilidad climática en equilibrio», y, según el IPCC, es probable que se sitúe entre 1,5 °C y 4,5 °C (AR5, WG1, Resumen



Técnico, Ap. RT.5.3). Probable significa una probabilidad del 66 % o más (AR5, WG1, Resumen Técnico, Recuadro RT.1), pero ésta no es una probabilidad derivada de un análisis estadístico, sino de la opinión de los autores. Por cierto, sólo en el mundo del IPCC un aumento del rango de error significa «que se ha mejorado la comprensión» (AR5, WG1, Resumen para Responsables de Políticas, Ap. D.2), pasando por alto que es el mismo rango de error propuesto en el Tercer Informe (AR3, WG1, 1.3.1, *The enhanced greenhouse effect: «It is believed that the overall effect of the feedbacks amplifies the temperature increase to 1.5 to 4.5 °C»*).

Para determinar la sensibilidad climática se recurre a modelos informáticos que se «calibran» tomando como referencia la serie histórica de temperaturas (tomadas con termómetros). Los forzamientos (in lato sensu, sensibilidad climática a corto plazo referida a una sola causa: CO₂, metano, aerosoles...) se clasifican en dos grupos: naturales



y antropogénicos. La diferencia de temperaturas resultante de aplicar el modelo con todos los forzamientos o con sólo los naturales, permite determinar la aportación del hombre al calentamiento global. Es así como se ha establecido que el hombre no ha influido en el calentamiento anterior a 1950, pero que sí es el responsable casi exclusivo del calentamiento posterior (AR5, WG1, Resumen para Responsables de Políticas, Ap. D.3 y Fig. RRP.6).

Aunque pueda parecer que el debate ha terminado, no es así. Para empezar, el IPCC utiliza decenas de modelos distintos, de complejidades variables y cuyos resultados también son diversos entre sí. El grado conseguido de ajuste a la serie histórica es discutible (AR5, WG1, Fig. 9.8). Y, por último, pero no menos importante, se considera que ningún modelo ha conseguido resolver adecuadamente la influencia de las nubes (AR5, WG1, Chapter 9, Executive Summary: «*The simulation of clouds in climate models remains challenging*»; y Fig. 7.8).

Por si todo esto no fuera suficiente, el «hiato» o falta de calentamiento global en los últimos 15 años (más o menos, depende del registro que se tome: 12 años en la serie HadCRU4), está dejando a los modelos en fuera de juego (v. AR5, WG1, Resumen Técnico, Fig. RT.14). En palabras del propio IPCC (AR5, WG1, Resumen Técnico, Recuadro RT.3): «Esta diferencia entre las tendencias simuladas y observadas puede deberse a una combinación de a) la variabilidad climática interna, b) el forzamiento radiativo omitido o incorrecto, y c) un error de respuesta del modelo».

La reacción de los alarmistas se articula en varios frentes: a) ocultar el hiato (en palabras de Don Antonio: «un incremento que se ha acentuado en las últimas tres décadas»); b) denunciar el «conservadurismo» del IPCC; c) afirmar que un pequeño incremento tendrá grandes consecuencias (diversos «cambios abruptos» se analizan en AR5, WG1, Resumen Técnico, ETE.5, con resultado negativo salvo en el caso de la liberación del metano contenido en el permafrost, en que el resultado es incierto); d) afirmar la existencia de un punto de inestabilidad en el sistema, una posibilidad que simplemente no se observa en las proyecciones de temperatura a largo plazo del IPCC (AR5, WG1, Fig. 12.4); y e) el calentamiento global está provocando una mayor frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos (especialmente de los huracanes, pero «existe un nivel de confianza bajo en que se produzcan cambios a largo plazo (siglos) en la actividad de los ciclones tropicales», AR5, WG-1, Resumen Técnico, ETE.9, Ciclones tropicales y extratropicales).

Y, sobrevolando todo el debate, está la cuestión de las «incertidumbres» o rangos de error. Además, existen muchos otros debates menores referidos a las temperaturas en el pasado, las islas de coral, los huracanes, los escenarios, los modelos por ordenador, el nivel del mar, la situación en los Polos, etcétera. El lector interesado puede mirar sitios web que he dejado anteriormente. Respecto a las publicaciones científicas, populartechnology.net lleva recopilados «1350+ Peer-Reviewed Papers Supporting Skeptic Arguments Against ACC/AGW Alarmism». También puede consultarse el archivo de nippcreport.org.

Pasemos ahora al debate no científico. Un argumento muy socorrido por los alarmistas es el argumento ad hominem, del que hay dos versiones: a) los escépticos



▲ Corredor Ferroviario Marmaray. Turquía.



▲ Línea de Alta Velocidad Ankara-Estambul. Turquía.



Más de cien años de experiencia
apostando por el crecimiento y el progreso



OHL

La **fuerza** de un gran grupo **internacional**
de **concesiones** y **construcción**

www.ohl.es



son financiados por multinacionales petrolíferas; y b) los escépticos no son científicos.

En el primer caso, los ejemplos más conocidos son los hermanos Koch y ExxonMobil. En «*Koch Industries: Secretly Funding the Climate Denial Machine*», p. 6, Greenpeace estima que, entre 2005 y 2008, los hermanos Koch donaron al menos 24,9 millones de dólares a las organizaciones del «*climate denial machine*», y que ExxonMobil donó otros 8,9 millones. Ambas contribuciones equivalen a 8,45 millones por año, o un 4 % del presupuesto de Greenpeace USA para el año 2011 (225 millones, dato tomado de Wikipedia en inglés). En cualquier caso, a mí me gusta decir que la verdad es la verdad, la diga Agamenón o su porquero.

El Cato Institute es una de las organizaciones que más dinero ha recibido de los hermanos Koch, algo más

de un millón entre 2005 y 2008. El Cato Institute no se dedica únicamente al cambio climático. Que yo sepa, el Cato Institute es el sitio liberal (en el sentido español de la palabra) con mayor número de publicaciones propias en Internet que conozco, sobre una amplia variedad de temas: pensiones, salud, legislación, transporte, defensa, energética, política interior y exterior, etcétera. No estoy hablando meramente de artículos de una página, sino de estudios de 20 a 40 páginas, publicaciones periódicas e incluso libros blancos.

Es absurdo negar que hay científicos entre los escépticos. Basta con mirar el currículum de los nombres que he citado anteriormente; Richard Lindzen, en particular, fue uno de los autores principales del Capítulo 7 del Volumen Primero del Tercer Informe del IPCC. Además de los citados, puede encontrarse una relación nominal (por supuesto, incompleta) en el Senado de los EE. UU. (*U. S. Minority*

Report: More Than 650 International Scientist Dissent Over Man-Made Global Warming Claims, 11/12/2008).

Una variante de este argumento es afirmar que hay un consenso científico a favor de la responsabilidad mayoritaria (mayor del 50 %) del hombre en el calentamiento global acaecido en la segunda mitad del siglo XX. Es esta variante la que emplea Don Antonio, refiriéndose, sin nombrarlo, a un estudio de John Cook publicado en Nature que concluía que un 97 % de los artículos referidos al asunto afirmaban dicha responsabilidad. Sin embargo, el estudio adolece de importantes deficiencias: véase «*Cooking Stove, housing associations, white males, and the 97 %*» de Joe Duarte, entrada muy extensa de su blog (como anécdota, Joe Duarte señala que el estudio de Cook no incluye ningún artículo de Richard Lindzen posterior a 1997, afirmación que he comprobado en la base de datos de The Consensus Project con fecha 11/09/2014). Para una crítica mucho más breve, véase «Cambio climático: el 97 % de consenso científico, ejem, es el 33 %», plazamoyua, 17/05/2013. Un estudio más equilibrado se comenta en «Midiendo el disenso», plazamoyua, 11/08/2014.

Por otra parte, la opinión de Don Antonio al respecto me parece ambigua. Primeramente afirma que los argumentos escépticos deben ser rechazados porque existe un «consenso científico» en contra. Pero posteriormente afirma que los informes del IPCC le parecen «conservadores» porque «se basan en el consenso de artículos publicados en revistas “homologadas científicamente”». Dejando aparte que no hay tal consenso, me pregunto en qué otro tipo de consenso está pensando Don Antonio.

Afirma Don Antonio que el IPCC es un organismo independiente. Pero no del todo. Primero, «la función del IPCC consistirá en analizar (...) la información (...) relevante para entender la base científica del riesgo que supone el cambio climático provocado por la actividad humana», art. 2 de los «Principios por los que se rige la labor del IPCC». Segundo, los órganos de gobierno del IPCC (presidente y Bureau) son elegidos por los Gobiernos. Tercero, los Gobiernos pueden presentar listas para el nombramiento de los autores del Informe. Cuarto, los Gobiernos participan en la revisión del Informe, incluyendo los SPMs. Y Quinto y más importante, en palabras de Richard Tol (WUWT, 12/10/2013), «*The Convening Lead Authors have a veto over “their part” of the SPM. Some*

CLAs are proper scientists. Others are partisan, or spineless. In case the SPM says something that is not quite in the Chapter, or something that contradicts the Chapter, then the Chapter will indeed need to be “clarified”». Las modificaciones del AR5 aprobadas por el Pleno pueden encontrarse en «*10 Pages of IPCC Science Mistakes?*», NoFrakkingConsensus, 2/10/2013.

No estoy totalmente de acuerdo con Don Antonio cuando dice que «el éxito de la influencia científica de los informes del IPCC sobre las decisiones políticas ha sido muy reducido». Esto puede ser cierto a nivel global, en el sentido de que no se ha conseguido detener el aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera, pero no es cierto en el caso de la Unión Europea y particularmente de España. El Protocolo de Kioto y la Estrategia 20-20-20 de la Unión Europea están detrás de medidas como las subvenciones (vía peajes de acceso) a las energías renovables, que nos cuestan unos 6.000 millones de euros al año (puede parecer poco, pero aún es menor el efecto en el calentamiento global).

Afirma Don Antonio que «el conocimiento y concienciación de lo que sucede por parte de la población es absolutamente marginal, al igual que lo es la preocupación social por el propio calentamiento global», y lo achaca a «grupos de presión asociados» (supongo que a multinacionales



petrolíferas) que pagan a «grupos científicos» para que publiquen artículos contra el calentamiento global antropogénico, artículos que son la base de noticias tendenciosas en medios de comunicación financiados por esos mismos «grupos de presión». Es un punto muy interesante, porque las mismas palabras de Don Antonio son parte del problema, aunque él no parece darse cuenta.

¿Cuáles son, en España, esos grupos de presión y esos medios de comunicación (con capacidad de influir sensiblemente en la opinión pública)? Y, sin embargo, el «conocimiento», la «concienciación» y «la preocupación social» por el calentamiento es marginal (dejando aparte el adoctrinamiento en las escuelas) en la población española. Luego ha de haber otra u otras razones. Y si esto es cierto en España, ¿no podría ser cierto también en los EE. UU.?

Los alarmistas cuentan con el IPCC, los Gobiernos (con excepciones), las Agencias Meteorológicas y los medios de comunicación más influyentes, y con mucho dinero. Luego ése no es el problema. Tampoco se entiende que el resultado de un debate en el público sea un conocimiento «absolutamente marginal».

En mi opinión, los alarmistas son víctimas de su propio discurso. Tomemos por ejemplo el Informe Stern sobre la consecuencias económicas del cambio climático. En ninguna de sus más de 600 páginas se especificaba el valor de la tasa de descuento adoptada, y se ha cifrado entre 0,1 % (inaceptable) y 1,4 % («ridículamente bajo»: Jardiel Poncela en entrevista a Nick Stern). Si el lector desea saber más sobre las consecuencias económicas del cambio climático, puede visitar el sitio Copenhagen Consensus on Climate. **ROP**



¿Alarmistas o sensatos? Hechos, interpretaciones y escenarios



Antonio Serrano Rodríguez

Doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Presidente de FUNDICOT y catedrático de Urbanística y Ordenación del Territorio

Resumen

Este es un artículo que responde a los comentarios de D. Ernesto Furió sobre el artículo “Calentamiento global y sus consecuencias”, publicado en el núm. 3556 de esta misma revista. En él, se realizaba una breve síntesis de los aspectos más destacados de los últimos informes presentados sobre el calentamiento global, y la fiabilidad y significación científica en el campo del conocimiento de estos Informes; refiriéndonos, en particular, a la metodología y bases científicas de los mismos, para terminar considerando las graves consecuencias más probables del proceso de calentamiento global demostrado en los mismos para los próximos años, además de las consecuencias previsibles para España.

Palabras clave

Calentamiento global, cambio climático, riesgos para la población, temporales, inundaciones, sequías, pérdidas económicas

Abstract

This article is written in response to the comments of Ernesto Furió with regards to the article “Global warming and its consequences” that appeared in issue No. 3556 of this journal. In this, a brief summary was made of the most relevant aspects of the latest reports on global warming and the reliability and scientific significance in the area of knowledge of these reports: this in particular reference to the scientific basis and methodology of the same. The article concluded by considering the serious consequences that would most likely arise as a result of the global warming process as demonstrated in these reports, together with the forecasted consequences for Spain.

Keywords

Global warming, climate change, risks to the population, storms, floods, droughts, economic loss

1. Consideraciones previas

En primer lugar quiero agradecer sinceramente a nuestro compañero Don Ernesto Furió su lectura y contestación al artículo sobre “Calentamiento global y sus consecuencias”, porque ello permite que se dedique algo más de atención a un tema que, en mi opinión, debería estar mucho más presente en las preocupaciones de este Colegio.

En segundo lugar, es importante recordar que las palabras no son neutras. Él se refiere a “escépticos” y “alarmistas”¹ y yo me voy a referir a “insensatos” y “sensatos”, respectivamente, en el sentido de “imprudentes” o “prudentes”, y luego explicaré el por qué.

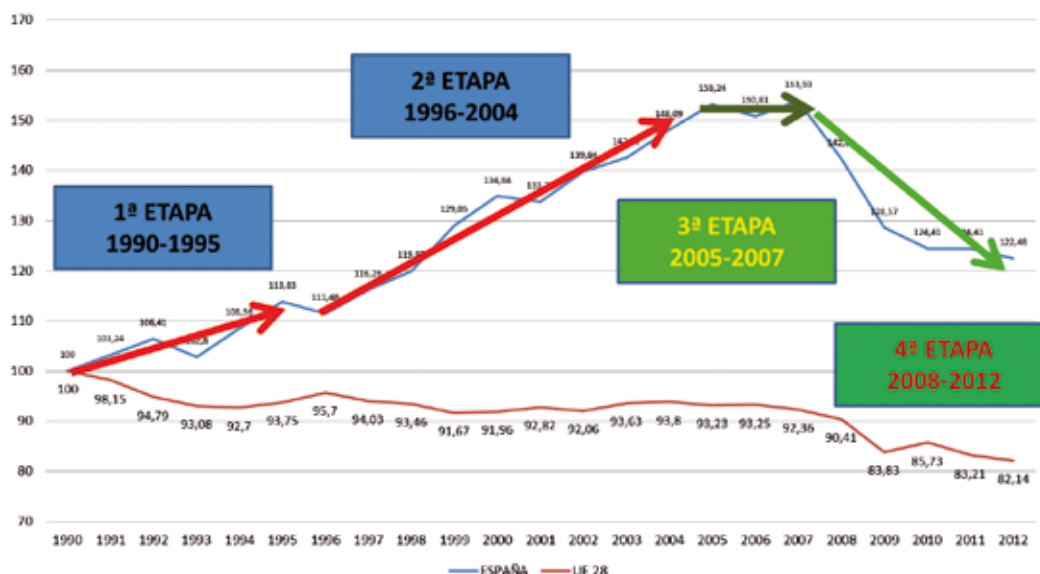
En tercer lugar, en el tema del calentamiento global hay que distinguir tres aspectos diferenciados: los hechos, las interpretaciones, y los Escenarios de futuro posibles y su

probabilidad. Son tres aspectos muy diferenciados con bases científicas y metodológicas también muy diferenciadas. A cada uno de ellos me referiré en los epígrafes que siguen.

En cuarto lugar, respetando total y absolutamente cualquier opinión y el derecho de toda persona a manifestarla y defenderla, creo que éste no es un tema de “opinión” sino de contrastación de hechos, hipótesis y métodos. Hoy en día es posible encontrar en internet opiniones, blogs y foros de todo tipo, con personas que opinan –con todo derecho– sobre cualquier aspecto, creencia o filosofía, lo que tiende a confundir opinión con conocimiento; aspecto muy en consonancia con la evolución de una sociedad que parece estar embebida de la furia “tertuliana” de los medios de comunicación, donde toda opinión vale, incluso en los temas más técnicos, al margen del soporte científico que la sustente.

NO NECESARIAMENTE EL INCREMENTO DEL PIB VA UNIDO AL INCREMENTO DE LAS EMISIONES: EJEMPLO UE28 Y ESPAÑA 2004-2007.
LAS CRISIS GENERAN DISMINUCIÓN DE EMISIONES (1993, 1996 ó 2008-2012)

ÍNDICE DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO
Fuente EUROSTAT 14/09/2014. (1990 = 100)



Fuente: Elaboración propia
 con datos de EUROSTAT
 (14/09/2014)

En quinto lugar, aunque los hechos e interpretaciones científicas no son cuestiones políticas, sí existe, por ejemplo, un paralelismo estadístico en las encuestas estadounidenses entre “creacionismo antidarwiniano”, el “negacionismo del cambio climático” y el ala más extrema del partido republicano americano. O son los medios más conservadores los que presentan mayor “escepticismo” sobre la realidad del calentamiento global. Y no es buen ejemplo en contrario el que plantea Don Ernesto respecto a que el entonces presidente del Gobierno español, señor Aznar, firmara el Protocolo de Kioto; ya que en el momento histórico en que se firmó no existían muchas alternativas, cualquiera que hubiera sido el color político del Gobierno de España. Pero que los Gobiernos del señor Aznar no sólo no comulgaban con la filosofía del Protocolo de Kioto (señalaron en varias ocasiones que la aplicación de las políticas correspondientes hundirían a España) viene claramente reflejado en la ausencia de políticas significativas correctoras de emisiones durante sus Gobiernos, y en las consecuencias correspondientes, reflejadas en la evolución de esas emisiones en España, hasta el año 2004, tal y como se aprecia en el gráfico superior. Y ello por no hablar del “primo” de Rajoy, anécdota suficientemente explicativa por sí misma.

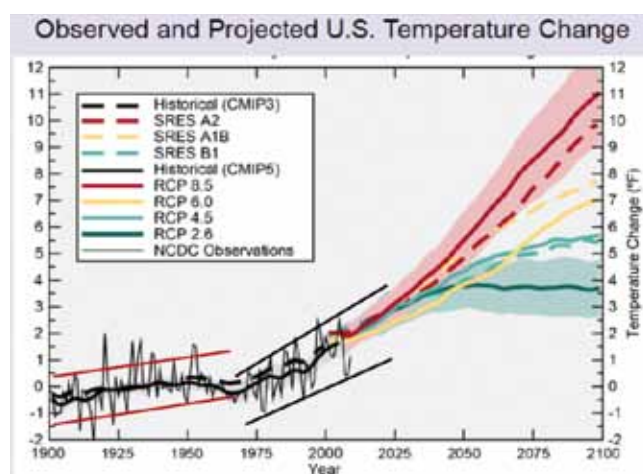
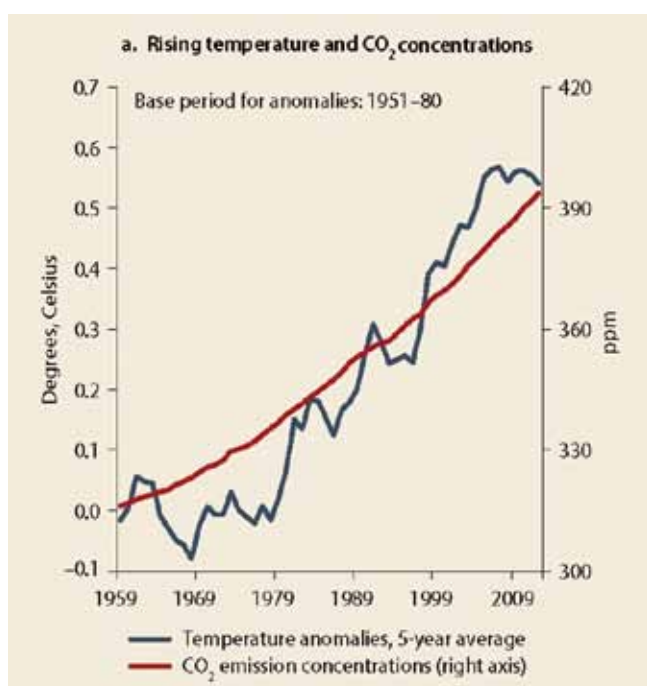
En sexto lugar, en mi artículo se recogía claramente que existen tres grupos de investigadores científicos sobre la problemática del calentamiento global (y no dos, como señala Don Ernesto en su alegato). El primer grupo funciona con los importantes fondos que dedican las multinacionales del petróleo y similares a la investigación. Los otros dos grupos de científicos investigadores, con interpretaciones diversas, provienen de institutos, universidades y centros de investigación con fuentes de financiación en las que, sin ser exclusiva, la financiación pública por méritos es muy importante; y, por lo tanto, normalmente independiente de sus resultados. En ningún caso me refiero a organizaciones ecologistas ni a grupos de opinión o tertulianos. Me refiero exclusivamente a científicos de centros de investigación con resultados publicados en revistas de solvencia científica (y sólo un número reducido de ellas la tienen de los miles que se publican) y avalados por esa comunidad científica solvente (y no por “referees” cruzados entre científicos de un mismo grupo “armonizado”). No se trata sólo de cantidad sino de calidad. Y en mi artículo señalaba que eran excluibles de los “grupos científicos”, aquellos desautorizados (la revista Nature realizó un extraordinario análisis al respecto en 2009) ante el hecho de que no sólo estaban financiados

por “multinacionales interesadas”, sino que sus “objetivos” estaban predefinidos por éstas. Y a ellos es a los que me refería al decir que constituyen menos del 3 % de artículos publicados sobre el tema. No entraban en este grupo ninguno de los otros dos que, con distintas interpretaciones, tienen un acercamiento independiente y objetivo a la problemática del calentamiento global. En todo caso, los resultados de la investigación científica de los tres grupos citados suelen coincidir en los hechos, pero difieren en las interpretaciones y, mucho más en los Escenarios y políticas recomendables. Luego volveremos sobre el tema.

En séptimo lugar me sorprende el cuestionamiento de Don Ernesto de la independencia del IPCC, que sería aplicable y desautorizaría a cualquier otro Comité Científico, incluyendo los muchos tribunales oficiales de oposición o evaluación en los que he tenido ocasión de participar. En mi artículo señalaba que hay una supervisión política en los documentos que se elaboran, y a este hecho me refería cuando señalaba que estos Informes (IPCC, el americano, de la OMM, etc.) eran «conservadores», ya que las posturas científicas más centradas en los denominados “*tipping points*” y sus previsiones catastróficas, eran citadas pero orilladas en las conclusiones finales. La misión del IPCC es constatar

hechos, fundamentar sus causas y, fundamentalmente, proponer líneas de solución a los problemas detectados, para ser expuestas en las COP de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y que los Gobiernos que se incluyen en estas COP (prácticamente la totalidad de los existentes en el Planeta) decidan qué medidas llevar a cabo.

Es Naciones Unidas (a través de los Gobiernos que la integran) la que elige a los Órganos de Gobierno del IPCC, normalmente a propuesta del propio Secretariado de Naciones Unidas entre personas de indiscutible relevancia científica en la materia (no al amiguete de turno, como he constatado personalmente en mi asistencia a varias COP en representación de España). El mecanismo es fiable pero, como señalaba, “conservador” en el sentido que las precauciones que señala Don Ernesto en su artículo, llevan a excluir posturas radicales (por los dos lados) desde la perspectiva científica más extrema; aunque, como muy bien señala Don Ernesto, los desacuerdos con el documento final (lo que podemos llamar votos particulares) son recogidos específicamente en los propios Informes. Adicionalmente al hecho de que para pertenecer al IPCC, o para que los artículos correspondientes sean integrados en sus líneas de análisis, los condicionantes y



Evolución y tendencias de las emisiones de CO₂.

Fuentes: World Development Report 2014 (http://siteresources.worldbank.org/EXTNWDR2013/Resources/WDR-2014_Complete_Report.pdf) y Third National Climate Assessment: Climate Change Impacts in the United States” (<http://nca2014.globalchange.gov/report>).

Líneas de tendencia propias

garantías científicas, como señalaba en mi artículo, son tremendamente exigentes.

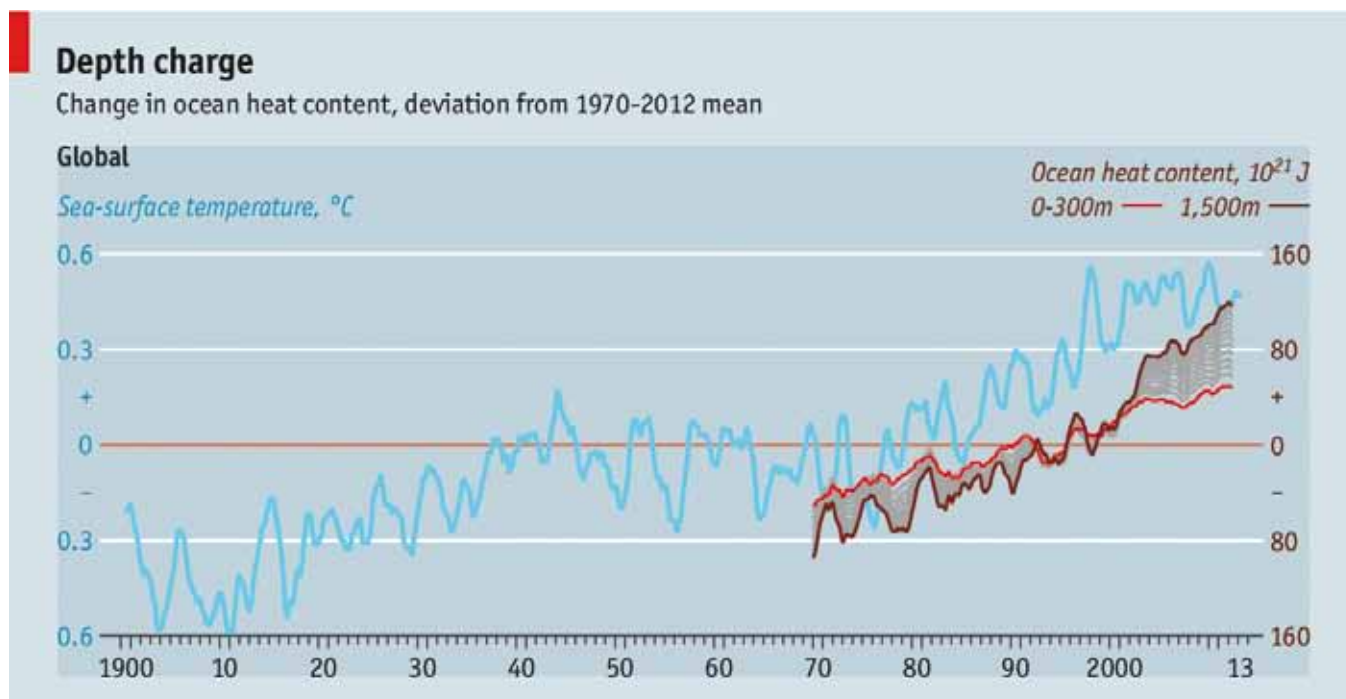
2. Los hechos

Por lo que puedo ver, en la segunda versión de las observaciones enviadas a mi artículo por Don Ernesto, ya no se discuten los hechos –demostrados y asumidos por los tres grupos científicos– de que existe un calentamiento global, que dicho calentamiento global está asociado al Efecto Invernadero, que el CO_2 es un gas que produce dicho Efecto Invernadero, o que la Humanidad emite CO_2 . Y, aunque estas afirmaciones parece que se las asigna a los “alarmistas-sensatos”, por el propio sentido de su texto parece que las asume también para los “escépticos-insensatos”, destacando que el problema está en la Interpretación (sensibilidad climática) y en los Escenarios, aspectos a los que nos referimos en los epígrafes siguientes.

Pero, sin embargo, destaca un aspecto que merece especial comentario: el “hiato” (es decir, la pausa o interrupción en la continuidad del proceso) que dice haberse producido en

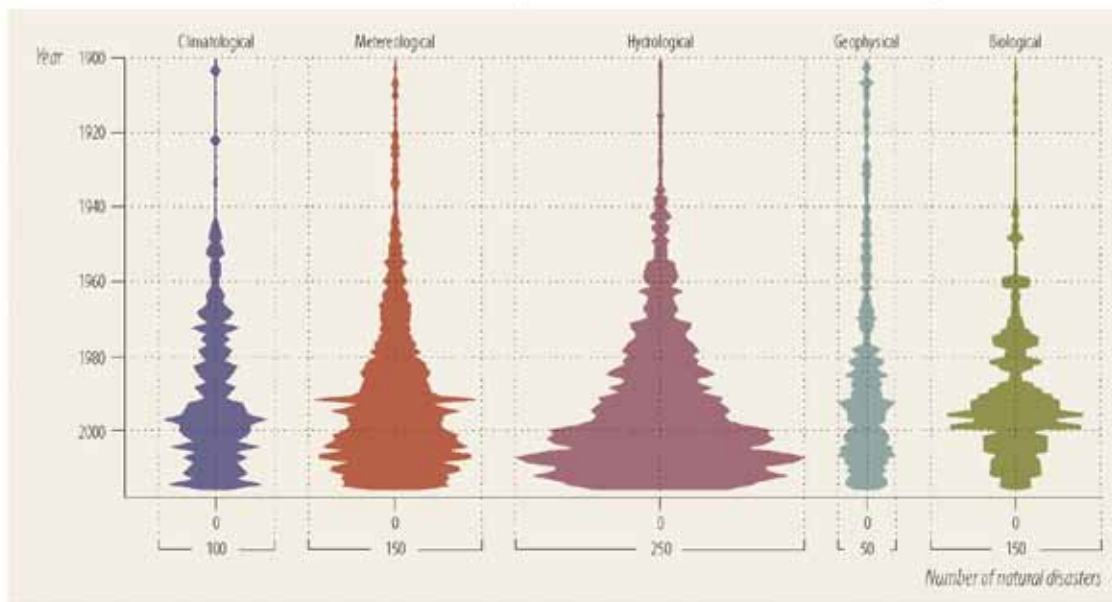
el calentamiento a lo largo de los últimos 15 años, sobre cuya explicación por parte de los “alarmistas-sensatos” no le parece convincente. Y ello a pesar de que estos “hiatos”, e incluso “retrocesos” en las mediciones de temperatura no sean novedosos, como se aprecia en las dos figuras siguientes, en la segunda de las cuales se han incorporado los canales de tendencia asociados a un simple análisis técnico de la evolución gráfica. Como se aprecia en las mismas, o se deduce de un simple análisis de tendencia, el incremento se ha acentuado en las últimas tres décadas sobre lo que ha sido la tendencia anterior 1900-1975, tal y como se recogía, reproduciendo palabras del IPCC, en mi artículo.

Por otro lado, la explicación científica a este estancamiento del incremento de temperaturas terrestres desde finales de los noventa (que no es tal si se considera desde mediados de los años noventa) se había centrado en la hipótesis de que el calor adicional se estaba acumulando en los océanos, hipótesis confirmada por las últimas investigaciones publicadas al respecto en agosto de este año.



Fuente: Chen Xianyao (Ocean University of China, Qingdao) and Ka-Kit Tung (University of Washington, Seattle). Science .August 2014

Between 1901 and 1910 there were 82 recorded natural disasters, but between 2003 and 2012 there were more than 4,000



Note: The main types of disasters include extreme temperatures and droughts (climatological); storms (meteorological); floods (hydrological); earthquakes (geophysical) and epidemics (biological).
Source: CRED 2013

Fuente: World Development Report 2014 (http://siteresources.worldbank.org/EXTNWD2013/Resources/WDR-2014_Complete_Report.pdf).

Adicionalmente, existe la evidencia científica de que la atmósfera y el océano se han calentado; los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, ya que los mantos de hielo de Groenlandia y la Antártida han ido perdiendo masa, los glaciares han continuado menguando en casi todo el mundo (con ejemplos como el de los glaciares de los Andes peruanos, que tardaron por lo menos 1.600 años en formarse, y algunos se han derretido en solo 25 años, los del Himalaya o la propia constatación de la evolución de los glaciares europeos, que no admiten duda respecto a sus causas) y el hielo del Ártico y el manto de nieve en primavera en el hemisferio norte han seguido reduciéndose en extensión; el nivel del mar se ha elevado (además de las mediciones globales existentes, está la constatación del abandono obligado de pequeñas islas pobladas por su progresiva invasión por el mar); y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado. Lo cual lleva a afirmar inequívocamente en el 5° Informe del IPCC y en su homólogo estadounidense, que el calentamiento en el sistema climático es inequívoco; y que desde la década de 1950 muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios.

Otros hechos relevantes que se asocian con el calentamiento global son los referidos al fuerte incremento registrado en

las catástrofes naturales, aunque aquí nuevamente hemos de distinguir entre los hechos –aumento del número de catástrofes registradas por el Organismo de Naciones Unidas dedicado al tema (*UN Office for Disaster Risk Reduction*)– y las interpretaciones, ya que una correlación temporal de procesos no infieren necesariamente una relación causa-efecto, si bien ésta es la interpretación predominante existente en la actualidad².

3. Interpretaciones sobre el calentamiento global

Don Ernesto, junto con los que él denomina “escépticos” y yo denominaría “insensatos” defiende “que nuestro conocimiento del sistema climático no es suficiente para afirmar que el hombre es el casi único responsable del calentamiento global que se ha producido desde 1950”. Y para fundamentar su afirmación señala que “para determinar la sensibilidad climática se recurre a modelos informáticos que se «calibran» tomando como referencia la serie histórica de temperaturas (tomadas con termómetros). Los forzamientos (in lato sensu, sensibilidad climática a corto plazo referida a una sola causa: CO₂, metano, aerosoles...) se clasifican en dos grupos: naturales y antropogénicos. La diferencia de temperaturas resultante de aplicar el modelo con todos los forzamientos o con sólo los naturales, permite determinar la aportación del hombre al calentamiento



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

global. Es así como se ha establecido que el hombre no ha influido en el calentamiento anterior a 1950, pero que sí es el responsable casi exclusivo del calentamiento posterior (AR5, WG1, Resumen para Responsables de Políticas, Ap. D.3 y Fig. RRP.6)". En otras palabras, salvo que las estaciones meteorológicas y los termómetros no sirvan para medir la temperatura, o que los test de hipótesis estadísticas ya no sean aplicables, se constata que con más de un 95 % de probabilidad, la dinámica seguida por los datos registrados viene explicada, fundamentalmente, por las concentraciones de CO₂ en la atmósfera. Y ello lo demuestran tanto el IPCC como el Informe estadounidense, tal y como se resume en las dos figuras siguientes.

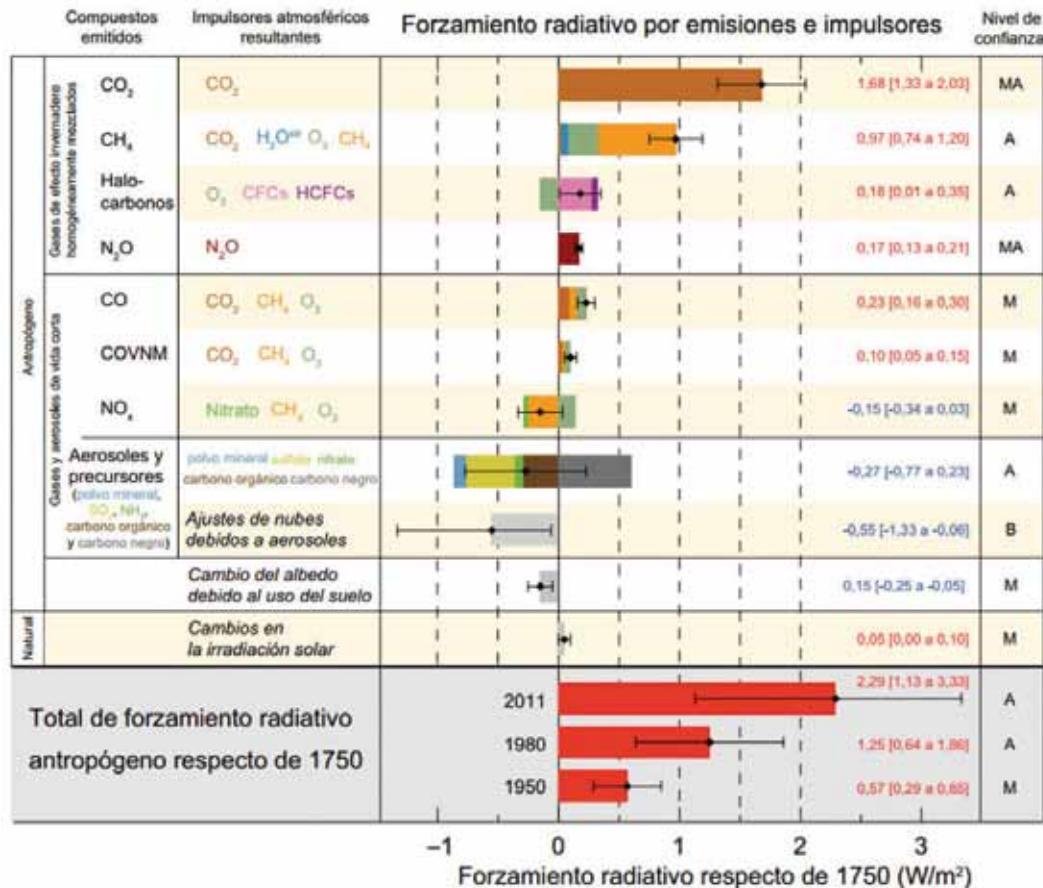
La comparación entre el incremento de la temperatura global de la superficie de la tierra, y la radiación que llega del sol a la tierra, pese a la regularidad e incluso la reducción de la misma en los últimos años, muestran una divergencia que

se correlaciona perfectamente con las emisiones de CO₂, avalando, con los test de confianza estadísticos al uso, la correspondiente afirmación de ambos Informes.

Me pregunto cuál es el problema de Don Ernesto. ¿No son científicos los test de hipótesis estadísticas? O el hecho, cierto, de que el conocimiento del clima o del comportamiento de nuestro océanos sea todavía muy fragmentario, ¿anula la aplicación de estos test a datos ciertos y a los "hechos" antes señalados? ¿O es que no interesan contrastaciones de estos Informes como que "El calentamiento global de los últimos 50 años es debido en primer lugar a las actividades del hombre, especialmente por la combustión de productos fósiles"?

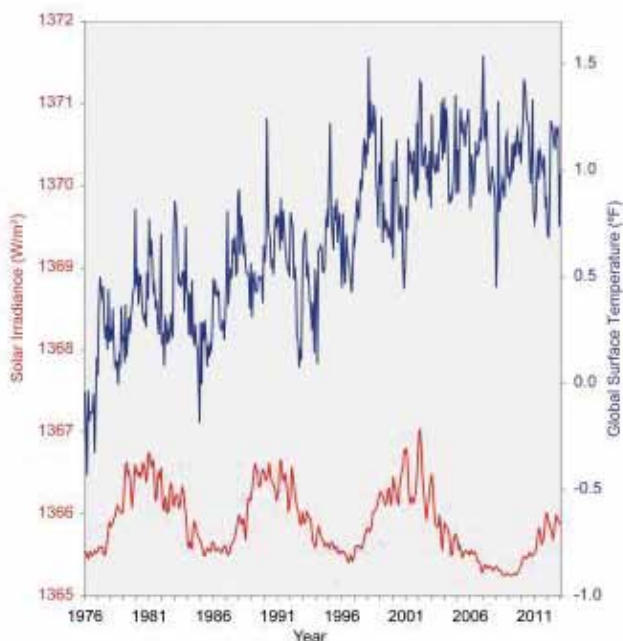
4. Escenarios de futuro

Señala Don Ernesto que el IPCC utiliza decenas de modelos distintos, de complejidades variables, y cuyos resultados también son diversos entre sí. No sólo el IPCC, el Informe



Fuente: IPCC (2014)

Measurements of Surface Temperature and Sun's Energy



Fuente: *Third National Climate Assessment: Climate Change Impacts in the United States* (<http://nca2014.globalchange.gov/report>)

estadounidense, la OMM o cualquier profesional de la Prospectiva que pretenda una mínima seriedad en su construcción de Escenarios procede de manera similar.

La Prospectiva es una disciplina científica con metodología propia que tiene como objetivo “prever la evolución” de las variables y aspectos más significativos que inciden sobre la realidad en estudio, destacando las “tendencias” presentes en dichas variables y su evolución hacia los “posibles horizontes definibles”. La Prospectiva metodológicamente se centra en la definición de Escenarios futuros posibles (que algunos denominan futuribles) con particular interés en definir sus extremos (Escenario máximo y mínimo; optimista o pesimista; mejor o peor; etc.) y lo que se denomina tendencial o “*business as usual*” (BAU), utilizando variables no necesariamente cuantificadas, pero sí acotadas cuantitativa o cualitativamente; y en ocasiones variables determinadas en términos probabilísticos, cuando es factible y estadísticamente fiable tal tipo de aproximación.

Su fin último es servir a una Planificación o Gestión que evite que se evolucione hacia los Escenarios desfavorables (mínimo o pesimista) y potencie las acciones necesarias para avanzar hacia el deseable (máximo u optimista).

Los principales problemas para la definición de Escenarios a largo plazo son la fuerte dependencia de estos de las variables y comportamientos socioeconómicos, pero la Prospectiva no define -ni pretende definir- “el futuro” ni siquiera unos Escenarios exactos, porque, afortunadamente, el futuro depende de las actuaciones de las personas que tienen una cierta capacidad para decidir y modificar cualitativamente la historia de un territorio, ya sea con revoluciones sociales o con políticas adecuadas, en las que la presión social, la imaginación, las revoluciones científicas o técnicas, etc., tienen mucho que aportar.

Para la predicción del futuro y construcción de los correspondientes Escenarios (dejando al margen a los adivinos o a los oráculos) se utilizan análisis, datos y modelos de tipo cuantitativo y de tipo cualitativo (teoría de sistemas, teoría del caos, análisis y matrices ecosistémicas, etc.). En cada grupo de enfoques científicos son múltiples los tipos de abstracciones de la realidad incorporadas, y las hipótesis y supuestos teóricos admitidos. Todos los estudios y documentos que pueden considerarse científicos incorporan referencias específicas a la fiabilidad de los datos y modelos que utilizan. Y todos ellos hacen referencia, en las Introducciones o en un epígrafe específico, a las limitaciones de los resultados derivados del mismo, señalando que la probabilidad de los sucesos que se consideran, viene asociada a la estabilidad de los resultados bajo distintas hipótesis aplicadas a los modelos que se utilizan.

La diversidad de modelos, hipótesis y Escenarios son el marco en el que se mueve el IPCC y el U.S. *Global Change Research Program*. Y, en todo caso, los Escenarios que siendo científicos son más extremos (los catastrofistas o los negacionistas, respectivamente) aunque tengan un menor “aval” (en términos de su soporte por científicos solventes) deben servir para que la sociedad y los políticos conozcan y valoren la conveniencia de reaccionar ante estas posibilidades extremas de evolución –sobre todo ante las más negativas– previendo y corrigiendo las causas a que podrían ir asociados. Lo que pretenden el IPCC y el U.S. *Global Change Research Program* es tratar de aproximar la probabilidad y fiabilidad de ocurrencia también de estos Escenarios extremos, aunque los asociados a los mismos denuncian la falta de consideración adecuada de estos.

Como conclusión, a la vista de los Escenarios definidos por lo que podemos considerar la comunidad científica solvente y no extrema (catastrofistas y negacionistas, respectivamente),



existe la posibilidad real de llegar a situaciones de muy alto riesgo, si no se toman las medidas adecuadas que la evite. Y aunque la probabilidad de la misma en términos del número de científicos que defienden esta postura es pequeña, el producto de esta probabilidad por las “consecuencias” que se podrían derivar para la Humanidad de ella es tan elevado, que cualquier política “sensata” no dejaría de tomarla en cuenta. Porque existen Políticas que permiten evitar llegar a estos Escenarios. De hecho, hay que remarcar que son mayoritarias las aproximaciones científicas que señalan la viabilidad de Políticas que llevan a Escenarios “no catastrofistas”, tal y como se recoge en el 5º Informe del IPCC (<http://www.ipcc.ch/>) y en el *Third National Climate Assessment: Climate Change Impacts in the United States* (<http://nca2014.globalchange.gov/report>). Pero que exigen una actuación urgente.

No es “alarmismo” sino “sensatez” el aplicar el “principio de precaución”, tan caro en materia ambiental a la entonces Comunidad Económica Europea, ya desde 1972, o más generalizadamente a los propios procesos de planificación (definir las actuaciones precisas para evitar los peores Escenarios y habilitar las actuaciones necesarias para avanzar hacia Escenarios con mayor garantía de bienestar y seguridad para la Humanidad). Y sorprende la posición de quienes, ante un riesgo elevado de sucesos que, por otra parte, no serían nuevos en la historia de la Humanidad, prefieren cerrar los ojos y definirse como “escépticos”.

O quizás no sorprenda tanto cuando Don Ernesto señala que los informes del IPCC ya han actuado sobre decisiones políticas de la Unión Europea y de España, citando el Protocolo de Kioto y la Estrategia 20-20-20, con medidas como las subvenciones a las energías renovables, que, dice, nos cuestan unos 6.000 millones de euros al año. Aparte de un nuevo grave error (que no podemos tratar en esta respuesta) sobre dónde están los costes eléctricos para los ciudadanos españoles, y de que

“olvida” que en todo proceso de inversión hay que buscar la tasa de retorno de las inversiones (y el efecto global de éstas para la economía y la ciudadanía), se le olvida citar la Hoja de Ruta hacia el 2050, de la UE, todavía mucho más exigente en medidas de “descarbonización”, y con políticas en la línea que señalan los Informes del IPCC y estadounidense.

Pero ello nos sitúa en la posibilidad de comprender mejor la posición de los que él denomina “escépticos” y, por lo que he señalado, yo prefiero denominar “insensatos”. Sin dudar de su honradez científica y personal, son “útiles” para ciertos tipos de negocios. Dice la filosofía –desde sus orígenes– que las cosas no pasan porque sí. Que detrás de cada suceso hay unos beneficiarios, cuya definición ayuda a comprender por qué se producía. ¿Qué beneficios pueden sacar Naciones Unidas o el IPCC o el resto de la mayoría de científicos que advierten de los riesgos del calentamiento global? ¿Son accionistas de las renovables? ¿Sacan beneficio o les gusta que su gasolina, electricidad o productos de consumo se encarezcan por las medidas que proponen para evitar los riesgos que señalan? La alternativa es clara: el Gobierno conservador de Australia, en julio de este año, ha quitado las tasas a su carbón, señalando que “con ello se ahorran del orden de 550 dólares australianos al año a cada familia”. Pan para hoy y hambre para mañana, que reza un conocido refrán español. Hasta las Organizaciones de las Aseguradoras en la reciente Cumbre Mundial del Clima han señalado la necesidad de incorporar primas previsoras de los efectos del calentamiento global. Esperemos que el “primo” de Rajoy no siga definiendo la política a desarrollar en España en esta materia, y sean principios como los contenidos en el discurso de Felipe VI los que lleven a reconducir la política seguida hasta ahora por el actual Gobierno español. **ROP**

Notas

(1) Según la Real Academia de la Lengua: Alarmismo: Tendencia a propagar rumores sobre peligros imaginarios o a exagerar los peligros reales. Escepticismo: 1. Desconfianza o duda de la verdad o eficacia de algo. 2. Doctrina de ciertos filósofos antiguos y modernos, que consiste en afirmar que la verdad no existe, o que, si existe, el hombre es incapaz de conocerla. Sensato: Prudente, cuerdo, de buen juicio.

(2) 22 September 2014. Margareta Wahlström, directora de UN Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) señala que “heavy rains and flooding devastated parts of the Philippines, France and Italy over the weekend may be further indications of the ‘new normal’ that the world will have to deal with if no accelerated action is taken to curb global warming”.

Inversiones en infraestructuras del sector hidráulico



Ricardo Segura

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Vocal de la Comisión de Construcción,
Financiación de Infraestructuras y
Equipamiento del Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

Resumen

Este escrito presenta las singularidades de la gestión del agua en España, especialmente ante eventos hídricos extremos (sequías y avenidas). Para atender las demandas de agua, las irregularidades de este recurso han obligado al actual uso intensivo de recursos convencionales y a varios trasvases. Para ello, se han seguido políticas hidráulicas con fuertes inversiones, principalmente por las múltiples administraciones responsables. Las circunstancias presentes motivan una reconsideración de las políticas aplicadas, actualmente en fase inicial. El problema principal del sector (supuesta la estabilidad futura de demandas y recursos) es la deficiente calidad de las aguas. En consecuencia, los limitados fondos públicos se deberán dirigir prioritariamente a los Planes de Depuración; también a concluir otras actuaciones en ejecución, especialmente la plena operatividad de las desalinizadoras del litoral mediterráneo. También se deberá reformar el régimen económico-financiero vigente, con mayor recuperación del coste de los servicios del agua. Las administraciones implicadas en la gestión del agua deberán concentrar sus esfuerzos en la explotación, conservación y modernización de las infraestructuras hidráulicas. Finalmente, procede ensanchar la participación financiera del sector privado en las inversiones hidráulicas.

Palabras clave

Gestión del agua, inversiones, explotación de infraestructuras hidráulicas, colaboración público-privada

Abstract

This article describes the peculiarities of water management system in Spain, particularly with respect to extreme water-related weather events (droughts and floods). In order to meet water demand and in view of the irregularities of this resource, it is currently necessary to make heavy demands on conventional resources and various water transfers. This has required water policies with heavy investment, particularly by the many different authorities involved. The present circumstances have given rise to a reconsideration of these policies that is currently in its initial stage. The main problem of the sector (while ensuring the future stability of demand and resources) is the poor quality of the water. As such, the limited public funds should primarily be allocated to Water Treatment Plans; together with the conclusion of other actions already underway and particularly with respect to the full operation of the desalination plants on the Mediterranean coastline. It is also necessary to modify the current economic-financial system to allow a greater recovery of the cost of water services. The authorities involved in water management should focus their efforts on the operation, conservation and modernisation of water infrastructure. It is also necessary to broaden the financial participation of the private sector in water investment.

Keywords

Water management, investment, operation of water infrastructure, water works, public-private partnerships

1. Introducción y generalidades

En España, la gestión del agua continental ("sector hidráulico") presenta circunstancias especiales, ligadas básicamente a su carácter de recurso natural escaso y renovable (mediante el ciclo del agua en la naturaleza), así como a su distribución muy irregular (tanto en el espacio como en el tiempo). También influyen los valores ambientales del agua y su insustituible necesidad en casi todas las actividades humanas. Además, el agua continental está revestida de un componente subjetivo

muy difícil de superar y propicio a la demagogia localista. Es significativo que el vocablo español 'rival' proceda de la palabra latina 'rivalis', que se refiere a la margen contraria de un río.

Desde una perspectiva legal existe en España el llamado Dominio Público Hidráulico (DPH), que se compone, en esencia, de tres elementos: el recurso agua, los cauces y los acuíferos. La normativa eleva el recurso agua a la consideración de bien público, salvo para las Islas Canarias y las aguas subterráneas



alumbradas antes de 1986, año en que se produjo la entrada en vigor de la Ley de Aguas de 1985. El dominio público hidráulico es susceptible de ser usado por entidades públicas y por los privados para muy diversas finalidades (abastecimiento, regadío, uso industrial, etc.). Los usos públicos y privados del agua tienen un origen que se pierde en la historia, existiendo actualmente muy numerosos usos con los correspondientes derechos adquiridos.

La escorrentía media en España en régimen natural se estima en 110.000 Hm³/año, pero la precitada irregularidad sólo permitiría el uso de un volumen del orden de 10.000 Hm³/año. La limitada disponibilidad natural del agua ha obligado a desarrollar una secular política de regulación del recurso con presas de embalse, también de explotación de aguas subterráneas, lo que permite su uso en una cuantía muy superior a la segunda cantidad. Esta política se incrementó desde inicios del siglo XX por la presión de los movimientos regeneracionistas y ha colaborado al desarrollo presente del país. Las infraestructuras existentes actualmente en España, especialmente los más de mil doscientos (1.200) embalses de capacidad total cercana a 55.000 Hm³, hacen posible un uso intensivo del recurso agua.

El uso consuntivo más importante es el abastecimiento de agua potable a la población, por lo que es legalmente prioritario. Pero el principal uso consuntivo en cantidad (del orden del 70 % del consumo) es el regadío, extendido precisamente por las áreas menos lluviosas, pues justamente son aquellas donde la agricultura alcanza mayor rentabilidad. El uso del agua para generar electricidad, éste no consuntivo, es de elevada importancia técnica y económica en el sector eléctrico.

La gestión del agua se desarrolla según la normativa aplicable y bajo las directrices de la planificación hidrológica vigente. Básicamente, la gestión se realiza en un doble ámbito territorial. Por un lado, la “cuenca hidrográfica”, en cuya consideración legal en la gestión fue pionero nuestro país. En segundo lugar, el “sistema de explotación”, concepto territorial formado por un espacio geográfico específico dotado de ciertas infraestructuras que permiten la satisfacción de sus propias demandas con los recursos e infraestructuras disponibles en el mismo. La legislación fundamental del sector es la Ley de Aguas de 1985, que ya ha sido objeto de numerosas modificaciones; las disposiciones reglamentarias que la desarrollan también han sufrido desde entonces varios cambios. La planificación se concreta en los Planes Hidrológicos de cuenca (PPHH), aprobados todos recientemente por el Gobierno (salvo los de las Islas Canarias, aún pendientes), y el Plan Hidrológico Nacional (PHN de 2001, corregido en 2005); este último instrumento debe aprobarse por norma con rango de ley.

La irregularidad del régimen pluviométrico origina episodios de condiciones hídricas extremas: sequías y avenidas, en los que la gestión eficiente adquiere más importancia. Además de la consabida sequía estival, se presentan periodos plurianuales con precipitaciones reducidas, que aún limitan más los recursos disponibles con lo que el uso del agua origina tensiones singulares. También las avenidas extraordinarias son habituales en nuestro país, afectando a cuencas de muy diverso tamaño. Las infraestructuras previstas para paliar los efectos de las avenidas, junto a los instrumentos de información y prevención disponibles, han reducido en los últimos años los daños y víctimas derivados. Una Directiva específica de la Unión Europea (UE), Directiva 2007/60, ha introducido la obligación de realizar estudios de evaluación de los riesgos en las zonas proclives a sufrir este efecto.

La calidad en España de las “masas de agua” es sólo regular, aunque haya mejorado apreciablemente en el pasado reciente (este nuevo concepto, traducción de la expresión inglesa “*water body*”, fue introducido en la Directiva 2000/60 de la Unión Europea). Según los últimos PPHH, apenas el 50 % de las masas de agua españolas se encuentra en un estado positivo. Desde hace ya medio siglo se aplica en España, primero en los territorios insulares y después en las costas del Mediterráneo, las tecnologías de desalinización del agua de mar (también de aguas continentales salobres). Esta posibilidad ha abierto en ciertos territorios nuevos orígenes para el suministro, lo que permite superar las limitaciones derivadas de la escasez en ellos de agua continental. Generalmente, se aplica el sistema



de ósmosis inversa, que es el de menor consumo energético, pero incluso con éste, el alto consumo de energía es un factor limitante.

2. Reparto competencial y de actuaciones

Diversas causas han generado en España un reparto competencial de gran complejidad legal y trufado de excepciones y transitoriedades. Los cuatro niveles de articulación de las administraciones públicas (local, regional, nacional y europeo) están involucrados en la gestión del agua. El Tribunal Supremo, e incluso el Tribunal Constitucional, son árbitros habituales y con frecuentes intervenciones.

Los municipios españoles, según la normativa propia de las Administraciones locales, son los entes responsables inmediatos del abastecimiento de agua potable en sus ámbitos territoriales, incluso el alcantarillado y la depuración de las aguas residuales generadas. Pero es posible, y conveniente, la creación de Mancomunidades para aumentar la eficiencia

del servicio. No obstante, existen numerosas excepciones a esta normativa general; por ejemplo, el caso de la Comunidad Autónoma (C. A.) de Madrid donde el Canal de Isabel II, empresa pública dependiente de la C. A., asume estas competencias. Por otra parte, las diputaciones provinciales y las comunidades autónomas (CC. AA.) pueden realizar funciones de apoyo técnico y económico. La gestión del servicio puede ser directamente municipal, aunque predominan sistemas contractuales de colaboración con empresas privadas especializadas.

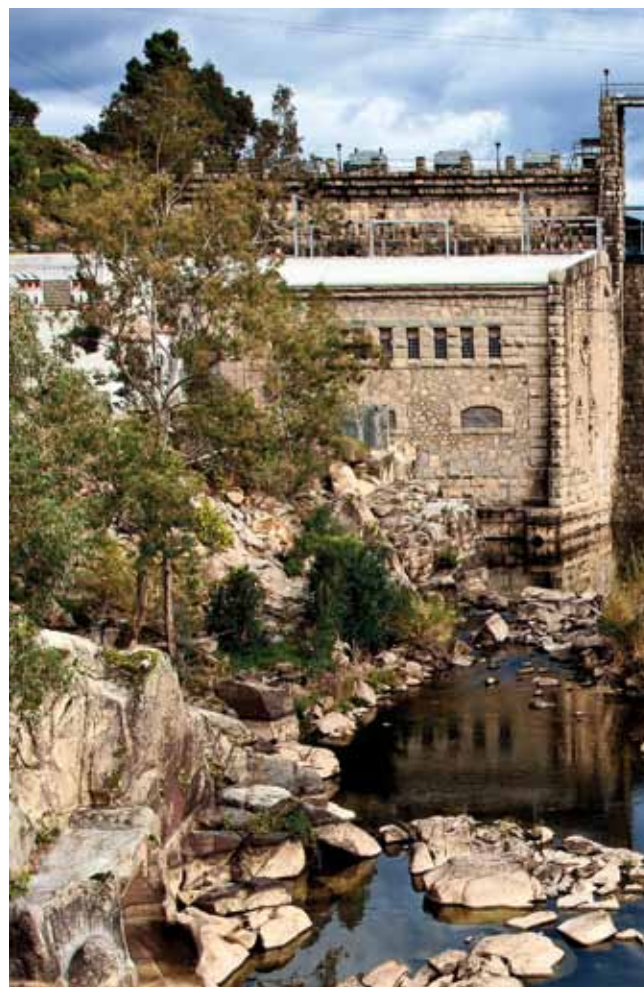
Las CC. AA. ejercen importantes competencias en sectores relacionados directamente con el agua (medio ambiente, agricultura, industria, etc.). Además, se les ha atribuido la gestión directa, incluso promulgación de normativa complementaria y elaboración de la planificación, en aquellas cuencas insertas totalmente en su propio territorio, llamadas “cuencas intracomunitarias”. Las CC. AA. de Cataluña, País Vasco, Galicia, Andalucía, Baleares y Canarias han asumido estas funciones; por el contrario Cantabria, Asturias, Murcia

y la Comunidad de Valencia, así como Ceuta y Melilla, han preferido hasta la fecha no recibirlas.

Para la Administración General del Estado (AGE) se ha reservado la planificación general del sector hidráulico y su legislación básica, aunque el Gobierno de Canarias está habilitado para desarrollar sus propias normas. En las cuencas que incorporan territorio de dos o más CC. AA., denominadas “cuencas intercomunitarias”, la AGE también es la titular de la gestión del agua, desarrollada principalmente por las Confederaciones Hidrográficas (CCHH), Organismos Autónomos que están adscritos al Ministerio responsable del agua, que actualmente es el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Desde éste último, por medio de la Dirección General del Agua (DGA), se coordinan las actuaciones en el sector, muchas de las cuales también se financian con los presupuestos estatales. Una ley específica creó hace décadas la “Mancomunidad de los Canales del Taibilla”, Organismo Autónomo dependiente del MAGRAMA con el objetivo básico de asegurar el abastecimiento de agua potable a una amplia zona del sudeste peninsular. Más recientemente se han creado empresas públicas, tanto estatales (ACUAMED, ACUAES y SEIASA), como comunitarias y municipales, que también pueden realizar inversiones en obras hidráulicas, con aplicación en cada caso de regímenes financieros especiales.

La legislación define también la figura de las inversiones en obras hidráulicas de “Interés General del Estado” (IGE), en las que debe participar la AGE con los presupuestos propios de la DGA y las CCHH, aunque pueda encomendar la gestión a otras administraciones e, incluso, a los beneficiarios directos de aquella. Es imprescindible una declaración en norma con rango de ley que declare expresamente el IGE para cada actuación concreta. Este tipo de inversiones se reserva básicamente para las principales obras de regulación, desalinización, defensa contra avenidas, distribución “en alta” y depuración. Los sistemas y equipos para información y control de los cauces, Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) y Sistema Automático de Información de la Calidad de las Aguas (SAICA), gozan también de esta consideración específica.

La Unión Europea (UE) ostenta competencias normativas, de planificación y de supervisión. La norma básica es la mencionada Directiva 2000/60 (“Directiva marco”) por la que se establece una política europea de aguas. Otras dos directivas, la 91/271 y la 91/676, respectivamente, se dedican al control de la contaminación puntual y difusa del medio hídrico, aunque otras varias directivas recojan la regulación de otros temas



complementarios. En la Directiva marco se regula un proceso de planificación de todas las “demarcaciones hidrográficas” (espacio éste constituido sumando a las cuencas hidrográficas las aguas costeras). Este proceso se repetirá sexenalmente y se exige como objetivo, salvo excepción, alcanzar en el año 2015 el buen estado en todas las masas de agua. La UE también aporta desde sus propios Fondos (principalmente Cohesión y Desarrollo Regional) importantes contribuciones financieras para infraestructuras hidráulicas, con la notoria excepción de la implantación de nuevos regadíos.

Por su parte, los privados han aprovechado el agua, desde tiempo inmemorial, para diversos usos. Este uso se dirige a actividades sociales (abastecimiento de agua potable, navegación, pesca, baño, recreo, etc.) o económicas (regadío, uso industrial, generación de electricidad, etc.). La normativa



vigente exige una concesión o autorización legal para cada toma de agua y regula detalladamente su obtención. Las concesiones son tratadas (en la norma y en la práctica) con un gran respeto, al partirse de una política de fomento del uso del agua. Por ejemplo, generalmente, las concesiones se otorgan por el amplio plazo máximo previsto en la normativa de setenta y cinco (75) años.

Finalmente, están en pleno vigor acuerdos bilaterales para la gestión de las cuencas internacionales compartidas. Es relevante el firmado con Portugal (Convenio de Albufeira) y, en menor medida, el suscrito con Francia (Convenio de Toulouse). Además, España también es parte de varios convenios internacionales promovidos por la ONU que condicionan la gestión del agua continental, en especial el Convenio de Nueva York para regular los usos del agua distintos de la navegación.

3. Colaboración público-privada (PPP) en el sector hidráulico

Según se ha anticipado, las inversiones en obras hidráulicas no están reservadas legalmente al Estado, pero la lentitud de su proceso de maduración y puesta en servicio, junto con su elevado coste, tienen un efecto desmotivador de la intervención privada en ellas. En consecuencia, la iniciativa privada ha dejado al Estado el rol principal en las inversiones de este sector, en particular las grandes infraestructuras precisas para la regulación, extracción, depuración, desalinización, transporte, distribución o reparto, recogida (alcantarillado) y depuración del agua. Algunas actuaciones privadas en el sector han sido fuente de problemas, tanto en el pasado (empresas para la implantación de riegos) como en el presente (contratos para la construcción y explotación de plantas desalinizadoras). No obstante, muchas de las inversiones realizadas en el sector agua han sido fruto de la colaboración público-privada con diversas modalidades.

Es conocida la simbiosis de los dos sectores en los servicios de abastecimiento de agua potable a la población. Incluso en sistemas de abastecimiento de origen público, son cada vez más habituales contratos de explotación-conservación de las infraestructuras adscritas al servicio. Estos contratos con frecuencia incluyen también inversiones de mejora o ampliación, a ejecutar y financiar por el adjudicatario durante los mismos.

Salvo el caso de las empresas del antiguo Instituto Nacional de Industria (INI), agrupadas en su momento en Endesa (privatizada en los últimos años del siglo XX), la práctica totalidad del sector hidroeléctrico español, incluso muchos de sus sistemas de regulación, se ha implantado por el sector privado, aunque con ciertas facilidades y ayudas del Estado. Las presas de uso múltiple se han financiado directamente por este último o bien con convenios específicos de colaboración de las partes implicadas.

En el ámbito del regadío se han aplicado, desde tiempo inmemorial, soluciones con implicación de los dos sectores. En los regadíos declarados de interés nacional las inversiones han recaído principalmente en el sector público, pero la explotación se ha entregado en su mayor parte a los propietarios de las fincas y a las Comunidades de Regantes (entidades formadas por los regantes y con un régimen legal muy peculiar). Sólo en regadíos con aguas subterráneas o inmediatos a los principales cauces la inversión puede haber sido privada, aunque frecuentemente con ayudas públicas.



La defensa contra los efectos de las inundaciones se ha asumido generalmente por la AGE, al no existir beneficiarios directos. En algunas ocasiones han intervenido los municipios afectados y raras veces los privados (por ejemplo, la financiación de la Solución Sur de Valencia con un recargo postal), aunque estos puedan siempre ser autorizados a realizar inversiones para protección directa de sus propiedades. Las inversiones en labores de corrección hidrológico-forestal, fundamentales para limitar avenidas y reducir los procesos de erosión, han sido asumidas generalmente por los presupuestos públicos por su amplio periodo de amortización.

En la actualidad, la navegación fluvial es irrelevante en España y justamente el único tramo significativo, en la desembocadura del Guadalquivir, es ajeno al dominio público hidráulico.

Las presentes limitaciones de los presupuestos públicos del sector hidráulico son considerables. Por ejemplo, el capítulo 6 (dedicado a inversiones directas) de la DGA ha bajado en el último lustro de una dotación anual de más de mil millones de euros a otra de menos de doscientos millones. Ante esta situación se ha aplicado una estrategia de dirigir principalmente los fondos disponibles a la conclusión de las principales infraestructuras en ejecución y también al subsector de la depuración de aguas residuales. En paralelo, las limitaciones inducen a buscar posibles vías alternativas para la financiación de las infraestructuras hidráulicas, pues aquellas probablemente se pueden mantener en el futuro. En esta dirección se han dado pasos limitados pero significativos, que procede mencionar, además del caso precitado de las plantas de desalinización. Recientemente, y para superar

las limitaciones de sus recursos humanos y materiales, las CCHH han externalizado, mediante contratos específicos, las funciones de conservación y explotación de numerosas grandes presas y canales de titularidad pública. Igualmente, y también en los últimos años, la transformación en regadío de la Zona Regable del Canal de Navarra se ha desarrollado sobre la base de una concesión para su construcción y la explotación por un período relativamente amplio.

4. Coste del agua para los usuarios. Régimen económico-financiero del agua

El agua, en cuanto recurso, no implica pago alguno de los usuarios españoles, siempre salvo el caso especial de las Islas Canarias. Tampoco existe hasta el momento una tasa o impuesto ambiental que grave el uso del agua, aunque se haya contemplado su introducción en varios momentos. No obstante, la normativa contempla el traslado a los usuarios de los costes necesarios para asegurar el suministro de agua. Por otra parte, la Directiva marco propugna la aplicación al sector del Principio de recuperación de costes, forzando la implicación económica de los usuarios en el pago por los servicios de suministro de agua.

Por todo ello, la mayoría de las administraciones involucradas en la provisión de los servicios hidráulicos, incluso las Comunidades de Regantes, tienen sus propias normas para proceder a la repercusión a los usuarios de los costes afrontados por las mismas para la prestación de dichos servicios. Por ejemplo, las CCHH de la AGE cobran a los beneficiarios de sus servicios por dos conceptos fundamentales: “canon de regulación” (tasa a satisfacer

por los beneficiados por las presas de regulación) y “tasa de utilización del agua” (a pagar por los beneficiados del servicio prestado por infraestructuras de otras tipologías, principalmente de transporte y distribución). En ambos casos, se suman los costes habidos en la explotación y los relativos a la amortización de las infraestructuras. La repercusión a los beneficiados se realiza anualmente en estricta aplicación de las normas vigentes (Régimen económico-financiero de la Ley de Aguas), siendo habitual la interposición por éstos de recursos legales de resultados muy diversos e, incluso, contradictorios. Existe también una tasa gestionada por las CCHH por el vertido a los cauces de aguas residuales, evaluada según el volumen máximo del vertido y la calidad del efluente.

Excepcionalmente, y por varias causas, no existe ninguna tasa para amortizar aquellas Estaciones de Depuración de Aguas Residuales que puedan haber sido financiadas por la AGE al tener la categoría de actuaciones de “Interés General del Estado”. Una vez terminadas estas infraestructuras específicas son transferidas a otras administraciones, municipales o regionales, para su explotación.

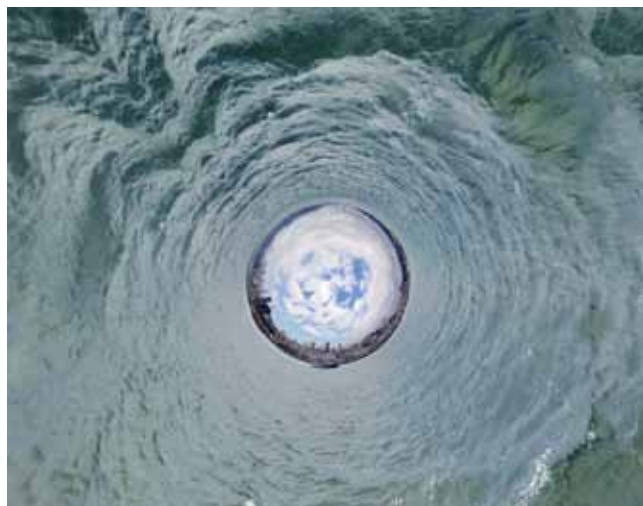
El pago por el servicio de suministro de agua se acostumbra realizar por el usuario o consumidor a la administración o empresa que culmina el servicio, por lo que, cuando son varias las implicadas, pueden existir abonos intermedios entre las mismas. En el caso del abastecimiento, se propugna el pago por el usuario en una factura única de todos los gastos inherentes al ciclo integral del suministro, incluyendo desde la captación hasta la depuración. En la actualidad, y salvo en algunas pequeñas localidades, el usuario del abastecimiento satisface unas tarifas que cubren un amplio porcentaje de los costes inherentes al servicio. Los costes de los servicios prestados por las Administraciones públicas al sector del regadío se cubren por los usuarios en un porcentaje menor. Esta situación, ahora muy discutida, es la herencia de una política tradicional de fomento del uso del agua en el regadío.

Las tarifas abonadas por los usuarios por el suministro de agua son muy variables y, en general, reducidas. El precio final por el suministro de agua potable se encuentra generalmente en un intervalo entre uno y dos euros por unidad de volumen (m^3), siendo de $1,59\text{€/m}^3$ el valor medio estimado por AEAS (Asociación Española del Abastecimiento y Saneamiento) en su encuesta para el año 2012. La repercusión del agua en los presupuestos familiares es pequeña, mucho menor a la de otros servicios como la telecomunicación y la electricidad.

En el regadío, la suma de las tarifas cargadas al usuario es bastante menor y presenta una dispersión mucho mayor. Además, es frecuente el pago por la superficie regada al no existir contadores individuales, aunque en el extremo opuesto existan zonas regables con precios en función del área regable, el volumen usado y el momento del uso. A título informativo, el pago usual en el regadío se mueve en el intervalo $0,01\text{--}0,20\text{€/m}^3$, pero en la mayoría de los casos este pago está próximo al extremo inferior del intervalo. En el regadío suministrado por el Trasvase Tajo-Segura el pago total soportado por los usuarios (Pagos por Trasvase, Postrasvase y Comunidad de Regantes) no llega actualmente a $0,20\text{€}$. Finalmente, el agua del mar desalinizada tiene un coste real en el intervalo $0,60\text{--}1,20$ euros, siempre por unidad de volumen.

Obviamente, en los usos directos del agua por los privados estos se hacen cargo de los costes de las actividades por ellos realizadas para hacer posible el uso. En el caso de utilizar agua regulada en algún embalse deben abonar el correspondiente canon de regulación.

En resumen, el sector del agua ha recibido, y todavía recibe en la actualidad, ayudas significativas de los presupuestos públicos. Actualmente se traslada a los usuarios una parte significativa de los costes de las inversiones y la práctica totalidad de los generados en la explotación de las infraestructuras, aunque la complejidad de las normas y la multiplicidad de agentes no permiten una estimación sencilla y exacta del importe de la subvención. En la generación de hidroelectricidad la repercusión de los gastos públicos se acerca al 100 %. En el



abastecimiento se estima que los usuarios abonan en las tarifas más del 80 % de los costes. Por el contrario, en el regadío la suma de los distintos pagos no parece supere el 60 %, aunque en este caso no se publican estadísticas rigurosas. En todos los casos estos porcentajes se encuentran desde hace algunos años en un proceso de paulatino incremento.

Por diversas causas concatenadas, últimamente se ha extendido la necesidad de una reconsideración del régimen económico-financiero regulado por la Ley de Aguas, con el objetivo de llegar a una plena repercusión a los usuarios de los costes inherentes al servicio, incluso con una posible internalización de los costes ambientales. En los distintos sectores económicos usuarios de agua el importe de su suministro alcanza en la actualidad una mínima repercusión porcentual en el total de sus costes, por lo que un incremento moderado de dicho importe no debería, salvo excepción, afectar a su viabilidad económica. Sin embargo, es previsible que, en su caso, esta reconsideración genere en los usuarios (especialmente los regantes) grandes protestas y discusiones, así como recursos legales en base a los derechos adquiridos. Previsiblemente, de realizarse aquella, serán precisas normas transitorias muy generosas, en especial para el sector regante.

5. Previsiones para el futuro

El futuro nunca está plenamente determinado, aunque en España se realicen detalladas previsiones específicas dentro de los instrumentos planificadores (PHN y PPHH



de cuenca) del sector. Pero estos PPHH de cuenca, en general, incorporan una envolvente máxima de todas las peticiones de las CC. AA. y los usuarios, con inversiones relevantes (del orden de 50.000M€, gran parte a financiar por el sector público), que no podrán ser asumidas por las administraciones responsables. En gran medida estas actuaciones provienen de PPHH anteriores y no sería aconsejable que fueran implantadas, aunque tampoco pueden eliminarse por consideraciones políticas. Por ello un mínimo realismo obliga a presentar previsiones menos ambiciosas, en base a las cuales procede contemplar la evolución futura del equilibrio recursos/demandas en España.

Las principales demandas consuntivas (actualmente, del orden de 4.000 Hm³/año en el abastecimiento, 2.000 Hm³/año en la gran industria y unos 21.000 Hm³/año en el regadío) tienden a la estabilidad y no son de prever para el futuro incrementos relevantes. El uso en refrigeración se acerca a 7.000 Hm³/año, pero este uso no es plenamente consuntivo pues se reincorpora al cauce el 95 % del total derivado. Es destacable que el regadío, que sólo contribuye al PIB español con algo más del 1 %, demande un 70 % del consumo total de agua.

En la práctica totalidad de los sistemas de explotación, contando con la entrada en servicio de las infraestructuras en ejecución, no existen problemas relevantes para garantizar el abastecimiento de agua potable con la demanda actual. Tampoco son de prever en el futuro, por la estabilidad de la población fija y la mínima progresión de la estacional. El eventual crecimiento futuro de la población, bastante improbable, se compensaría con la reducción del consumo unitario, producida principalmente por la sensibilización de los usuarios (fomento del uso responsable y eficiente), así como con la reducción de las pérdidas en las redes.

Los eventuales déficits están relacionados más directamente con el regadío actual y, especialmente, con eventuales crecimientos del área regada. Actualmente, aunque la superficie dotada de sistemas de riego es algo mayor, se cultiva en regadío en España una superficie del orden de tres millones y medio de hectáreas (3.500.000 ha), de una superficie agraria útil cercana a veinte millones (20.000.000 ha). Por varios motivos coadyuvantes, es previsible que el área regada no experimente un incremento apreciable en el futuro, salvo el caso de las actuaciones de nuevos regadíos muy avanzadas (principalmente, los casos de las Zonas Regables de Payuelos, Centro de Extremadura, Canal de Navarra, Alto Aragón y Segarra-Garrigas, que cuentan todas ellas con recursos



hídricos ya asegurados o en vías de serlo). Las previsiones de nuevos regadíos, incorporadas a los Planes Hidrológicos a propuesta de las CC. AA., son superficialmente importantes (un incremento del regadío del orden de 500.000 ha), pero en aquéllos se subordina expresamente su implantación a previos estudios de viabilidad (económica, social y ambiental). Dichos estudios son difíciles de superar en la mayoría de los casos con el actual régimen económico-financiero, pero tendrían aún mayores problemas de viabilidad si se aplicasen en la financiación de estos nuevos regadíos criterios de recuperación de costes más ortodoxos, por lo que previsiblemente decaerán en su práctica totalidad. En todo caso, los consumos estimados en los últimos años para el regadío denotan una tendencia a su estabilidad e, incluso, a su reducción.

Adicionalmente, el recurso liberado en el proceso de modernización de los regadíos existentes podría compensar crecimientos moderados de la demanda. Este último proceso (del orden de un millón y medio de hectáreas modernizadas) ha tenido un gran desarrollo y ha afectado a gran parte de los riegos existentes, especialmente los de mayor rentabilidad. Aunque el proceso no está totalmente cerrado, la subida de los precios energéticos demorará o impedirá su conclusión. Además, este creciente coste de la energía está ya produciendo un efecto secundario de reducción de los consumos del regadío, que previsiblemente se incrementará en el futuro próximo.

En principio, tampoco se prevé un crecimiento significativo de la demanda de agua de origen industrial, que tiende a una reducción pequeña pero continua. Una excepción podría deberse al caso muy discutido del “*fracking*” que, en cualquier caso, deberá internalizar el coste de sus propias demandas de agua, incluso las afecciones ambientales generadas para asegurar el suministro hídrico. También en el sector industrial el uso eficiente compensa los eventuales incrementos de la demanda, siempre salvo la mención realizada.

En las circunstancias presentes, el sector hidroeléctrico español ha alcanzado hace años el límite fijado por la rentabilidad y la protección del medio natural, circunstancias que normalmente no se modificarán en el futuro. Sólo son de prever nuevas instalaciones reversibles, imprescindibles para la estabilidad del sistema eléctrico, pero sin mayores demandas significativas de agua y cuyas importantes inversiones se satisfarán íntegramente por el sector privado. Las demandas de refrigeración de nuevas instalaciones de producción de electricidad también deberán ser resueltas sin inversiones públicas apreciables, aprovechando siempre localizaciones propicias.

Salvo algún caso concreto, por ejemplo en algunas subcuencas de la CH del Duero, la garantía del suministro global de agua en los distintos sistemas de explotación se estima suficiente,



siempre contando con la culminación de las inversiones ya en ejecución o pendientes de poner en servicio, especialmente las presas de embalse citadas en este mismo párrafo y las plantas de desalinización de agua del mar. Incluso las zonas del interior con problemas de sobreexplotación del recurso, en particular el caso del acuífero de la Mancha Occidental, están en un proceso de reversión apreciable de la situación, quizás reforzado por el favorable régimen de lluvias en los últimos años. En consecuencia, las inversiones futuras para ejecutar grandes presas de regulación serán poco significativas, siempre salvo los casos en proceso: principalmente, las presas de Castrovido, Alcolea, San Clemente, Yesa (recrecimiento), Almudevar, Albagés y Lechago. Las controversias sobre esta singular tipología hidráulica aconsejan su limitación a casos muy justificados. La garantía del suministro a la gran conurbación madrileña, por su entidad, debería estudiarse con especial atención y prudencia.

En su caso, el bajo nivel de garantía se manifiesta en algunos sistemas de explotación por los conocidos problemas y tensiones en la gestión durante los periodos de fuerte y persistente sequía. En ellos, de acuerdo con los correspondientes “Planes especiales de sequía”, se arbitran en cada caso actuaciones para reducir el consumo con medidas de concienciación de los usuarios y de limitaciones en las dotaciones del regadío. También, se ha procedido a movilizar, si es posible, recursos adicionales. La gestión en estas circunstancias exige gestores experimentados y con prestigio reconocido por los usuarios, así como continuas reuniones con ellos para exponerles la situación y adoptar medidas proporcionadas, normalmente de acuerdo con los protocolos previstos en los citados Planes especiales de sequía. Una solución de aplicación creciente es el intercambio

de derechos al uso de recursos hídricos: Determinados usos compran en estos casos su derecho a otros usos de menor rentabilidad (social y económica), que renuncian a ello con alguna compensación. Existen antecedentes de compras de agua a regantes por parte de abastecimientos y regadíos más rentables. Las compensaciones pagadas se mueven en la cercanía de 0,15€/m³. Las experiencias recogidas aconsejan ensanchar estas prácticas y la regulación perfeccionada de las mismas.

Las presentes circunstancias no aconsejan la realización de ningún nuevo trasvase relevante, pues sería imprescindible un previo consenso interregional para cada caso, siempre improbable (son conocidas las dificultades socio-políticas inherentes a estas infraestructuras e, incluso, incluso la operación de los trasvases ya existentes no está exenta de continuos problemas). La eventual aportación de excedentes en la desembocadura del Guadiana para el entorno de Huelva requeriría una ampliación del Convenio de Albufeira, precisándose complejas negociaciones bilaterales. El trasvase de recursos del Ródano a la Cataluña litoral no parece estar justificado en las presentes circunstancias.

Tampoco son previsibles nuevas inversiones relevantes para grandes conducciones, salvo las que se encuentran en proceso de implantación, principalmente la ampliación del abastecimiento a Cáceres y la conexión de las cuencas del Júcar y el Vinalopó, actuación que curiosamente no constituye legalmente un trasvase. También constituyen excepción las conducciones para distribuir los recursos procedentes de las instalaciones de desalinización.

Es digno de mención el caso de las plantas desalinizadoras ejecutadas en el litoral mediterráneo como alternativa al derogado trasvase desde la desembocadura del río Ebro. Su importancia actual justifica se le dedique un apartado especial.

La necesidad de inversiones importantes se concentra en las instalaciones de depuración de aguas residuales, que se entienden fundamentales para conseguir el buen estado de las masas de agua, y que también se tratarán de forma diferenciada. Se entiende muy aconsejable que las limitadas disponibilidades financieras, públicas y privadas, se dirijan a ellas.

La protección contra avenidas dará motivo a algunas inversiones en puntos muy concretos, pero con un importe moderado y con difícil financiación por el sector privado. De producirse algún evento extraordinario de este tipo se derivarían actuaciones

intensas de reposición de los daños en las infraestructuras afectadas.

Las actuaciones de explotación y conservación de las infraestructuras hidráulicas estatales, muchas de ellas cercanas a alcanzar su periodo de vida útil, están también condicionadas por las limitaciones presupuestarias y podrían llegar a causar futuros problemas de importancia. La estrategia, iniciada en los últimos años, de ceder a los usuarios la explotación de las infraestructuras no estratégicas debe continuarse. Pero las infraestructuras de notorio carácter estratégico deberán siempre seguir bajo responsabilidad pública, aunque sus beneficiarios sigan soportando, en todo caso, los costes previstos legalmente. En ellas, es viable y aconsejable que los trabajos directos de explotación y conservación se encomienden al sector privado y que en los contratos correspondientes se puedan incluir también las actuaciones aconsejables para su modernización y mejora, con la correspondiente repercusión económica sobre los usuarios beneficiados. No se trata de una sustitución de las infraestructuras existentes por otras nuevas, sino de una

adecuación de las mismas para que puedan mantenerse en servicio un plazo mayor.

Finalmente, son de prever también inversiones significativas en la mejora y protección del medio ambiente ligado al DPH. También de retirada de algunos de los numerosos obstáculos en los ríos, principalmente de aquellos azudes que hoy en día carecen de toda utilidad. Todas estas actuaciones no cuentan con un concesionario definido, o en la práctica es ilocalizable, por lo que se afrontarán con los presupuestos públicos y no darán origen a recuperación ninguna de los gastos.

Con el objetivo de coadyuvar a alcanzar el buen estado de las masas de agua en los principales ríos españoles, está en proceso la implantación de un régimen de caudales ambientales. Pero este proceso no debe derivar en indemnizaciones a los usuarios actuales ni tampoco en inversiones apreciables, siempre salvo alguna excepción como el eje del río Tajo. En estos casos, son de prever dudas y discusiones sobre el beneficiario al que repercutir los costes.



Expertos en construcción especializada de **puentes y viaductos, sistemas de microtunelación y tablestacado**

Más de **70** años de experiencia

NUEVA SEDE
Bilbao (Ortuella)
MANTENIMIENTO E I+D+D DE
MICROTUNEL

Nuestro compromiso
I+D+i, Seguridad y Medioambiente



Puentes y Viaductos



Microtúneles



Tablestacas

6. Puesta en servicio de las plantas desalinizadoras mediterráneas

A partir del año 2005, se están realizando, principalmente en el litoral mediterráneo, inversiones importantes en el campo de la desalinización de agua marina o salobre y en la reutilización de aguas residuales (recursos no convencionales). Su objetivo fundamental estriba en generar un aporte hídrico alternativo al del trasvase desde la desembocadura del río Ebro, trasvase previsto por el PHN del año 2001 pero que fue expresamente derogado en el año 2005. La mayoría de estas actuaciones se han encomendado a ACUAMED, que tras del cambio político del 2012 ha continuado los trabajos en las mismas. Aunque actualmente la inversión está muy avanzada, el volumen de agua desalinizada aportado por estas plantas es aún reducido: Se estima que su capacidad global es de unos 550 Hm³/año y su producción actual no llega al 20 % de dicha cifra.

La infrautilización actual de estas plantas desalinizadoras se debe a varias causas. Principalmente estriba en el elevado coste del agua generada, coste que deberían satisfacer, en principio, los usuarios de estos recursos. El precio unitario podría ser asumible en el abastecimiento urbano e industrial pero es inaceptable por los regantes, especialmente, al existir fuentes convencionales alternativas (aguas superficiales y subterráneas) de mucho menor coste. Además, la entrada en servicio de aquellas ha coincidido con un periodo con cierta disponibilidad de recursos convencionales, lo que también ha desmotivado su uso. Adicionalmente, la inexistencia de conducciones que faciliten el reparto del agua desalinizada también ha colaborado a la infrautilización. Otras causas de la infrautilización parecen haber sido superadas por el paso del tiempo y la dura realidad de los hechos. En consecuencia, la demanda de agua para las mismas todavía es limitada y produce la infrautilización actual. Esta misma situación de infrautilización en años húmedos se ha presentado también en otras desalinizadoras, en especial las ubicadas en las Islas Baleares y en Canarias.

Por razón de este elevado precio unitario del agua generada en las plantas desalinizadoras, la lógica económica propende a que estas plantas se limiten a suministrar agua en periodos de sequía (trabajo en “puntas”), con lo que aún se incrementa más el coste unitario real del agua. Por el contrario, la lógica de una explotación racional del recurso agua aconseja su uso como suministradoras “en base”, para dar servicio a un mayor número de usuarios y con un reparto de los costes más amplio. Por la fuerte dificultad del tema, los esfuerzos por encontrar soluciones adecuadas aún no han fructificado. Considerando la inviabilidad



del trasvase de recursos excedentes del río Ebro, recursos que por otra parte no están asegurados en un porcentaje apreciable de años, la lógica impone buscar una solución para el problema referido, con actuaciones en una doble dirección: por una parte, terminar las inversiones pendientes, principalmente para concluir las conducciones de conexión; y, por otra, arbitrar una solución para el problema del alto coste unitario real de estos recursos, inasumible por el regadío.

7. Inversiones para depuración de aguas residuales

Como se ha anticipado, este tipo de inversiones constituye para el futuro inmediato un rubro importante y urgente, pues debe mejorarse la calidad del agua fluyente por nuestros ríos. Además, España ya ha sido condenada por el Tribunal Europeo por incumplimiento de las determinaciones de la Directiva 91/271 de la UE. La multa impuesta al Reino de España, responsable directo ante la UE, es variable y se acrecienta por el mero paso del tiempo hasta que se verifique el pleno cumplimiento de la citada Directiva.

En los Planes vigentes de calidad de las aguas (inicial de 1995 y revisión del 2007) se produjo un reparto de estas actuaciones entre todas las Administraciones públicas involucradas (municipal, regional y nacional). Para el periodo 2007-2015 se



contemplaban actuaciones por un importe global de 19.000M€, pero sólo una parte ha sido ejecutada o comprometida hasta la fecha. La inversión correspondiente a la AGE, de unos 3.000M€, está muy avanzada, pero no puede decirse lo mismo de las inversiones correspondientes a municipios y CC. AA. A pesar de la limitación de sus presupuestos, la AGE, en ayuda de las otras Administraciones, ampliará su contribución en otros mil millones de euros (1.000M€). Adicionalmente, los Planes Hidrológicos han declarado “zona sensible” a muchos tramos de los cauces españoles, por lo que en las cuencas vertientes a dichos tramos se deberán implantar, siempre en un plazo reducido, elementos terciarios de depuración, lo que origina otro ámbito importante de inversiones, estimadas éstas en más de dos mil doscientos millones de euros (2.200M€). También en este caso la urbe madrileña precisará especial atención.

Otro interesante campo no completado es el de la reutilización de aguas residuales depuradas (regeneradas) en usos compatibles: regadíos agrarios y de jardines, industria, usos ambientales, etc. La reutilización indirecta, por usuarios con captaciones aguas abajo del punto de vertido, es común pero la reutilización directa está poco extendida. Existen experiencias positivas, que deberían ampliarse y extenderse, en especial con las aguas residuales de Madrid, Barcelona, Valencia y otras

grandes áreas urbanas. Se ha elaborado un Plan Nacional de reutilización, que aún no ha sido aprobado formalmente y que plantea objetivos modestos (reutilización directa de unos 170 Hm³/año).

Recientemente, desde la DGA se ha estimado en 9.000M€ el importe global de las inversiones pendientes en este campo del saneamiento y depuración, dichas inversiones deben desarrollarse en el menor plazo posible. Obviamente, para ellas las distintas administraciones sólo cuentan con fuentes financieras reducidas. La necesidad de superar estas carencias abre un espacio de colaboración entre el sector privado y la AGE, pero en mayor medida con las CC. AA. y también con los municipios grandes y medianos. Por supuesto, la colaboración del sector privado necesita como condición ineludible unas vías legales asentadas para la inclusión de los costes en la factura abonada por el usuario final del suministro de agua, vías que aún no han sido implementadas por todas las CC. AA. e incluso se anuncia por alguna su supresión.

Por último, procede destacar que no está todavía bien resuelto el caso de la depuración de las aguas residuales de las pequeñas localidades. Incluso la solución de concentrar los vertidos en instalaciones de mayor tamaño no acaba de funcionar, por las dificultades para afrontar el pago de los elevados costes de explotación en plantas de pequeño tamaño. Estas dificultades acaban llevando, con frecuencia, a la implantación de un “by pass” para dejar fuera de servicio la depuradora. Es necesario en este caso singular aplicar soluciones técnicas menos costosas y una reforma administrativa que adjudique esta función a entes supramunicipales. También se aconseja el establecimiento, donde aún no exista, de una entidad responsable de la explotación y que también esté posibilitada para compensar entre un número elevado de usuarios los elevados costes de las pequeñas plantas.

8. Consideración del “cambio climático”

Un supuesto fundamental de todas estas consideraciones es que el cambio climático no producirá alteraciones significativas en el régimen pluviométrico producido en los últimos periodos. Tradicionalmente, los estudios hidrológicos se fundan en la presunción de esta conservación del régimen pluviométrico; se prevé el futuro con una simulación basada en los datos disponibles del pasado.

El incremento térmico experimentado por la Tierra desde el inicio de la revolución industrial es innegable, pero los efectos sobre la pluviometría son objeto de fuertes discusiones en los medios



científicos y técnicos. Trabajos encomendados últimamente al CEDEX (Centro de Estudios Hidrográficos) por el MAGRAMA muestran que las demandas hídricas no experimentarían un incremento apreciable, pero no se ha llegado a resultados concluyentes respecto a los efectos en la disponibilidad de los recursos hídricos. Existe la lógica preocupación ante la evolución futura de las precipitaciones en España, pero las declaraciones sobre una mayor irregularidad hídrica en España no tienen ninguna base incontrovertible. Una posible subida del nivel del mar tendría efectos sólo en áreas limitadas del litoral español.

Ante esta incertidumbre, son limitadas las actuaciones posibles, aparte de seguir las políticas generales de reducción de las emisiones al aire causantes del proceso. También es normal en los estudios de viabilidad incluir estudios específicos de susceptibilidad ante hipótesis de cambio en el régimen de las precipitaciones. Por supuesto, se debe contemplar con atención la evolución en el futuro del régimen pluviométrico y adoptar, en su caso, las decisiones oportunas. Obviamente, de acreditarse en el futuro una mayor irregularidad de las precipitaciones en cualquier cuenca se debería proceder a una reconsideración del equilibrio recursos/demandas, amén de rehacer los estudios de avenidas.

9. Reenfoque de la Administración hidráulica

La administración hidráulica española, especialmente las CCHH y la DGA, ha desarrollado hasta nuestros días una importante labor en la materialización de inversiones en el sector, incluso en la explotación de las correspondientes infraestructuras hidráulicas, con las que ha quedado asegurada la utilización de los recursos hídricos en su actual nivel. También ha asumido las funciones de vigilancia y control del DPH, en particular la gestión del régimen concesional.

En el futuro, la Administración hidráulica deberá continuar y acelerar el proceso de tránsito desde una actividad principalmente centrada en las infraestructuras hidráulicas hacia otra más dirigida a la vigilancia, supervisión y control del DPH. Además, desde la responsabilidad directa de las actuaciones de construcción y explotación de las infraestructuras hidráulicas se irá pasando a la mera supervisión de los trabajos que se realicen en las mismas.

Las respectivas Comisarías de agua deberán incrementar sus medios y ensanchar el campo de actuaciones. Los trabajos de revisión o caducidad de las concesiones actuales, algunas de ellas cerca de completar su plazo, les exigirán importantes esfuerzos en un futuro cercano.

De la necesidad (las limitaciones presupuestarias) la Administración hidráulica española debe hacer virtud y avanzar en su propio reenfoque para limitar sus actividades inversoras, por la reducción de los fondos disponibles, y centrarse en las labores de gestión del DPH.

10. Conclusiones

Como resumen y conclusión de todo lo anterior, se pueden extraer y destacar los siguientes catorce (14) puntos y propuestas principales, todos ellos relativos a la gestión del agua en España:

1. Circunstancias básicas inherentes a la situación actual:

- a) La notoria complejidad técnica y administrativa de la gestión del sector de las aguas continentales en nuestro país, incrementada por la periódica presentación de fenómenos extremos, sequías y avenidas, en los que se llegan a crear grandes tensiones entre los usuarios.
- b) La participación en la gestión de diversas administraciones públicas, todas con responsabilidades propias en este campo, las cuales deben, de acuerdo con el marco legal presente, coordinarse lealmente para una gestión eficiente.
- c) Vigencia de un régimen económico-financiero del agua muy superado, al provenir de una política tradicional de oferta del recurso, y que en la práctica fomenta, por medio de un régimen económico-financiero favorable, el consumo del agua por los usuarios.
- d) Relevantes limitaciones en los presupuestos anuales para inversiones públicas en obras hidráulicas, las cuales

- INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN
- FABRICACIÓN
- LOGÍSTICA Y TRANSPORTE
- MONTAJE
- CERTIFICACIÓN EN SISTEMAS DE GESTIÓN Y CALIDAD

CALLFER SA

ESTRUCTURAS METÁLICAS

50 años de experiencia,
más de **100 años** de tradición familiar



Torre Titania. Madrid



Puente de San Vicente de la Sonsierra



Estadio Santiago Bernabéu



THE CANADIAN
WELDING BUREAU

CALLFER, S.A.

C/ Metalúrgicos, 1. 28942 Fuenlabrada. Madrid. España. Tel.: +34 91 645 33 00 · Fax: +34 91 645 00 21 www.callfersa.es

se mantendrán previsiblemente por un amplio periodo de tiempo.

e) Salvo en el caso de que su conclusión sea injustificable, deben ponerse en servicio prioritariamente las infraestructuras hidráulicas que actualmente están en avanzado estado de construcción, pues ello permite que presten servicio e iniciar la rentabilidad de lo invertido. Sin embargo, la ejecución de nuevas actuaciones debe limitarse rigurosamente, atendiendo a su viabilidad técnico-económica y/o utilidad social.

f) Es imperiosa, por dos motivos principales, la necesidad de conservar y rehabilitar muchas de las infraestructuras hidráulicas existentes. Por una parte, al acercarse al fin de su plazo de vida útil y, por otra, ante los recortes sufridos en los últimos años por estas funciones, que se han trasladado a su estado.

II. Previsiones y propuestas para el futuro:

g) La estabilidad prevista en principio para el volumen total de las demandas de agua, previsión que se reforzaría con la necesaria implantación en un futuro inmediato de un nuevo régimen económico-financiero aplicable, al menos, a las nuevas demandas de agua.

h) Previsiblemente, dentro de unos años serán moderadas las necesidades de inversiones para nuevas infraestructuras hidráulicas, si bien, con la notoria excepción de las destinadas al subsector de la depuración de aguas residuales. En el mismo, cabe considerar una participación del sector privado mediante concesiones para su construcción y explotación. En su caso, se entiende fundamental la elaboración de Pliegos equilibrados y previsores para regular la concesión y también

contar con una vía asentada que asegure el pago por los beneficiados.

i) Se estima conveniente y necesario proceder a la reconsideración en el futuro del favorable régimen económico-financiero vigente del agua, si bien con un régimen transitorio generoso para los usuarios actuales.

j) Necesidad de arbitrar una solución racional y eficaz para la puesta en pleno servicio de las plantas desalinizadoras ya ejecutadas en el litoral mediterráneo. Será preciso concluir las conducciones de reparto del agua y encontrar una solución para reducir el coste unitario de aplicación en los usuarios regantes.

k) Reconsideración del papel de la Administración pública hidráulica, que limite sus tradicionales funciones de construcción y explotación de infraestructuras y se enfoque básicamente a la gestión del dominio público hidráulico.

l) Extensión de la práctica, ya introducida, de encomendar a sus propios usuarios la explotación de las infraestructuras hidráulicas no estratégicas. En paralelo, efectuar la externalización de los trabajos de explotación y conservación de las infraestructuras hidráulicas estratégicas, incluso actualización de las mismas, siempre bajo el control de la administración pública hidráulica.

m) Atención continua sobre el régimen pluviométrico que se presente en el futuro, para prever cualquier eventual efecto del cambio climático.

n) Extender y promover del intercambio (compraventa) de derechos de uso de agua entre los usuarios, aunque en todo caso con las debidas cautelas legales. **ROP**



Arena Corinthians, el gran estadio del Mundial de Brasil



Hugo Corres

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Catedrático E.T.S. de Ing. de Caminos, Canales y Puertos de Madrid.

FHECOR Ingenieros Consultores



Jose Soriano

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

FHECOR Ingenieros Consultores



Blanca Palerm

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

FHECOR Ingenieros Consultores



Eduardo Romero

Ing. de Caminos, Canales y Puertos.

FHECOR Ingenieros Consultores

Resumen

La nueva Arena Corinthians ha sido la sede inaugural del Mundial de Fútbol 2014. Este estadio llevaba siendo años el sueño del Sport Club Corinthians Paulista y gracias a la celebración del Mundial ha sido posible su construcción. Tiene una capacidad de 48.000 espectadores que se ha ampliado hasta 68.000 espectadores durante la celebración del Mundial. Las obras dieron comienzo en mayo de 2011 y el proyecto y la construcción ha sido realizada en paralelo y en un plazo récord. La estructura es prefabricada con más de 20.000 elementos: algunos en plantas de prefabricación y otros, los de mayor tamaño y peso, en un parque de fabricación montado en la propia obra.

Palabras clave

Prefabricación, graderíos, pórticos hormigón, núcleos

Abstract

The new Arena Corinthians hosted the opening match of the 2014 World Cup. This stadium has long been the dream of the Sports Club Corinthians Paulista and its construction was finally made possible as a result of the Brazil Word Cup. The ground has a permanent capacity of 48,000 spectators which was extended to 68,000 over the World Cup. Work on the stadium began in May 2011 and the design and construction were carried out simultaneously and in record time. The prefabricated structure of the Arena is composed of over 20,000 components, some of which being already prefabricated while other larger elements were built at a plant on site.

Keywords

Prefabrication, stands, concrete frames, cores

1. Introducción

Con motivo de la celebración del Mundial de Fútbol 2014 en Brasil, se ha llevado a cabo la remodelación de varios estadios existentes y la construcción de nuevos estadios de fútbol a lo largo de toda la geografía brasileña.

De los tres principales clubes de la ciudad de São Paulo, mayor ciudad de Latinoamérica, el único que no poseía un estadio propio con tamaño e infraestructuras suficientes para albergar sus partidos era justamente el que contaba

con la hinchada más numerosa, el Sport Club Corinthians Paulista.

La Arena Corinthians se ha proyectado en el barrio de Itaquera, situado en la parte oriental de la ciudad, donde el club era propietario de unos terrenos en los que llevaba años tratando de construir un nuevo estadio. Esta zona de la ciudad pese a estar bien conectada por metro es una de las regiones de la capital paulista más carentes de recursos, en dónde viven cerca de cuatro millones de



Fig. 1. Vista general del estadio

personas, por lo que las obras han supuesto y supondrán un empuje económico para la zona.

La empresa constructora Odebrech y el club iniciaron en 2004 los primeros contactos para la construcción, pero sólo en 2010, como parte de la conmemoración del centenario del club, fue firmado un primer acuerdo entre las dos partes. El presupuesto estimado fue de 820 millones de reales (unos 330 millones de euros) y el inicio de las obras dio comienzo en mayo de 2011.

2. Descripción de la Arena Corinthians

El proyecto arquitectónico ha sido desarrollado por el estudio de arquitectura Coutinho, Diegues, Cordeiro Arquitectos (CDCA) situado en Río de Janeiro.

Una de las características del proyecto es su aforo variable. La capacidad del estadio es de 48.000 asientos, requisito del club, pero durante la celebración del Mundial se ha incrementado hasta 68.000, gracias a la colocación de unas gradas provisionales.

El estadio se divide en cuatro sectores. Los graderíos principales se sitúan en los laterales del estadio, sectores

este y oeste, mientras que en los fondos, sectores norte y sur, el número de graderíos es bien menor dejando grandes vacíos que hacen que el estadio no sea un estadio cerrado sino que se presente como un estadio abierto al exterior.

En el sector oeste se sitúan los principales usos del estadio. En su nivel inferior se ubican los vestuarios para jugadores, zonas de calentamiento, áreas de prensa y espacios para instalaciones. En los dos niveles inmediatamente superiores se destinan a aparcamientos con la posibilidad de acceso de autobuses. En el siguiente nivel, coincidente con la cota de calle, se sitúa el acceso principal al estadio. En el resto de niveles se ubican la mayor parte de las tiendas y restaurantes del estadio así como la gran mayoría de los palcos privados proporcionando una superficie equivalente a la del resto de sectores.

Los sectores este, norte y sur se destinan únicamente a graderíos y accesos, no apareciendo otros usos.

Otra de las características principales del proyecto de arquitectura es la forma de la cubierta y de las fachadas exteriores.



Fig. 2. Sección del sector oeste. Solución estructural

La cubierta tiene una forma muy plana, cubriendo perfectamente los sectores este y oeste y presentando dos estrechas bandas de conexión sobre los sectores norte y sur.

La fachada principal del estadio, acceso oeste, es una piel curva de vidrio de cerca de 24,00 m de altura que permite contemplar desde el interior del estadio toda la zona oeste de la ciudad.

Para la redacción del proyecto de estructuras, la constructora Odebrech contrató a EGT y Fhecor Ingenieros Consultores para desarrollar el proyecto de la estructura del Estadio, y a WSS para el proyecto de la cubierta metálica.

3. Proyecto estructural

Desde el principio una de las premisas de Odebrech fue la realización de una estructura prefabricada, debido al pequeño plazo para la construcción, en la mayor parte posible de la estructura del estadio.

La estructura por tanto se desarrolla como una estructura prefabricada de pórticos de nudos rígidos de hormigón,

núcleos verticales in situ y losas alveolares. No obstante debido a la compleja arquitectura, en algunas zonas del estadio se han proyectado elementos mixtos y metálicos.

La cubierta se resuelve con estructura metálica y chapa deck. La cara inferior de la cubierta va recubierta mediante unas telas tesadas entre los cordones inferiores de las cerchas.

3.1. Cimentación

Los terrenos sobre los que se asienta el estadio son de baja capacidad portante, por lo que la cimentación se resuelve con cimentación profunda. En el informe geotécnico se realizó una zonificación de la parcela asignando capacidades diferentes según la posición de los pilotes.

Los pilotes empleados son pilotes prefabricados circulares hincados de diámetro Ø50. Estos pilotes presentan unas terminaciones metálicas que permiten el acoplamiento de un tramo de pilote con el siguiente mediante soldadura in situ. Dada la pequeña capacidad a flexión de los pilotes en las zonas de los núcleos se disponen inclinados con el fin de transmitir las cargas horizontales al terreno.



Fig. 3. Construcción de la cimentación de la zona oeste

3.2. Estructura de hormigón

Estructura vertical

La estructura vertical de estadio se resuelve mediante pilares prefabricados rectangulares de hormigón HA-40, a los que se da monolitismo con las vigas prefabricadas en una segunda etapa, y núcleos verticales ejecutados con hormigón in situ HA-40. Los núcleos verticales son muy potentes, por lo que

los esfuerzos de flexión en pilares son bastante reducidos, y tienen la misión resistir las cargas horizontales de viento y dar la rigidez suficiente para controlar las vibraciones que pueden producirse en una estructura de este tipo.

Los núcleos verticales se ejecutaron en su totalidad con un encofrado trepante y con la previsión de unas armaduras de conexión con los forjados embebidas en el



Fig. 4. Construcción de núcleos verticales mediante encofrados trepantes

interior del encofrado, ya que se ejecutaron en su totalidad independientemente del avance de los forjados.

Los pilares prefabricados arrancan en la cimentación en cálices sobre los encepados de los pilotes. Los pilares prefabricados tienen una longitud de dos o tres alturas de entreplanta, dependiendo de los casos, de manera que no superasen un determinado peso y longitud, condicionados por el transporte y medios de elevación. La conexión de los diferentes tramos de los pilares se sitúa en torno a 1,00 m-1,50 m por encima del nivel de planta, donde los esfuerzos de flexión son pequeños y donde la altura de trabajo de los operarios para realizar la conexión es adecuada. La conexión se realiza mediante barra roscada y tuerca y relleno con grout.



Fig. 5. Zona de conexión entre pilares prefabricados



Fig. 6. Forma de pilares prefabricados en conexión con las vigas

La anchura de los pilares es uniforme en toda la obra (0,60 m) presentando dimensiones variables en el sentido de los pórticos (0,60 m, 0,80 m, 1,00 m, 1,20 m o 1,60 m). Adicionalmente los pilares presentan dimensión constante en toda la altura para facilitar las conexiones presentando armados diferentes según los niveles.

Estructura horizontal

La estructura de las plantas se resuelve mediante vigas de canto prefabricadas con hormigón HA-35 formado pórticos junto con los pilares y losas alveolares.

Los pórticos se sitúan cada 7,50 m y las luces de los vanos de las vigas varían entre 7,50 m a 15,00 m apareciendo vigas descolgadas de cantos 0,80 m, 1,10 m o 1,30 m según las luces. En ancho de las vigas es constante de 0,50 m de manera que acometa perfectamente sobre los pilares.

Para los forjados de 7,50 m de luz entre pórticos se utilizan losas alveolares prefabricadas de canto 0,20 m y una capa de hormigón in situ de 6 cm de espesor. Para el apoyo de estas placas se crean en las vigas y pilares ménsulas cortas de dimensiones 0,20 m x 0,20 m.

La conexión entre las vigas y los pilares se realiza mediante ménsulas cortas y barras de continuidad a través del pilar. En una primera fase, se apoyan las vigas sobre las ménsulas cortas que se han prefabricado previamente con el pilar. Las barras de continuidad de las vigas también se han dejado previstas en el pilar y presentan rosca en ambos extremos. De esta forma, una vez colocada la viga, se dispone la armadura superior de negativos mediante manguitos dando continuidad a la armadura. Finalmente, se colocan las placas alveolares y se hormigona el conjunto.

Existen unos casos especiales de vigas prefabricadas que son las vigas en ménsula. La primera opción es apuntalar estas vigas y liberarlas una vez que se consigue la continuidad en el nudo. En la mayoría de los casos no era posible el apuntalamiento de estas vigas en ménsulas por lo que se colocaron dos familias de armadura entre el pilar y la ménsula. Una primera capa situada algo más inferior y que mediante barra roscada y tuerca permite conectar la ménsula al pilar liberando el medio de elevación y una segunda capa para la armadura de flexión que se conecta de forma similar al resto de vigas mediante manguitos.



Fig. 7. Alzado de viga graderío

Estructura de gradas

Para ejecutar los graderíos aparecen dos nuevos elementos, las vigas portagrada y los graderíos, ambos prefabricados.

Las vigas portagrada son vigas inclinadas que presentan en su cara superior una serie de dientes para el apoyo de las piezas de los graderíos prefabricados. La conexión de las vigas portagrada con los pilares se realiza dejando las armaduras de los pilares en prolongación recta y unas perforaciones verticales en las vigas de manera que posteriormente pueda hormigonarse la conexión.

La continuidad de las vigas portagradas se produce mediante traspase de armadura por soldadura. Dado que la longitud de traspase por solape de las armaduras son elevadas, obligaría a ejecutar in situ grandes longitudes con la forma dentada de las vigas. Para evitar esto, se solicitó la ejecución de estas conexiones mediante soldadura, reduciendo la longitud de las vigas a ejecutar in situ en obra. La continuidad mediante barras soldadas requiere un elevado control en el replanteo de las armaduras de manera que queden enfrentadas y pueda ejecutarse la soldadura con la disposición de barras intermedias adicionales.

Los graderíos son elementos prefabricados de 7,50 m de longitud y 1,00 m de anchura y altura variables según su posición en el estadio.

Son unas piezas en forma de 'L' que una vez montadas sobre las vigas graderíos se conectan a éstas y entre sí mediante unas barras de conexión, funcionando como elementos a flexión.

Elementos singulares de la obra

Pese a tratar de prefabricar toda la obra hubo algunos elementos que tuvieron que resolverse de forma particular y no pudieron prefabricarse. Entre ellos pueden citarse los siguientes:

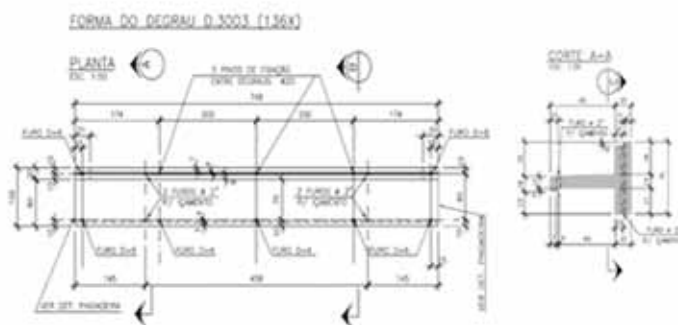
- Vigas sector oeste. Existe una zona de grades luces (15,00 m) y gálibo estricto para el paso de autobuses donde el canto máximo para la estructura es de 0,90 m. En estas zonas se crearon unas vigas mixtas. Estas vigas tienen una primera fase metálica que apoyo en ménsulas cortas sobre los pilares y que permiten a su vez el apoyo de las losas alveolares. En el hormigonado de la capa de compresión su funcionamiento se hace mixto colocando también armadura superior de continuidad sobre los pilares.

- Estructura metálica en pilares. Existen unos pilares en la fachada principal del Estadio de 24,00 m de altura que se resuelven mediante tubos metálicos.

- Estructura metálica de rampas. Para la comunicación interna en el sector oeste aparecen unas rampas de conexión entre diferentes niveles con luces de 30,00 m. Estas rampas se resuelven como unas vigas de sección metálica en forma de cajón cerrado.

- Estructura metálica de nivel 11. En el interior del sector Oeste se crea un gran patio central alrededor del cual se disponen las rampas y escaleras mecánicas de conexión. La cubierta de este gran espacio (que no es la cubierta general del estadio), se resuelve mediante una estructura de cerchas metálicas y forjado prefabricado de placas alveolares.

- Estructura de apoyo de la fachada principal. La fachada principal es una fachada de vidrio de 30,00 m de altura que se empotra en la base y se articula en el nivel superior no presentando apoyos intermedios. Esta estructura se ha resuelto mediante montantes metálicos dispuestos cada 3,75 m. El apoyo de esta estructura se produce



además sobre una zona en voladizo del edificio (voladizo de unos 6,00 m de longitud). Tanto la estructura de fachada como las vigas en voladizo para el apoyo de la fachada se resuelven con estructura metálica.

- Cubierta metálica. La cubierta metálica fue desarrollada por WSS. La labor de Fhecor Ingenieros fue la de coordinar las conexiones con la cubierta creando elementos capaces de recibir las reacciones de la cubierta y compatibles con los nudos proyectados por WSS.

De esta forma, el apoyo de la cubierta se produce tanto en una serie de pilares, apoyos doblemente articulados,



Fig. 8. Planta de pieza prefabricada para graderío

como sobre la estructura de los núcleos, apoyos fijos de la cubierta.

4. La panacea y la realidad del trabajo de ingeniería en el exterior

La crisis ha transformado completamente el mercado de las ingenierías españolas que ahora tienen que identificar, contratar, realizar y facturar prácticamente todo el trabajo que realizan en el exterior.

Hay que decir primero, que el exterior es muy grande y que es necesario acotar las fuerzas por la competencia, no solo de las empresas nacionales que tienen que salir al

exterior sino de mega empresas de ingeniería que están ya implantadas en todo el mundo desde hace mucho tiempo y por lo tanto con mucha experiencia y, sobre todo, con un músculo financiero imprescindible que no se improvisa.

Además cada país es diferente, con una legislación, fiscalidad, cultura, cultura ingenieril, etc completamente diferente. Lamentablemente no es fácil entender toda esta problemática, al principio, y cuando se entiende es muy difícil identificar los problemas y las soluciones. Siendo, seguramente, éste es un problema generalizado de la exportación de este tipo de servicios, no hay prácticamente, por lo menos hasta ahora, ningún apoyo institucional que permita una forma eficiente de identificar las características especiales en cada país para facilitar su resolución.

Brasil, en particular, es un país con posibilidades pero con una economía muy protegida. En el campo de la ingeniería es también así. Es casi imprescindible tener una empresa local, de propiedad completa o participada, para poder trabajar, con personal cualificado que pueda firmar los proyectos y actuar en condiciones legales adecuadas.

En el caso del trabajo del Corinthians, su realización se ha planteado desde el principio en colaboración con una empresa de gran prestigio que por temas de plazo y carga de trabajo optó, generosamente, por invitarnos a participar en el proyecto. En ingeniería se vende confianza y la confianza se construye con experiencia previa reconocida pero, sobre todo, con relaciones y trabajos bien hechos.

En la producción es necesario tener muy en cuenta los múltiples problemas que se generan. La comunicación es normalmente difícil pero a la distancia, con otro idioma, por más próximo que parezca, y con otra tradición de hacer las cosas, resulta casi imposible. Es casi imprescindible disponer gente que sirva de enlace entre el cliente, el socio y el resto de los interlocutores y la oficina donde se produce el trabajo. En particular, en este caso en que el tiempo era muy reducido y que la presión de la construcción era altísima ha sido imprescindible contar con varias personas para coordinar la producción con el socio local y para gestionar la producción con la obra.

Además es importante, si se trata de que, como en este caso, el cliente es un constructor, asistir en el proceso de construcción. La forma de organizar las obras es muy



diferente en cada país. En Brasil existe un equipo de ingeniería de la obra que solo gestiona la información pero no la complementa y por lo tanto, todo lo que sale de la ingeniería termina en la producción. Esto cambia completamente la forma de producción de la ingeniería que tienen que tener unos controles normalmente mayores y la forma de gestionar las incidencias de obra que normalmente requiere de gente de la ingeniería directamente en la obra.

Es imprescindible trabajar en el exterior pero es una empresa difícil que requiere una enorme energía y que supone muchos riesgos. El aprendizaje, como en todos los campos y la experiencia resultan muy valiosos pero lamentablemente se hace con el tiempo, con los aciertos y los errores.

5. Consideraciones finales

La obra de la Arena Corinthians es una obra de gran complejidad, realizada en un tiempo record y cuyo resultado ha sido muy adecuado porque la ingeniería ha producido el proyecto exigido para que se pudiera producir en el tiempo muy corto disponible.

Es un proyecto en el que se ha podido innovar, mucho, como siempre es el deber de la acción ingenieril.

Trabajar en el exterior es una necesidad imprescindible. Trabajar en el exterior es una empresa difícil que requiere una enorme energía y que supone muchos riesgos. El aprendizaje, como en todos los campos y la experiencia, resultan muy valiosos pero lamentablemente se consigue con el tiempo, con los aciertos y los errores. **ROP**

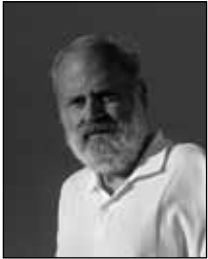
Referencias

- Corres, H.; Soriano, J.; Palerm, B.; Romero, E.; Romo, J. "Arena Corinthians". VI Congreso de Ache. Asociación Científico-Técnica de Hormigón Estructural, ACHE. ISBN: 978-84-89670-80-8. Madrid 3 al 5 junio de 2014.

- Corres, H; Stucchi, Fernando. "Estadios Multiuso Para La Copa 2014 En Brasil". International Concrete Conferencia & Exhibition. ICCX Latin America 2012. Pp. 40-53. Florianópolis 20 a 23 de marzo de 2012.

El puente, obra de ingenieros (I)

Los puentes del primer periodo y sus constructores. Puentes de piedra y de madera



Leonardo Fernández Troyano

Doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Director de CFCSL

Resumen

En toda historia parcial de una actividad humana siempre ha habido hechos y personas que han sido fundamentales en ella; en la historia de la ingeniería; y en particular en la de los puentes también ha sido importante la evolución debida a los muchos ingenieros que han proyectado y construido puentes. El primer periodo de la historia de los puentes, el de los de piedra y los de madera terminó a finales del siglo XVIII con el primer puente metálico. En él la construcción de puentes está incluida en el arte de construir, que incluye ingeniería y arquitectura.

Palabras clave

Puentes, viaductos, arcos, tableros, ingenieros

Abstract

Throughout the history of all human activity there have been events and people that have changed the course of these activities. In the history of engineering and in the history of bridges in particular, evolution has similarly played a very important part on account of the many engineers that have designed and built bridges. The first period in the history of bridges, that of stone and wooden bridges, concluded at the end of the 18th century on the advent of the first iron bridge. In this, the construction of bridges becomes part of the art of building, incorporating both engineering and architecture.

Keywords

Bridges, viaducts, archs, decks, engineers

1. Introducción

Son innumerables los constructores de puentes que a lo largo de la Historia han contribuido a su evolución y desarrollo hasta llegar a los puentes actuales. En los constructores incluimos a todos los que contribuyen a que un puente se haga realidad, desde los autores del proyecto hasta los que hacen la obra con sus propias manos. El puente es obra de todos ellos.

En toda historia parcial de una actividad humana siempre ha habido hechos y personas que en determinados momentos han dado impulsos fundamentales a esa historia. Stefan Zweig en el prólogo de su libro "Momentos estelares de la humanidad" dice lo siguiente: "Paralelamente a lo que acontece en el mundo del arte en que un genio perdura a través de los tiempos, en la Historia un momento determinado marca el rumbo de siglos y siglos". El libro de Isaac Asimov, cuyo título en castellano es "Momentos estelares de la Ciencia", trata de los grandes científicos que han sido decisivos en la evolución y desarrollo del conocimiento de las distintas ciencias. Más que con los Momentos estelares de la Ciencia, nos encontramos en este

libro ante los hombres estelares de la Ciencia. Pero si bien es verdad que hay hechos y personas fundamentales en cualquier historia, en la ingeniería también es fundamental el desarrollo que se produce gracias a las aportaciones menores de muchos ingenieros, que al ejercer su profesión la van mejorando. La ingeniería en general y la de puentes en particular, adquiere todo su valor cuando se hace universal. Una obra aislada puede tener un valor en sí misma, pero su valor ingenieril alcanza su plenitud cuando la solución se universaliza.

La historia del puente se puede dividir en dos periodos: el periodo de los puentes de piedra y madera que ocupa la mayor parte de la historia, y el de los puentes metálicos y de hormigón, es decir, de los puentes modernos, que se inició a finales del siglo XVIII y se desarrolló en el XIX.

Además de la diferencia entre los dos periodos caracterizada por los materiales, también es importante el cambio en sus constructores. Si en el primer periodo se incluye la construcción de puentes en los tratados de arquitectura, es en el siglo XVIII

cuando ambas profesiones se separan, y si bien hoy en día está clara la idea de que el puente es obra de ingenieros, aunque en su proyecto y construcción puedan intervenir otros profesionales, esto no ha sido así durante la mayor parte de la historia.

Arquitectura e ingeniería son dos profesiones diferentes pero proceden de un cuerpo común que era la arquitectura según la definía Vitrubio o los tratadistas del Renacimiento. Se trata, en realidad, del arte de construir. El tratado de arquitectura de Vitrubio incluye todas las actividades del ingeniero civil actual, el ingeniero de Caminos, Canales y Puertos español. En este tratado, se describen puentes, caminos, obras hidráulicas, y puertos. También se incluyen máquinas y las actividades de los ingenieros militares.

La separación entre ambas profesiones se inició poco antes del paso de un periodo a otro de los puentes. Primero, se crearon los cuerpos de ingenieros, y poco después las escuelas de ingeniería con orientaciones diferentes a las escuelas de arquitectura. Esta separación ha dado lugar a una relación compleja entre ambas profesiones, con polémicas de todo tipo, pero que en multitud de ocasiones están condenadas a colaborar.

A pesar de ese cuerpo común de la ingeniería y arquitectura que se refleja en los tratados, desde los griegos existen arquitectos e ingenieros diferenciados profesionalmente aunque con frecuencia las dos actividades, ingeniería y arquitectura las

ejercían las mismas personas: Arquímedes, el gran sabio de Magna Grecia, se puede considerar básicamente un ingeniero, debido a sus inventos de mecanismos y a sus máquinas de guerra, además de sus aportaciones a las matemáticas y a la física.

2. Los puentes romanos

Si bien se han hecho puentes de diversos tipos desde la prehistoria, se puede decir que su historia se inició con los romanos, tanto de los de piedra como de los de madera. Durante el Imperio Romano se llegó a tal grado de perfección en su proyecto y construcción que no se puede hablar de una superación hasta el siglo XVIII.

Pocos constructores de puentes de la época romana han pasado a la historia con su nombre. Entre ellos destacamos a Cayo Julio Lacer y a Apolodoro de Damasco, autores de dos puentes excepcionales en la historia, ya citados: el puente de Alcántara sobre el río Tajo y el puente sobre el Danubio, en Orsovo.

El puente de Alcántara es una obra excepcional en la historia del puente y, por ello, en cierta medida, se puede considerar que es intemporal. Tiene muchas características de los puentes romanos pero no es comparable a ninguno de ellos. Esta excepcionalidad le da el carácter de obra aislada porque no es una solución que se universalice con los romanos ni en las épocas posteriores. Ningún otro ingeniero romano, medieval, o renacentista, se atrevió o tuvo ocasión



**Puente de Alcántara
sobre el río Tajo, en Cáceres**



**Puente de Zhaozhou
en la provincia de
Ebei (China). Siglo VII**

de plantearse un puente de envergadura análoga. Hay que llegar a los viaductos ferroviarios de piedra del siglo XIX y principios del XX, para encontrar obras comparables al puente de Alcántara.

El puente de Alcántara parece más un viaducto que un puente “sensu estricto”, es decir, parece que su dimensión trasciende la del río y que su rasante viene definida por la rasante de la vía, porque nadie, sin un conocimiento de las avenidas del río en ese lugar, puede suponer que la lámina de agua puede subir del orden de 30 metros desde su nivel normal, como ha ocurrido en varias ocasiones. Está claro que Lacer conocía este nivel máximo cuando proyectó el puente y ello le obligó a enfrentarse con problemas difíciles de ingeniería no conocidos hasta entonces.

Los 47 metros de altura no le permitieron superponer dos puentes como se había hecho en los acueductos de gran altura como el Pont de Gard, porque la reducción de la sección hidráulica lo hacían inviable. Fue necesario hacer pilas esbeltas y arcos de gran luz. El arco mayor de los romanos, el puente de San Martín en el Valle de Aosta, tiene 35,5 metros de luz, y el mayor de los del puente de Alcántara 28,8 metros, situados sobre pilas de gran altura.

Está claro que Cayo Julio Lacer se enfrentó a difíciles problemas de ingeniería y los resolvió magistralmente. Es por ello una obra de ingeniería, pero también es cierto que sus dimensiones y características hacen de él una de las obras más monumentales de la ingeniería de todos los tiempos.

No es Alcántara el único puente excepcional que se ha quedado fuera de su tiempo. Otro ejemplo que podemos citar con esa cualidad es el puente de Zhaozhou en la provincia de Ebei en China, construido en el siglo VII. Es un arco rebajado de 37 metros de luz, con un rebajamiento de $1/5$, que no se generaliza en los puentes arco hasta que se hacen de hormigón. Otra singularidad es que los arquillos de aligeramiento disocian el arco del tablero, solución que tampoco se generaliza hasta los puentes de hormigón. Igual que en el puente de Alcántara, conocemos su autor Li Chun, que construyó otro puente análogo con una luz de 20 metros. Los chinos siguieron haciendo puentes de piedra magníficos, incluso hasta mediados del siglo XX, pero los puentes de Li Chun son obras aisladas, cuya solución no se universalizó hasta los primeros puentes de hormigón armado de finales del siglo XIX y principios del siglo XX.

Pocos puentes se construyeron en los grandes ríos europeos hasta el siglo XIX. Los romanos hicieron dos, el puente sobre el Danubio en Orsovo de Apolodoro de Damasco, y el puente sobre el Rin de Julio Cesar, un puente de madera cuyas pilas eran maderos hincados en el lecho del río. Se construyó en diez días, y a los dieciocho de su construcción Cesar mandó derribarlo para que no pudieran usarlo sus enemigos.

El puente sobre el Danubio en Rumanía es también una obra excepcional. Tenía 21 arcos de madera con luces comprendidas entre 35 y 38 metros, y grandes pilas de piedra, del orden de 15 metros de anchura, de las que todavía se conservan restos. Tenía una longitud total de más de un kilómetro. Cimentar un



Bajorrelieve del puente de Osovo sobre el Danubio en la columna trajana. Roma. Apolodoro de Damasco

puente en un río de la profundidad y la corriente del Danubio en Orsovo, no es fácil ni en los tiempos actuales. De los arcos se conserva documentación gráfica en la Columna Trajana que hizo el mismo Apolodoro, y también en monedas del imperio de Trajano y posteriores. Los arcos estaban formados por anillos de madera concéntricos unidos por travesaños radiales.

También se atribuye a Apolodoro de Damasco el puente de piedra de Alconetar sobre el río Tajo del que solo se conservan unos arcos rebajados, dos de ellos romanos, y varias pilas también romanas. Los restos del puente de Alconetar se trasladaron de lugar para evitar que quedaran sumergidos en el pantano de Alcántara.

3. La Edad Media

Durante la Edad Media, la Iglesia intervino con frecuencia en la construcción de los puentes, de la misma forma que intervino en casi todas las actividades de ese período; a causa de esa intervención frecuente se creó el mito de los monjes pontífices, organizaciones religiosas que se dedicaban a construir puentes en todo el mundo cristiano. Pero estas organizaciones nunca existieron sino que hubo monjes aislados dedicados a construir puentes que, en algunos casos crearon cofradías religiosas o laicas para construir un determinado puente, pero que nunca se convirtieron en organizaciones permanentes.

Uno de los monjes constructores de puentes más conocido fue el francés San Benezet que construyó en el siglo XII un puente de madera con pilas de piedra sobre el Ródano en Aviñón. El puente actual de Aviñón del que se conservan cuatro arcos

escarzanos de 34 metros de luz, llamado de San Benezet, se construyó en el siglo XIV para sustituir el de madera.

En España, en el siglo XI, Santo Domingo de la Calzada dedicó su vida al camino de Santiago, construyendo hospederías y hospitales para peregrinos, haciendo caminos y puentes, entre ellos el de la ciudad que lleva su nombre sobre el río Oja. Desgraciadamente de los puentes que construyó Santo Domingo no queda ninguno. Su discípulo San Juan de Ortega construyó el puente de Logroño sobre el río Ebro que fue sustituido en el siglo XIX por el hoy llamado puente de piedra de la ciudad.

También en el siglo XI, San Armengol se dedicó a construir caminos y puentes y ello le costó la vida porque se ahogó en el río Segre al caerse desde un andamio del Pont de Bar donde se encontraba trabajando con sus propias manos. De su principal obra, el camino del Segre se han perdido los puentes; se conservan únicamente los arcos adosados a la roca para pasar por algunos desfiladeros.

El viejo London Bridge, uno de los puentes más famosos del mundo, también fue construido por un monje, Peter de Colechurch en el siglo XII. Una construcción cargada de dificultades por las condiciones de cimentación y la profundidad del río.

Hubo también muchos maestros y constructores de puentes medievales que no pertenecían a la Iglesia, pero de pocos se conoce su nombre.



**Puente sobre el Ródano,
en Aviñón**

4. El Renacimiento

Los dos tratados de arquitectura del Renacimiento más conocidos son probablemente el de Alberti “De Re aedificatoria”, del siglo XV, y el de Andrea Palladio “Los cuatro libros de Arquitectura”, del siglo XVI. Son, igual que el de Vitrubio, y probablemente influidos por él, tratados del arte de construir, es decir, que tratan temas que hoy son de ingeniería de arquitectura. En ellos se tratan todo tipo de Obras Públicas, desde puentes y caminos hasta alcantarillas y puertos. Por ello, es difícil en este período identificar a los ingenieros y a los arquitectos. Los diferentes profesionales dedicados al arte de construir tenían diversas procedencias: los que estudiaban en universidades, los que aprendían con otro arquitecto o ingeniero, o los que procedían de maestros canteros.

Los planteamientos y dibujos de Andrea Palladio de puentes de piedra y madera tuvieron gran trascendencia en el Renacimiento. Construyó varios puentes de madera y realizó una serie de dibujos de vigas y arcos triangulados con una intuición bastante clara de su comportamiento resistente. El más conocido de sus puentes de madera es el de Bassano sobre el río Brenta, con vanos de 11 metros de luz. Se ha destruido y reconstruido en varias ocasiones. También se debe a Palladio la composición de puentes de piedra basada en el puente romano de Augusto en Rímini, que se utilizó con frecuencia en el Renacimiento a partir de sus dibujos.

El primer intento de crear una escuela de ingeniería en España la promovió Felipe II en Madrid, la Real Academia

Matemática, y encargó el plan de estudios a Juan de Herrera, arquitecto real, que tenía una buena formación técnica; fue autor de las máquinas que se utilizaron en la construcción del Monasterio del Escorial. De Juan de Herrera son dos de los puentes de piedra más perfectos de nuestro país, el puente de Segovia sobre el río Manzanares, donde rectificó la rasante del proyecto inicial de Gaspar de la Vega, dejándola horizontal; y el puente de Torrelodones sobre el río Guadarrama, con un solo arco de dos roscas, una de las mejores composiciones de los arcos de piedra españoles.

Uno de los puentes más conocidos del Renacimiento es el de Rialto sobre el Gran Canal de Venecia, construido por el arquitecto Antonio Da Ponte, con un arco rebajado de 27,50 metros de luz y con un perfil en lomo de asno muy acusado, como todos los puentes de Venecia, porque las orillas están casi a la altura del agua, y los arcos requieren elevarse para conseguir suficiente flecha, y dejar paso a las embarcaciones. Otro clásico del siglo XVI es el de Santa Trinidad sobre el río Arno en Florencia, construido por el arquitecto Bartolomeo Ammanati con tres arcos carpaneles ligeramente apuntados en clave, y una luz máxima de 29 metros.

Otro de los puentes más conocidos del siglo XVI es el de Mostar sobre el río Neretva en Bosnia, del que también se conoce su autor, Majrudin, arquitecto del sultán. Es un arco de 30 metros de luz que se destruyó en 1993 durante la guerra entre las diferentes regiones de la antigua Yugoslavia.



**Puente de Segovia sobre el río
Manzanares, en Madrid**



**Puente Rialto sobre el
Gran Canal de Venecia**

5. Los siglos XVII y XVIII

Puentes en París sobre el Sena se construyeron desde la Edad Media, pero los más antiguos que se conservan son del siglo XVII. El primero de ellos es el paradójicamente llamado Pont Neuf, que se terminó en 1607, obra del arquitecto Androuet de Cerceau.

Uno de los puentes del siglo XVII más conocido de esta ciudad es el Pont Royal, construido a finales del siglo XVII con proyecto del ingeniero Jules Hardouin-Mansart y construido por Jacques IV Gabriel, arquitecto del rey. Tiene cinco arcos carpaneles con 23,5 metros de luz, el central con un suave lomo de asno. Este puente, sobrio y bien compuesto, sirvió de modelo para gran parte de los puentes franceses del siglo XVII y del XVIII.

Como vemos, la mayoría de los puentes del Renacimiento son obra de arquitectos porque ambas profesiones estaban unidas. Esta situación se mantuvo en Europa durante el siglo XVII y parte del XVIII, porque a principios de este siglo, se produjo en Francia la primera separación de las dos profesiones, ingeniería y arquitectura, al crearse el cuerpo de ingenieros de Ponts et Chaussées (puentes y calzadas), como subdivisión del cuerpo de arquitectos del rey. El Pont Gabriel de Blois sobre el Loira, un magnífico puente, se puede considerar el brillante principio de la llamada era de los ingenieros. Tiene 11 arcos carpaneles con luces decrecientes del centro a los extremos con un lomo de asno bastante acusado. La luz máxima es de 26 metros. Fue construido por Jacques V Gabriel, el primero de los “premiers Ingenieurs” del cuerpo de Ponts et Chaussées.

En 1747 se fundó en París la Escuela de Ingenieros de Ponts et Chaussées. Su primer director fue el ingeniero francés nacido en Ginebra, Jean Rodolphe Perronet cuya importancia en la historia de la ingeniería no solo es debida a su labor como fundador de la primera escuela de ingeniería del mundo, sino también por haber sido un innovador en la construcción de los puentes de piedra. Se puede considerar a Perronet el primer ingeniero moderno con mentalidad análoga a la de los ingenieros de los siglos XIX y XX, no solo por sus obras, sino por sus aportaciones teóricas al cálculo de los arcos. La mayor transformación que se ha producido en los puentes de piedra, desde los romanos hasta nuestros días, fue la que introdujo Perronet. En primer lugar, disminuyó el ancho de las pilas desde 1/5 de la luz del arco, que tenían las más esbeltas, a 1/10, es decir, a la mitad. Para ello, era necesario que los empujes de cada arco se compensaran con los contiguos, lo que obligaba a construir todos a la vez, y lo que era más difícil, a descimbrarlos simultáneamente. La operación de descimbrado se llegó a convertir en un espectáculo. A la del puente de Neuilly asistió el rey Luis XV. En segundo lugar, aumentó considerablemente el rebajamiento de los arcos, llegando en el puente de Nemours a 1/15 de la luz, valor difícilmente superable en puentes de piedra. Parece más una viga continua de canto variable que un puente de arcos múltiples.

Hay en toda la obra de Perronet, y en sus escritos, una preocupación por los valores expresivos y formales de sus puentes. Muchas de su innovaciones son debidas a una



Pont Royal. S. XVII. J. Hardouin-Mansart, Jacques IV Gabriel



Pont Royal. S. XVII. J. Hardouin-Mansart, Jacques IV Gabriel

búsqueda de la belleza del puente, antes que a un desarrollo técnico. Los puentes de Perronet crearon escuela, y no solo en Francia, sino en todos los países de Europa. En España, la inmensa mayoría de los puentes de piedra del siglo XIX e incluso del XX son del tipo creado por Perronet: arcos escarzanos disociados de las pilas que están formadas por tabiques estrechos.

Perronet consideraba que de las obras anteriores a las suyas era imposible obtener ningún conocimiento útil, planteamiento que revela con bastante claridad la forma de pensar de muchos de los nuevos ingenieros. Este planteamiento de Perronet nos parece excesivamente radical; incluso hoy en día, de los puentes de piedra se puede aprender composición y formas. Carlos Fernández Casado, profesor de puentes de la Escuela de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de Madrid, decía lo contrario: que nadie proyecte puentes en España sin haber pasado por Alcántara.

En España, el primer cuerpo de ingenieros que se creó fue el de los ingenieros militares en 1711, durante el reinado de Felipe V. Su actividad no se limitó únicamente al campo militar, sino que intervinieron también en las obras públicas, tanto en caminos, como en canales, abastecimientos de agua y puertos, actividades en las que siguieron interviniendo hasta que se creó el cuerpo de Ingenieros de Caminos y Canales. Pero la intervención de los ingenieros militares en las obras públicas no excluyó a los arquitectos, que siguieron haciendo la mayoría de las carreteras y puentes en el siglo XVIII. Juan de Villanueva, arquitecto del Museo del Prado, construyó la carretera de

Villalba a Segovia a principios del siglo XIX. Pedro de Ribera, arquitecto de la ermita de San Antonio de la Florida, es también el autor del puente de Toledo sobre el río Manzanares en Madrid, uno de los mejores puentes barrocos de la historia. El arquitecto Marcos de Viera construyó carreteras y puentes, entre ellos el puente largo de Aranjuez y el puente de Viveros, ambos sobre el río Jarama.

La creación del cuerpo de ingenieros de Caminos y Canales en España fue análoga a la francesa, e inspirada en ella, pero con medio siglo de retraso. El hombre clave de este proceso fue el ingeniero de origen canario Agustín de Betancourt, que se formó en la escuela de Ponts et Chaussées francesa. Su informe sobre el estado de los caminos y canales en España es muy crítico con los arquitectos, en particular con la deficiente construcción de los puentes “La total ignorancia de los arquitectos en este género de obras, por no tener ni idea de los principios de la hidráulica, es causa de este lastimoso mal”. En 1803 se creó la Escuela de Caminos y Canales cuyo fundador y primer director fue Betancourt, que definió en España la profesión de ingeniero. La enseñanza en ella se basaba casi exclusivamente en una formación científico-técnica, lo que le dio un carácter innovador y progresista que trascendió a la sociedad y, por ello, la Escuela de Caminos y Canales se consideraba como un centro de ideología constitucional y liberal, con el significado que tenía entonces la palabra liberal, lo que provocó su cierre en más de una ocasión por motivos políticos así como el exilio de sus miembros más notables, entre ellos su fundador Betancourt, que terminó sus días exiliado en Rusia donde dejó una gran parte de su labor. **ROP**

La costa catalana*



José Fernández Pérez

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Ex director general de Costas (2004-2008)

Resumen

Sobre determinados tramos de la costa catalana se han implantado numerosas estructuras marítimas e instalaciones de todo tipo, con un notable efecto perturbador en su funcionamiento dinámico.

Por esa razón, más allá de la complejidad técnica de los problemas existentes, el reto consiste en poner en marcha un auténtico proceso integrado de planificación territorial y gestión de actuaciones, con participación efectiva de todos los actores involucrados, públicos y privados, sostenible, al servicio del interés general, y con visión de largo plazo, teniendo presentes los efectos del cambio climático.

Palabras clave

Gestión integrada, erosión de la costa, dinámica sedimentaria, efectos del cambio climático, artificialización del litoral

Abstract

Numerous maritime structures and installations of all type have been placed in certain sections of the Catalan coast and have notably disturbed the coastal dynamics.

For this reason, over and above the technical complexity posed by existing problems, the main challenge consists in the introduction of a truly integrated territorial planning process and action management with the effective participation of all the public and private agents involved, while ensuring sustainability, services of general interest and a long-term vision in view of the effects of climate change.

Keywords

Integrated management, coastal erosion, sediment dynamics, effects of climate change, coastal artificialization

1. Descripción general

Algo más de la mitad de la costa catalana está integrada por amplias alineaciones de costa baja y arenosa, donde se encuentran sus principales playas y zonas turísticas, entre las que se sitúan los tramos abruptos, acantilados y rocosos, en los que se encajan numerosas y pequeñas calas arenosas formadas por los sedimentos arrastrados por las rieras y los pequeños cauces que alcanzan la costa.

Los patrones de funcionamiento natural de estas últimas unidades producen pequeños tramos de costa que son casi independientes entre sí, de tal forma que las actuaciones que se realicen en un punto apenas dejen sentir su influencia en los inmediatamente adyacentes.

Gracias al importante peso relativo de los tramos abruptos y rocosos, difícilmente accesibles, más de la mitad de la costa catalana presenta un buen estado de conservación, si bien la fuerte presión que soporta el resto obliga a una gestión muy

exigente para preservar su naturalidad y su funcionamiento natural, pues casi todos sus humedales y sistemas dunares presentan un notable grado de deterioro, que es preciso detener y revertir, en lo posible, y sus playas sufren graves problemas de regresión e inestabilidad.

Son estos tramos de costa baja y arenosa los que se encuentran ahora salpicados de multitud de infraestructuras marítimas y ocupaciones de todo tipo, que se han ido implantando gradualmente desde hace casi un siglo como consecuencia del desarrollo económico e industrial, y principalmente el producido por la ciudad de Barcelona y su entorno urbano inmediato, y eso es un factor que ahora condiciona en gran medida su gestión con criterios sostenibles y racionales.

Por ejemplo, en el litoral de Tarragona y en El Maresme, la vía del ferrocarril discurre a escasos metros del mar en largas alineaciones, se han construido importantes instalaciones industriales, como la central nuclear de Vandellós, centrales térmicas,

* Este es el sexto de una serie de artículos sobre gestión de costas.

Los anteriores se publicaron en los números 3549, 3551, 3553, 3555 y 3556 de la ROP



Barceloneta



CN Vandellòs

las industrias entre Barcelona y Badalona, o las instalaciones de Radio Liberty en la Playa de Pals (ya derruidas, afortunadamente), existe además un amplio conjunto de puertos deportivos a lo largo de toda la costa, y numerosas urbanizaciones se extienden hasta el mismo borde del mar.

2. Problemática actual

Como ocurre en otras zonas costeras en las que existen largas alineaciones de playas, el déficit de aportación de los sedimentos que las alimentan es la causa inmediata que explica la erosión que sufre, y los efectos del cambio climático son los que agravan aún más la progresiva desaparición de las playas.

Los tramos de costa constituidos por materiales sueltos dependen de la aportación de estos materiales desde los cauces, pero si estos están regulados, o sufren extracciones de áridos para otros fines, el litoral no recibirá la cantidad suficiente de sedimentos para mantener las playas en equilibrio. Pero si además los sedimentos presentes se acumulan junto a las estructuras marítimas al ser retenidos por ellas, y luego la urbanización avanza sobre la nueva superficie creada, quedarán inmovilizados bajo la edificación, y ya no podrán alimentar los tramos de costa a los que estaban destinados.

Este es, a grandes rasgos, el principal problema que enfrenta la gestión de la costa catalana, a causa del continuo goteo de instalaciones de todo tipo sobre la costa, que se ha producido sin haber sido objeto de la necesaria planificación territorial teniendo en cuenta el modo de funcionamiento integral de la costa.

Los tramos de costa afectados son principalmente las playas aisladas de cierta entidad, como las de Lloret, San Feliu de Guíxols, o Calonge-Palamós, entre otras, y los constituidos por materiales sueltos, es decir, las alineaciones de playa y los deltas. En Tarragona: el Baix Camp, el Tarragonés, y el Baix Penedés; en Barcelona: el Sur del Garraf, el Delta del Llobregat y El Maresme; y en Girona: El Empordá.

Estos tramos constituyen unidades litorales complejas, de manera que cualquier actuación en un punto puede tener consecuencias casi inmediatas en los adyacentes, e incluso en los situados lejos y, por esa razón, la implantación de cualquier infraestructura marítima, o cualquier otra actuación, debe ser analizada y decidida bajo la perspectiva que ofrece la visión de conjunto y la comprensión de su funcionamiento integral.

Sin embargo, y posiblemente por la falta de conocimiento, en su día, sobre el modo de funcionamiento de los procesos litorales, se fueron construyendo numerosos puertos deportivos, y otras estructuras marítimas e instalaciones que provocaban importantes acumulaciones de arena a un lado, y graves problemas de erosión de playas por el otro, lo que a su vez obligaba a construir espigones para tratar de detenerla, pero aunque eso resolviese el problema en un punto, lo trasladaba hacia otros más allá, y así sucesivamente, hasta que largos tramos de costa quedaron totalmente artificializados por interminables campos de espigones, sin que al final se recuperaran las playas como se pretendía.

Por otra parte, como ya se ha señalado, la presencia de importantes industrias e infraestructuras sobre la costa catalana,



Cambrils



Camí ronda Alt Ampordà

y especialmente el ferrocarril, ha creado una situación muy difícilmente reversible que rigidiza y condiciona mucho una ordenación sostenible y racional del litoral, pues al tiempo que impide, o dificulta enormemente, el acceso de las personas a la ribera del mar para su disfrute, detrae un espacio que resulta esencial para usos más apropiados, y además obliga a luchar contra la creciente amenaza de invasión por el mar que sufren.

Y, por último, hay que tener en cuenta que además de la fuerte demanda de costa, y especialmente de playas, que genera el turismo, existe una gran masa de población residente, sobre todo en torno a las grandes ciudades, como Barcelona y su área metropolitana, que también exige, por tradición y por derecho, amplios espacios abiertos para su disfrute junto al mar, y eso obliga a los poderes públicos a ponerlos a su disposición de una forma satisfactoria.

3. Los retos de la gestión de la costa

Los retos consisten en hacer frente de forma simultánea e integrada a los problemas referidos, lo cual tiene una complejidad técnica considerable, que se agrava porque el paso del tiempo empeora la situación, precisamente a causa de las exigentes y apremiantes condiciones que impone el cambio climático, que obliga a plantear soluciones radicales, adaptadas a cada caso concreto, desde una perspectiva espacial amplia y un enfoque a largo plazo.

En primer lugar, es preciso concretar una estrategia para identificar cuáles podrían ser las fuentes para el suministro estable de sedimentos, ajenas a la dinámica sedimentaria, fuentes terrestres o marinas, pues ante el déficit de aportación por los

cauces, y los efectos cada vez más exigentes del cambio climático, es preciso conocer si es posible disponer de recursos adicionales a los que la naturaleza proporciona, para decidir qué tramos se pueden mantener de forma sostenible, y cuáles serán inevitablemente erosionados.

Pero, al mismo tiempo, es preciso apostar por un sistema de gestión y movilización integral de la arena presente en toda la costa, llevándola desde donde se acumula en exceso hasta donde existe déficit, con objeto de que sea distribuida y colocada adecuadamente allí donde sea preciso para asegurar la existencia de una anchura de playa suficiente, y además tratar de evitar que se pierda en los sumideros de sedimentos durante su deriva a lo largo de la costa. Es decir, habría que establecer un completo sistema de trasvases de arena, extrayéndola tanto de los lugares de acumulación junto a las estructuras marítimas, como de las retenidas en las propias dársenas portuarias, si tienen las características adecuadas.

Esto plantea importantes problemas de decisión, pues se trataría de un conjunto de actuaciones que se deben coordinar en tramos litorales muy amplios y que afectan a numerosos actores: distintos municipios con su propia visión y su propia problemática, numerosos titulares de puertos deportivos, cada uno con sus propios intereses y problemas, etc.

Por otra parte, es preciso también enfrentar de forma adecuada los problemas puntuales que provocan las infraestructuras marítimas, especialmente los puertos deportivos, sobre las playas de su entorno inmediato, que a veces sufren fuertes basculamientos que producen el estrechamiento de la playa en

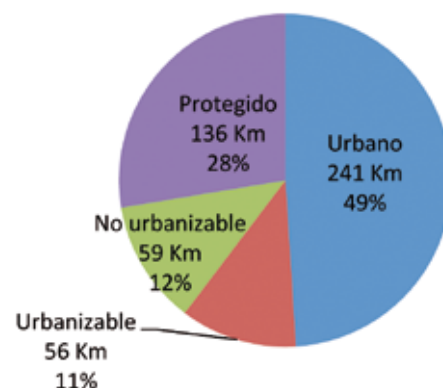
Estado de la costa



Tipo de costa



Suelo junto a la costa

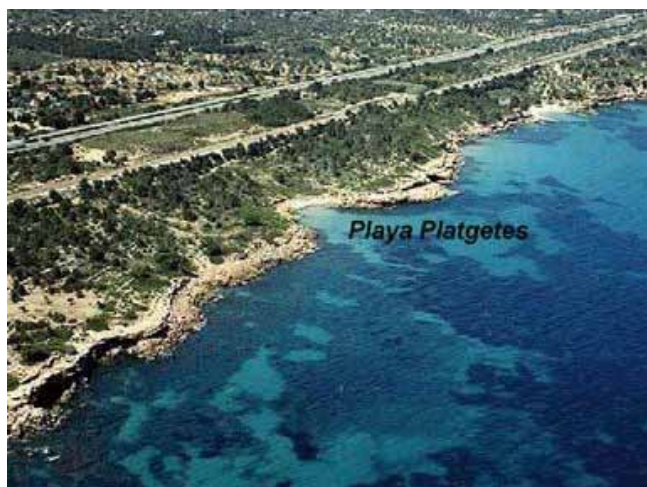


algunos puntos, con los correspondientes daños en los paseos marítimos y otros equipamientos situados junto a la playa.

Y también es preciso afrontar el problema derivado de la incorrecta, aunque en muchos casos legal, ocupación de los espacios junto al mar y del propio dominio público marítimo-terrestre, por todo tipo de instalaciones, edificaciones e infraestructuras (entre ellas, el propio ferrocarril), públicas y privadas, al que es preciso hacer frente de una manera distinta a como hasta ahora se ha hecho, es decir, sin aceptar de forma complaciente que esas ocupaciones son irreversibles, puesto que ahora los efectos del cambio climático hacen insostenible una estrategia que se limite a proteger, o a reparar y restaurar

cada vez, con fondos públicos, los daños producidos por el oleaje y el mar, puesto que cada vez serán más severos y frecuentes.

Todo ello plantea no solo unos complejos problemas técnicos, sino sobre todo la necesidad de realizar una profunda revisión de la ordenación territorial de todo el litoral, con objeto de dar el adecuado soporte normativo e instrumental a las profundas transformaciones que es preciso afrontar para dar una respuesta adecuada, y sostenible, a las numerosas actuaciones que exige la solución de los problemas que sufre la costa mediante su gestión integral, y la necesaria adaptación a los efectos derivados del cambio climático.



Ferrocarril junto a la costa Baix Ebre



Ferrocarril del Maresme



Montgat



Pals

Así, cabe preguntarse si la actual distribución de los puertos deportivos es compatible con la gestión sostenible de los importantes problemas y distorsiones que causan a la dinámica sedimentaria, y si es viable que interioricen en sus costes de explotación los efectos que producen sobre la costa. O si resulta necesario eliminar o reubicar muchas edificaciones cuyo mantenimiento o protección resultan inviables. O si no sería preciso plantearse incluso un traslado de la vía férrea ante las crecientes necesidades de protección por su proximidad a un borde litoral sometido a una fuerte regresión.

Pero además, entre los retos hay que destacar la necesidad de plantear un sistema de gestión que permita que los costes que estas actuaciones requieren puedan repartirse adecuadamente entre todos los actores concernidos y afectados, Administraciones Públicas y entidades privadas, de forma razonablemente adaptada al papel que juega cada cual, y a sus respectivas competencias, en el caso de las primeras.

4. La situación actual

La costa catalana posee un potente y eficaz instrumento de ordenación integral del litoral, el PDUSC, que ha jugado un importante papel para detener lo que hasta hace poco parecía un imparable proceso de colmatación de la costa, pero que ahora debería ser adaptado a las actuales circunstancias en amplios tramos del litoral de Cataluña, en los que hay que enfrentarse a unos procesos de erosión y daños a la costa que se están agudizando progresivamente.

Esa adaptación debe llevar aparejada la instrumentación de sistemas de gestión también integrados, en los que pueda

asegurarse la participación efectiva de todos los actores concernidos, públicos y privados. En ese sentido, si bien la Administración Autonómica tiene plena capacidad para ello, debe incorporarse también a este proceso la Administración General del Estado, a causa de sus competencias en materia de costas, en el mar territorial, y en los puertos de interés general. Y eso solo puede realizarse, por el momento, mediante los mecanismos voluntarios de colaboración y cooperación entre las Administraciones Públicas, para hacer efectiva una gestión realmente integral de la costa.

Existen ejemplos que acreditan una gestión razonablemente eficaz de la problemática en algunos lugares de la costa. Por ejemplo, se ha dado una respuesta razonable a las necesidades de la población de la ciudad de Barcelona, pues desde principios de los años 90, el litoral de Barcelona, entre el Puerto y el Besós, ha sido objeto de una transformación que se ha basado, primero en recuperar amplios espacios antes ocupados por industrias y otras edificaciones para dotar los espacios libres públicos y el paseo marítimo, y luego en construir un conjunto de playas encajadas y parcialmente abrigadas, mediante un sistema de espigones que retiene el importante volumen de arena aportado.

Al ser playas de reducida longitud son bastante estables en planta y los pequeños basculamientos que sufren se pueden compensar con facilidad y coste reducido. Y su estabilidad transversal es también razonable, aunque exige su mantenimiento a base de aportaciones periódicas de arena, que desde hace unos años se producen de forma regular, y con el acuerdo de todos los actores involucrados.

Estado de las playas



Estado de las dunas



Estado de los humedales

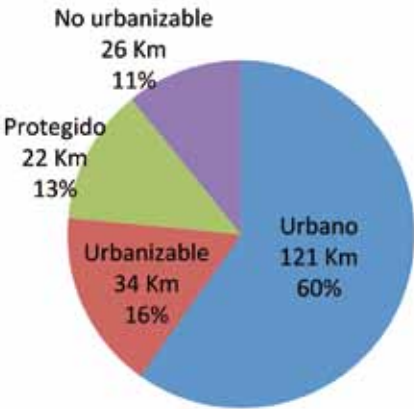


5. Conclusión

El actual y nuevo marco normativo estatal no es precisamente el más apropiado para hacer frente, con criterios sostenibles, al servicio del interés general y visión a largo plazo, a la problemática que sufre la costa, pues ha sido diseñado precisamente para lo contrario.

Pero eso no quiere decir que la Administración Autonómica, si realmente apuesta por una gestión bajo aquella perspectiva, no pueda poner en marcha un proceso como aquel, incluso con la colaboración y participación de la Administración General del Estado. **ROP**

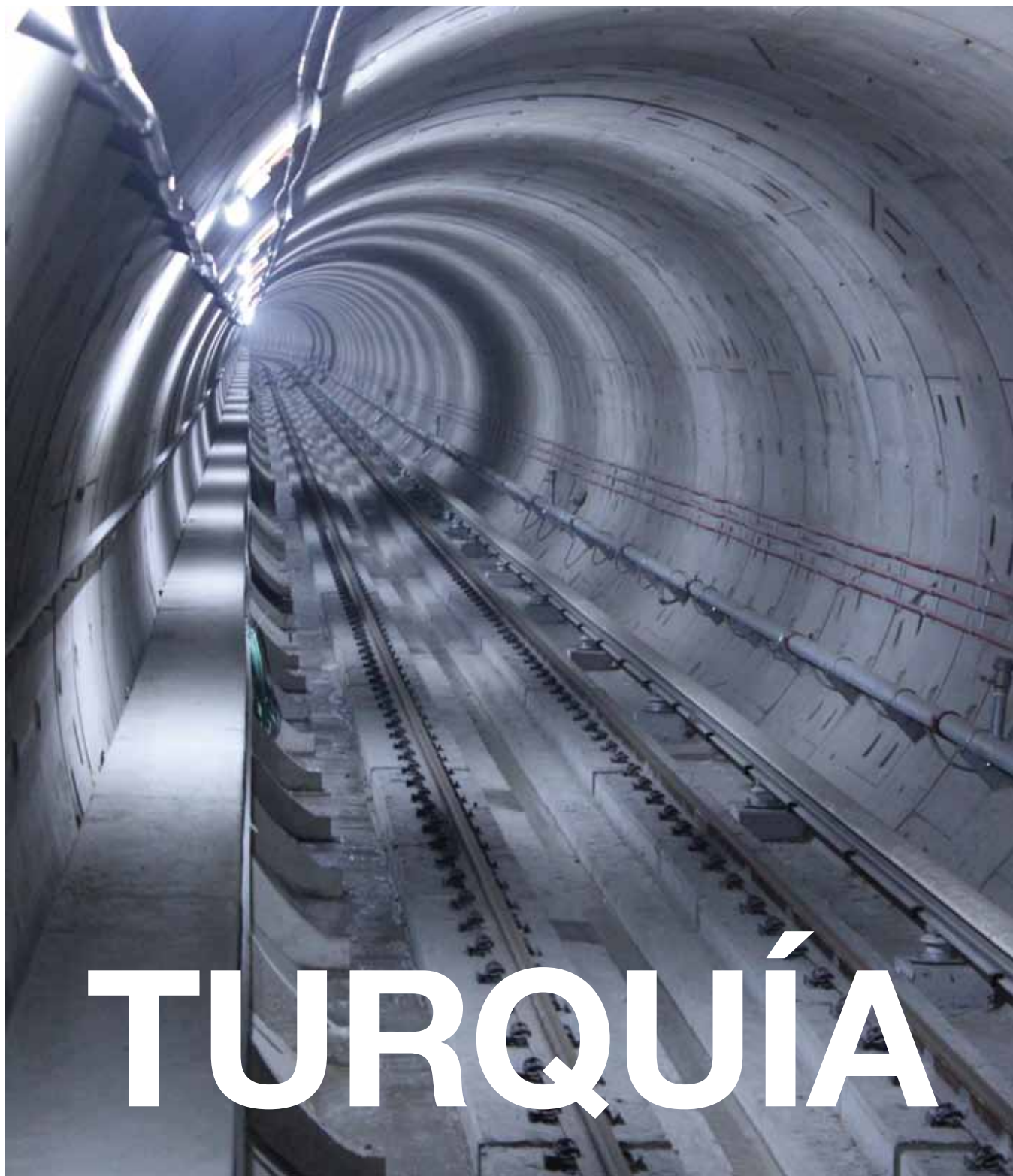
Suelo junto a las playas



Playa Zoo



Puerto Premiá Retención de arena



TURQUÍA

Línea M2, metro de Ankara (Comsa Emte)

Turquía, potencia económica en auge

Diana Prieto Rioja



Con una situación geográfica privilegiada y más de 73 millones de habitantes, Turquía está viviendo un momento de auge económico. A esto, hay que añadir el gran número de reformas que tiene previsto acometer el país antes de 2023 para situarse entre las diez principales potencias económicas a nivel mundial. Así, el país está realizando una importante inversión en infraestructuras –ferrocarril, carreteras, puertos, etc.–.

Turquía es un país con una extensión de 783.562 km² superficie, con una ubicación que le permite un acceso preferente a diversas regiones de Oriente Medio, así como ejercer de puente entre Europa y Asia. El apogeo de su economía se ha manifestado mediante un crecimiento del 4,3 % en 2014 y una previsión del 3,1 % para 2015 (según el FMI), a lo que hay que sumar un plan de medidas que se van a llevar a cabo en los próximos años, hasta 2023, fecha en la que se celebra, además, el centenario de la fundación de la República de Turquía.

Entre estas metas se incluye llegar a ser una de las diez primeras economías del mundo, con un PIB cercano a los dos billones de dólares,

aumentar las exportaciones en 500 mil millones de dólares, renovando las infraestructuras de transporte y energía, así como doblar la producción de energía, construir nuevas carreteras y puentes que conectarán con Europa, Asia y Oriente Medio.

Durante la última década, el país euroasiático ha experimentado un cambio económico y político radical, motivado por el inicio de su proceso de adhesión a la Unión Europea y por el programa de estabilización pactado con el FMI, que le ha conducido a la estabilidad y lo ha convertido en destino de gran interés para la inversión extranjera. Este ambiente, muy propicio para la inversión española en Turquía, está favorecido, además,

Turquía Ankara	Superficie 783 562 km ²
Forma de gobierno República parlamentaria	Población 72.561.312 habitantes
Presidente Recep Tayyip Erdoğan	Idioma Turco
Moneda Lira turca	PIB 1.189.247 millones de dólares

por la existencia de un acuerdo de Unión Aduanera con la UE, una tasa impositiva reducida, un clima de inversión liberal y competitivo, así como una buena imagen y posicionamiento de los productos españoles en este mercado.

“El continuado crecimiento del país a tasas muy superiores a las europeas implica una importación de bienes

de equipo y tecnología que supone ampliaciones de su déficit exterior y que únicamente se compensan en parte con la creciente exportación de manufacturas y en su capacidad de atraer inversión con la que financiar el creciente déficit en su balanza por cuenta corriente”, según explica el embajador de España en Turquía, Rafael Mendivil. En la actualidad, el *stock* de inversión, tomando una es-

timación de los valores de mercado, ronda los 6.400 millones de euros.

La Agencia de Promoción y Apoyo a las Inversiones de Turquía (ISPAT), dependiente del Ministerio de la Presidencia de la República de Turquía, se estableció en el año 2006 para promocionar las oportunidades de inversión en Turquía entre la comunidad empresarial mundial y ofrecer asistencia a los inversores antes, durante y después de su entrada en Turquía. Además, cuentan con una red de asesores locales en Canadá, China, Francia, Alemania, la India, Japón, Arabia Saudí, Rusia, Reino Unido, los Estados Unidos, Corea del Sur y también en España.

España en Turquía

La inversión española en Turquía había sido limitada, aunque perceptible, desde 1995. La inversión acumulada (posición inversora o *stock*) ascendía en 2005 a 238,5 millones de euros. En 2007 dio un gran salto situándose en 906 millones. El flujo de inversión neta en 2010 fue considerable (232,5 millones de euros), aunque fue en 2011 cuando dicho flujo se multiplicó, ascendiendo a 4.560 millones.

Según el Banco Central de Turquía, en el periodo 2002-2011 España se encontraba en la décima posición en cuanto a flujos de inversión extranjera directa, con un 4,5 % del total. En el año 2012, el flujo de inversión descendió significativamente a 253 millones de euros, situándose en un nivel que podría considerarse tendencial. En 2013, la nueva inversión ascendió a 429 millones de euros, lo que supone un 69,6 % más que en el año anterior. Turquía es el décimo país destino de las exportaciones españolas, el tercero fuera de la UE (detrás de Estados



Vista del Bósforo

Unidos y Marruecos), y el decimo-séptimo proveedor de mercancías a España, décimo fuera de la UE. Las principales exportaciones españolas a Turquía se centran en automóviles y otros vehículos; siderurgia; materias y productos plásticos; cobre y sus manufacturas así como combustibles y lubricantes. La inversión española en Turquía se centra en los sectores financiero, de seguros, inmobiliario, cementero y el químico.

Proyectos

El sector energético ha cobrado gran importancia como parte de los objetivos fijados para 2023, así como el sector de las TIC o el financiero. También el ámbito de las infraestructuras cuenta con una larga nómina de proyectos sobre la mesa, desde el sistema ferroviario a la aviación, pasando por las carreteras y el transporte marítimo.

La TCDD (Compañía Estatal de Ferrocarriles Turcos) se ha embarcado

en ambiciosos planes de renovación, electrificación y construcción de líneas de alta velocidad, como Ankara-Estambul, Ankara-Sivas, Ankara-Konya y Ankara-Izmir. A la vez, se están construyendo nuevas líneas férreas para mejorar la conexión de Turquía con sus países vecinos. También se están construyendo y se proyectan sistemas de ferrocarriles urbanos en Antalya, Bursa, Estambul, Gaziantep, Izmir o Sansun.

Tras el sector del ferrocarril, la red de carreteras es el ámbito del transporte donde más esfuerzo inversor se está realizando. Buena muestra de ello es la ampliación de esta red en más de 4.733 km, con la construcción de 12 nuevas autopistas. La localización del país hace, además, que la inversión en puertos también sea de gran importancia. Cabe destacar proyectos como el puerto de Izmir, que tiene como objetivo descongestionar el intenso tráfico del Bósforo, o el puerto

de Candarlo, que se constituirá como el principal puerto del oeste del país.

Otras áreas en las que Turquía está realizando una gran inversión son el sector eléctrico, el energético, el sector hospitalario y el medio ambiente, donde en los últimos años se ha desarrollado un importante número de proyectos de potabilización, tratamiento de aguas y regadío para potenciar el desarrollo agrícola de determinadas regiones del país.

En la actualidad, en el país se puede observar una creciente tendencia de privatizaciones de infraestructuras y concesión de proyectos bajo la modalidad de colaboración público-privada (PPP), en especial en el sector sanitario y energético.

Asimismo, cabe destacar una gran cantidad de proyectos que se están ejecutando con fondos IPA de pre-adhesión a la Unión Europea, así como la presencia de importantes organismos internacionales como el Banco Mundial, el Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo, el Banco Europeo de Inversión y el Banco Islámico de Desarrollo, entre otros.

Ampliación del metro de Ankara

La compañía Comsa Emte está presente en el mercado turco desde comienzos de 2012, a través de su constructora Comsa. Con más de 120 años de experiencia en el sector ferroviario, la compañía se adjudicó dos contratos para ampliar el metro de Ankara. Posteriormente, ha accedido a otros proyectos tranviarios en las ciudades de Bursa y Gaziantep.

En febrero de 2012, el Ministerio de Transporte de Turquía, a través de la Dirección General de Trabajos de



Estación de Eryaman del metro de Ankara (Comsa Emte)



Obra del metro en Ankara (Comsa Emte)

Infraestructura, adjudicó a Comsa dos contratos para ampliar el metro de Ankara, con el objetivo de mejorar las comunicaciones de la capital. En concreto, la compañía ha construido las líneas M2 (Kizilay-Çayyolu) y M3 (Batkent-Sinçan) del suburbano, con un total de 64 kilómetros de longitud y 22 estaciones.

Los proyectos, valorados en 100 millones de euros, se han ejecutado conjuntamente con la empresa turca Açılım İnşaat en un plazo de 24 meses. La M2 consta de 33 kilómetros de longitud y once estaciones, mientras que la M3 dispone de 31,3 km y también once terminales.

Entre los trabajos realizados destacan la ejecución de tramos de túneles, estaciones subterráneas y a cielo abierto, trabajos interiores, montaje de vía en placa y sobre balasto y montaje de tercer carril.

La línea M3 fue inaugurada el pasado 12 de febrero, en un acto presidido por el presidente del Gobierno, Mariano Rajoy, y el primer ministro de Turquía, Tayyip Erdoğan. Por su parte, la M2 está en funcionamiento desde el pasado mes de marzo.

LAV Ankara-Estambul

La línea del tren de alta velocidad entre Ankara y Estambul ha inaugurado el pasado mes de julio los últimos tramos de

su trazado. Esta renovación de la línea del ferrocarril que une ambas metrópolis, reemplazando una vía férrea convencional con una de alta velocidad, es una de las obras más ambiciosas de las infraestructuras de transporte turcas. OHL ha liderado en este proyecto la ejecución del tramo Esenkent-Eskiseir, de 197 km, inaugurado el 13 de marzo de 2009. Ha sido la primera línea de alta velocidad construida por una empresa española en el exterior. OHL realizó el proyecto constructivo y ejecutó las obras de infraestructura, tendido de vías, electrificación, señalización y telecomunicaciones.

El trayecto de esta línea recorre un total de 533 kilómetros y el viaje entre las dos

ciudades durará, en una primera fase, tres horas y media, para luego reducirse a tres horas, frente a las seis horas del trayecto en autobús. La línea dispone de nueve paradas intermedias y se prevé que, cada año, realicen todo el trayecto en torno 7,5 millones de viajeros. De momento, habrá seis salidas diarias en cada dirección, con capacidad para unos 400 viajeros en cada viaje. Se espera, además, que la nueva línea de alta velocidad va a contribuir a que casi un 80 % de los desplazamientos entre Ankara y Estambul se realicen por vía férrea, frente al 10 % hasta ahora.

Proyecto Marmaray

A finales del mes de octubre, se inauguraron las obras del contrato BC1 del Proyecto Marmaray, un túnel submarino bajo el estrecho del Bósforo. Este tramo forma parte de un proyecto general formado por otros dos contratos: CR2 y CR3, que consisten en la modernización de la flota de trenes y remodelación de la línea ferroviaria (20 kilómetros en la parte europea y 43 en la parte asiática), respectivamente. En

este último contrato participa la UTE formada por OHL y Dimetronic (en la actualidad Siemens Rail Automation).

El proyecto unirá la ciudad de Halkalı, en el lado europeo, con Gebze, en el lado asiático mediante un sistema de cercanías ininterrumpido, moderno y de gran capacidad, que permitirá aumentar el número de pasajeros, así como ampliar la plataforma actual de dos a tres vías. La capacidad del nuevo sistema ferroviario de cercanías por el Estrecho del Bósforo será entre 10 y 12 veces mayor que la de uno de los puentes existentes.

La UTE formada por OHL y Dimetronic (en un 70 % y en un 30 %, respectivamente) resultó la adjudicataria del contrato CR3, que incluye el diseño, la construcción y el mantenimiento por un plazo de dos años, así como la remodelación de una línea ferroviaria que consta de 63 km en superficie.

La construcción de la nueva infraestructura requiere el desmantelamiento

de todos los elementos que forman la actual superestructura ferroviaria, incluidas las capas de subbalasto y balasto, las traviesas, los raíles existentes y las sujeciones de estos. Asimismo, será preciso dismantelar todos los aparatos de cambios y cruces, incluidas las agujas y las diagonales.

El proyecto encabezado por OHL contempla la construcción de 36 estaciones en superficie con distinta tipología, que se resumen en tres: estaciones de tipo A –caracterizadas por tener el nivel de acceso por debajo de los andenes, teniendo el vestíbulo subterráneo–, tipo B –que tendrá el nivel de acceso por encima de los andenes, estando situado el vestíbulo elevado sobre la vía– y tipología especial o intermodales –caracterizadas por tener una mayor iluminación y estética aerodinámica–.

También está planeada la construcción y equipamiento de cinco nuevos talleres y cocheras para trenes en los siguientes emplazamientos: en el lado europeo, Halkalı –con 240.000 m², las instalaciones contarán con un total de 27 kilómetros de vías nuevas, tres edificios de talleres y dos administrativos– y Yenimahalle –con cinco vías nuevas paralelas de 650 metros de longitud–; y en el lado asiático, Maltepe –con 20.000 m², de los cuales 11.500 m² son destinados a cocheras–, Pendik –que tendrá una capacidad para albergar como mínimo a ocho trenes en una superficie de 35.000 m² y contará con nueve vías de estacionamiento–, y, por último, Gebze –con una superficie de 70.000 m², en los que se incluye un edificio de administración, otro de control de tráfico, zona de acoplamiento de trenes interurbanos y zona de instalaciones para el mantenimiento de los mismos–.



Línea de Alta Velocidad Ankara-Estambul (OHL y Euroestudios)



Proyecto Marmaray (OHL)

Euroestudios, presencia multisectorial

“Turquía fue para Euroestudios la primera oficina permanente en un país de habla no hispana y fue un acierto. Es importante mencionar que para ello tuvimos la ayuda del plan de implantación en el exterior del ICEX. En la actualidad, nuestros ingenieros se desplazan a Turquía con la misma naturalidad que hace años viajaban por Hispanoamérica”, apunta Juan Pablo Gutiérrez, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y director de Negocio Internacional de la compañía.

Euroestudios forma parte del consorcio que dirige la realización del ferrocarril de alta velocidad entre Ankara y Estambul, “lo que nos permite tener un conocimiento de primera mano del sector ferroviario al que vemos con mucho potencial”, añade Juan Pablo. Por otro lado, el sector hospitalario se está desarrollando rápidamente bajo el sistema de concesión y en él Euroestudios está participando activamente como ingeniería. Asimismo, los

trabajos relacionados con la calidad del agua están desarrollándose fuertemente en Turquía.

Respecto a los sismos, una preocupación constante y recurrente de todos los implicados en cualquier obra de ingeniería civil en Turquía, “hemos

formado un equipo dentro de Euroestudios especializado en el refuerzo de estructuras que ya ha realizado numerosos trabajos en Turquía con éxito y confiamos en seguir haciéndolo”, señala el director internacional.

Los proyectos que Euroestudios tiene en marcha son:

- Servicio de consultoría para la Unidad de Coordinación y Ejecución del proyecto del tren de Alta Velocidad Ankara-Estambul; y servicios de consultoría, proyecto y estudio de electrificación de vía del tramo de ferrocarril de Irmak-Zonguldak (*General Directorate of State Railways, TCDD*).

- Proyecto y supervisión de obra de 40 colegios y una comisaría en Estambul (*Istanbul Special Provincial Administration, Istanbul Project Coordination Unit, IPCU*).

- Supervisión de la obra de un centro de producción y comercialización de la piedra natural en Bayburt; así como



Supervisión de obra de 40 colegios en Estambul (Euroestudios)



Participación de Euroestudios en línea de alta velocidad de Ankara a Estambul

servicios de supervisión para la construcción de un centro de mejora de la calidad y certificación y planta de procesado y envasado de productos apícolas en Ordu (*Ministry of Science, Industry and Technology*).

- Proyecto integrado del Campus de la Salud de Kocaeli. Diseño de Arquitectura e Ingeniería (Türkeler-Gama).

Typsa en Turquía

La actividad de Typsa en Turquía se remonta a casi diez años atrás, con los primeros contratos en el campo medioambiental y de desarrollo regional y rural. A pesar de haber trabajado en el país de forma continuada desde entonces, el desembarco definitivo en el país se produjo a principios de 2012

con la obtención del primer gran contrato: la supervisión de la construcción de la sección ferroviaria Irmak-Karabük-Zonguldak (IKZ).

Este proyecto contempla la reconstrucción y mejora de más de 400 km de línea convencional desde Irmak, a 60 km de Ankara, hasta Zonguldak, en la costa del mar Negro. Con una fecha prevista de finalización de febrero de 2017, este complejo proyecto supondrá la movilización de hasta 38 ingenieros y licenciados españoles, turcos y de otras nacionalidades a lo largo de cinco años, de los cuales han transcurrido casi tres.

El hecho de que Turquía sea un país de contrastes lo ha podido consta-

tar el personal de Typsa expatriado que ha pasado de vivir en Ankara, la cosmopolita y joven capital de la república durante los primeros meses del contrato, a hacerlo en Karabük-Safranbolu, 100 km al sur de la costa del mar Negro. Karabük, sede de la siderúrgica Kardemir, proveedora de los railes del IKZ, es una ciudad industrial de unos 120.000 habitantes. Hacia el noreste linda con Safranbolu, 'ciudad del azafrán', cuyo casco antiguo ha sido declarado Patrimonio de la Humanidad por la Unesco. Safranbolu es una ciudad residencial de veraneo rodeada de montañas y a hora y media en coche de la costa del Mar Negro. El conjunto Karabük-Safranbolu tiene universidad y aglutina a la población estudiantil de la comarca.

Plan de Transporte Urbano en Gaziantep

Tras el IKZ, en octubre de 2012, comenzaba la ejecución por parte de Typsa de otro gran proyecto: la municipalidad de Gaziantep ponía en marcha la realización del Plan de Transporte Urbano en esta ciudad, situada al sur de Turquía, cerca de la frontera con Siria, un contrato con financiación del BERD.

Gaziantep tiene, en la actualidad, una población cercana al millón y medio de habitantes. En los últimos años, debido especialmente al conflicto en la vecina Siria, su población ha aumentado de manera considerable y han surgido un gran número

de nuevos desarrollos urbanos, por lo que se hizo preciso reordenar y reestructurar el sistema de transporte en la ciudad y especialmente su área metropolitana.

El contrato, recientemente concluido, incluía además de la realización del Plan de Transporte, el establecimiento de un nuevo marco jurídico y regulatorio, la realización de una integración tarifaria de todos los modos de transporte y la firma de nuevos contratos de servicio público con los operadores.

Por su parte, Comsa participa en la ampliación de este plan de transporte con la construcción de la lí-

nea 3 del tranvía de Gaziantep, por un valor cercano a los 20 millones de euros. El nuevo trazado constará de un total de 6,5 kilómetros de vía doble, con ocho paradas y tres subestaciones. Además de la infraestructura, Comsa también se encargará de la electrificación y señalización de la vía.

Además, Comsa ha finalizado recientemente la construcción de la línea 1 del Tranvía Circular de Bursa, un proyecto valorado en ocho millones de euros y adjudicado por el Ayuntamiento de la ciudad, a través de su empresa de transporte urbano Burulas. Los trabajos han incluido la construcción de un total de siete



Tranvía de Gaziantep (Typsa)



Tranvía de Bursa (Comsa Emte)

kilómetros de vía única circular, 13 estaciones, un taller, la infraestructura y la superestructura. Asimismo, la empresa también se ha encargado del diseño final, la electrificación y la señalización de toda la instalación.

El nuevo Tranvía Circular aligerará el tráfico y reducirá la contaminación y el ruido de Bursa, la cuarta ciudad de Turquía y uno de los centros de fabricación de automóviles y maquinaria más importantes del país.

Otras empresas en Turquía

Gamesa ha firmado un contrato con Ayres Elektrik Üretim, filial del grupo turco Kardemir, para el suministro de 18 megavatios (MW) al parque eólico Ovars, situado en Turquía. Según ha

informado la compañía fabricante de aerogeneradores, se trata del segundo proyecto eólico que desarrolla la empresa turca.

El acuerdo alcanzado incluye el suministro, supervisión de montaje y puesta en marcha de nueve aerogeneradores del modelo G97-2.0 MW. Asimismo, Gamesa realizará los servicios de operación y mantenimiento por un periodo de dos años. El suministro de las turbinas está previsto a principios del año que viene y la puesta en marcha del parque tendrá lugar durante el segundo trimestre de 2015.

Ingenieros de Caminos en Turquía

Establecerse fuera del país de origen, ya sea como trabajador o empresario,

puede resultar costoso y demorarse en el tiempo. Sin embargo, una de las ventajas de trabajar fuera, “aunque suene a tópico, es que te enriquece, tanto a nivel personal como profesional. Yo recomendaría a todo el mundo que tuviese la oportunidad que lo hiciese, y para aquellos que no tienen más remedio, que lo disfruten porque estoy seguro de que aprenderán nuevas e interesantes cosas”, apunta Marcos Aguilar, *country manager* para el negocio de Infraestructuras en Turquía de Comsa Emte.

“A nivel laboral, –señala el embajador– no se ofrecen condiciones preferentes para los trabajadores del sector, por lo que los ingenieros deberán acogerse a la normativa

actualmente existente en Turquía”. Para trabajar en el país por cuenta ajena será necesario poseer un permiso de residencia que expedirá el Ministerio de Asuntos Exteriores de Turquía y una vez obtenido será la empresa contratante la que solicitará el permiso de trabajo.

Otra opción sería hacerse autónomo en Turquía. Para serlo es necesario contar con un permiso laboral y una residencia que constará como centro de trabajo.

Uno de los principales inconvenientes para trabajar en el país es el idioma. “Es bastante difícil. Dicen los propios turcos que después del chino (y sus variantes) es el idioma más complicado de aprender”, comenta Marcos. “Al resto de cosas me he podido adaptar perfectamente (cultura, comida, etc.) ya que tienen mucha semejanza con nosotros por la cercanía mediterránea y por el modo de entender y vivir la vida. Culturalmente son más cercanos a nosotros que, por ejemplo, los nórdicos”.

Por este motivo, dentro de las aptitudes inherentes de los profesionales de la ingeniería civil (técnica, gran capacidad de trabajo, multidisciplinar, etc.), “resaltaría que la más importante para trabajar en Turquía es la capacidad de adaptación, no solo por cuestiones culturales, sociales o religiosas, sino por las diferentes formas de entender nuestra profesión”, afirma Marcos. “También es necesario tener una gran voluntad de hacerse entender y para ello es importante saber entender qué te dicen”, añade.

Respecto a las diferencias entre un ingeniero español y uno turco, en el

país hay casi cien centros en los que obtener el título de ingeniero civil de cuatro años. “Esto conlleva unas diferencias de nivel técnico mucho mayores que en España”, apunta Juan Pablo Gutiérrez, director de Negocio Internacional de Euroestudios.

Además, la mentalidad de los clientes es distinta a la española: “Existe más preocupación que en España por cumplir los aspectos contractuales pero sin embargo el detalle exigido en cada estudio o en la calidad de los acabados en la obra queda más en el aire”, puntualiza Juan Pablo.

La ingeniería civil se entiende de forma algo diferente en Turquía, al resultar más ‘práctica’ o aplicada en las primeras etapas profesionales. “Haciendo un simil, sería como si para alcanzar la gerencia de un hotel, hubiera que pasar por todos los puestos, desde botones a director”, afirma Marcos. Sin embargo, todos los ingenieros (de todas las ramas) están muy bien valorados en Turquía, así como las empresas

constructoras de nuestro país. Así las cosas, Turquía supone para las empresas un objetivo a largo plazo. Marcos Aguilar, de momento, no tiene planes de volver a España. “Seguimos trabajando en Turquía, ahora más enfocados en conseguir nuevos proyectos”.

En el caso de Euroestudios, “los planes de futuro de la compañía en el país pasan por seguir creciendo y diversificando pero siempre en trabajos en que haya un aporte tecnológico que nos diferencie. No tiene sentido competir en el mercado turco simplemente con el precio”, concluye Juan Pablo Gutiérrez.

Asimismo, el interés de Typsa por Turquía “permanece en su nivel más alto; tenemos el deseo de seguir trabajando en el país muchos años”, afirman sus responsables. Poco después del comienzo del contrato IKZ, en abril de 2012, se creó la sucursal local, Typsa Türkiye Ankara Subesi, “un paso más en nuestro compromiso de permanencia en el país”. **ROP**



Marcos Aguilar

Country manager para el negocio de Infraestructuras en Turquía (Comsa Emte)



Juan Pablo Gutiérrez

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Director de Negocio Internacional de Euroestudios



Rafael Mendívil

Embajador de España en Turquía

“Las empresas españolas cuentan con un alto reconocimiento en el país”

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

El Gobierno turco es consciente de que para el desarrollo económico del país es vital crear una red de infraestructuras equilibrada y eficiente. Bajo estas premisas se tiene prevista una inversión superior a los 260.000 millones de euros en infraestructuras antes del horizonte 2023.

Si bien las inversiones en ferrocarril y carreteras son importantes, no lo serán menos las inversiones en infraestructuras para el agua, las cuales tendrán que hacer frente a una previsión de consumo que se triplicará para el horizonte de 2023 y en energía, cuya inversión está estimada en 90.000 millones de euros.

¿Qué necesidades en infraestructuras tiene Turquía?

Dentro del programa de inversión mencionado, en total se tiene previsto construir hasta el año 2023, año del centenario de la proclamación de la República de Turquía, 10.000 kilómetros de vías de alta velocidad y 4.000 kilómetros de vías convencionales. Después del ferrocarril, la red de carreteras es el ámbito del transporte donde más esfuerzo inversor se está realizando. La inversión en puertos también es de suma importancia.

Otras áreas donde Turquía está realizando una gran inversión son el sector eléctrico, el energético, el sector hospitalario y medioambiente.

¿Qué beneficios ofrece Turquía para que las empresas españolas inviertan en este país?

A pesar de que el país ha de afrontar importantes retos en el corto plazo, es indudable que ofrece interesantes oportunidades y atractivos para la inversión, así como múltiples apoyos y facilidades para los inversores.

En el año 2012, el gobierno turco, consciente de la importancia de la inversión como motor para reducir el déficit corriente, la captación de tecnología y el desarrollo de determinadas regiones del país, aprobó un paquete de incentivos que pretenden dar un impulso a la inversión extranjera en Turquía. El Programa ofrece reducciones de impuestos, cuotas de la seguridad social, condiciones ventajosas de financiación y disponibilidad de suelo, en función de la inversión, con el fin de atraer capital al país.

Los sectores que han atraído mayor porcentaje de inversión extranjera en Turquía en los últimos años han sido los servicios de intermediación financiera, transporte y comunicaciones y la industria.

Destaca igualmente la entrada de capital extranjero en sectores como el suministro de agua, gas y electricidad, comercio minorista y al por mayor y en el sector de la construcción.

¿Cuál es el proceso para que una empresa española pueda realizar infraestructuras en suelo turco?

En los últimos años el número de licitaciones que ofrece el país son múltiples, sin embargo, no debemos olvidar el gran potencial de las empresas turcas y la cierta preferencia de las autoridades por las compañías locales que incluso llegan a favorecerles en un 15 % del precio ofertado. Se recomienda por tanto acudir a las licitaciones de la mano de empresas locales o acceder a proyectos que cuenten con financiación multilateral para salvar estas desventajas.

¿Qué requisitos necesita cumplir un ingeniero de Caminos español para poder trabajar en Turquía? ¿Están bien considerados?

Es cierto que en Turquía se están demandando grandes cantidades de mano de obra cualificada en el sector; sin embargo, se recomienda siempre que sea posible acudir al país de la mano de empresas españolas ya establecidas en el territorio. Otra posibilidad es probar suerte entre la multitud de empresas internacionales presentes en el país.

Nacido el 12 de junio de 1948 en Barcelona, es licenciado en Derecho e ingresó en 1974 en la Carrera Diplomática. Estuvo destinado en las representaciones diplomáticas españolas en Argelia, Suiza y Unión Soviética. Ha sido subdirector general de Europa Occidental en la Dirección General de Política Exterior para Europa y cónsul general de España en Burdeos y en Fráncfort. En 1996 fue nombrado jefe del Gabinete Técnico del subsecretario de Asuntos Exteriores y, en

1998, director general del Servicio Exterior. En julio de 2004 fue designado embajador de España en Polonia, en marzo de 2009 embajador en Misión Especial para Afganistán y Pakistán, y en noviembre de 2010 embajador de España en la República de Bulgaria. En enero de 2012 fue nombrado subsecretario del Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación, puesto que ocupó hasta que en junio de 2014 ocupó el cargo de embajador de España en Turquía

Hemos de remarcar que las mayores constructoras de ámbito mundial reconocen a Turquía como uno de sus principales objetivos estratégicos. Establecer relaciones laborales con compañías turcas no resulta fácil. Se ha detectado un cierto proteccionismo, con una marcada preferencia por el ingeniero local puesto que conoce mejor la normativa, la cultura empresarial, los proveedores, el tipo de cliente y las particularidades técnicas de su propio país.

De cara a las características deseadas por las compañías resultan especialmente interesantes perfiles internacionales y con dominio de idiomas así como un alto nivel de especialización. El conocimiento del idioma local y la experiencia previa en el país serán, obviamente, factores determinantes para establecerse.

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

La imagen de España y de los productos españoles es cada vez más favorable. Nuestro país es firme partidario de la adhesión de Turquía a la UE y las afinidades de carácter entre ambos pueblos son mutuamente reconocidas. La participación española en el mercado de importación es considerable y creciente.

Concretamente en el sector de la construcción, las empresas españolas cuentan con un alto reconocimiento en el país. Las empresas turcas necesitan importar conocimiento para infraestructuras de alto componente tecnológico y son conscientes del *know-how* que les podemos transmitir.

¿Cómo se valora la mano obra española en Turquía?

La mano de obra española, al igual que la del resto de Europa, está altamente valorada, en especial siempre que exista un cierto grado de cualificación. Turquía es un país joven, dinámico, cuya economía sigue desarrollándose y para hacerlo quiere contar con profesionales que aporten un cierto valor añadido. Los sectores que más extranjeros demandan son el educativo (escuelas y universidades), el bancario, el de la publicidad y el de las nuevas tecnologías. Además, gracias a los recientes acuerdos comerciales entre Turquía y varios países latinos, las empresas exportadoras turcas buscan hispanohablantes para ampliar sus mercados.

¿Cuáles son los principales inconvenientes que tienen los españoles que van a vivir y trabajar a Turquía?

En Turquía, es necesario adaptarse a otra cultura laboral y a una manera de trabajar que, en ocasiones, es mucho

más desorganizada que aquella a la que estamos acostumbrados.

A nivel laboral se ha detectado como principal problema la exigencia de que haya un determinado número de empleados turcos en el puesto que se quiere solicitar (suele ser una proporción 5 a 1, aunque puede cambiar según los sectores). Con esta medida, se intenta proteger los puestos de trabajo locales, así como asegurar que los trabajadores de otros países que accedan a los puestos sean sólo profesionales altamente cualificados.

¿Qué recomendaciones haría a un español que está pensando en ir a buscarse la vida a Turquía?

En los últimos años, el procedimiento para obtener un visado de trabajo se ha endurecido, por lo que resulta necesario informarse previamente del marco legal y laboral del país en función de la actividad que se quiera desarrollar, así como contar con medios económicos suficientes para poder vivir mientras se regula la situación. Además de los requisitos legales, hay que tener en cuenta las diferencias culturales y que el dominio del turco resulta elemental para acceder a la mayoría de puestos de trabajo, en especial para aquellos menos cualificados. Siempre será de gran ayuda conocer la información y ayudas que las instituciones españolas pueden ofrecernos. **ROP**

Adecuación hidráulica y recuperación ambiental del río Bogotá

FCC y consorcio ETSA-Ayesa-Geocing-Río Bogotá

Contratante

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca

Presupuesto

40,3 millones de euros

Fecha de inicio

2013

Fecha de fin

En construcción

El río Bogotá se encuentra en el departamento de Cundinamarca (Colombia), posee una longitud de aproximadamente 380 kilómetros y su cuenca alberga cerca de nueve millones de personas.

Hace cuatro años, tras un periodo de fuertes lluvias, el río se desbordó, ocasionando centenares de muertos y más de medio millón de damnificados. El exceso de sedimentos del río mermó su capacidad para almacenar las lluvias, además, el cauce del río reclamaba terrenos que originariamente eran suyos pero que habían sido secados y ocupados por el hombre con fines agrícolas, ganaderos y urbanísticos. A esto, hay que añadir un exceso de contaminación en sus aguas.

Así, en febrero de 2013, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), departamento cen-



Río Bogotá



Proyecto de adecuación hidráulica y recuperación ambiental del río



Una de las 130 máquinas que trabajan en la primera fase del proyecto del río Bogotá

tral del país cuya capital es Bogotá, puso en marcha un proyecto de adecuación hidráulica y recuperación ambiental del río, tramo I sector Alicachín. El contrato de obra está siendo ejecutado por la firma española FCC, con la intervención del consorcio ETSA-Ayesa-Geocing-río Bogotá. La inversión de esta primera fase asciende a los 40 millones de dólares, de un total de 250 millones.

El proyecto consiste en la limpieza, ampliación y acondicionamiento del río para lograr su recuperación como espacio público. “Lo que se pretende es mitigar de manera definitiva el riesgo de inundaciones en la cuenca media del río Bogotá y, por otro lado, contribuir a la descontaminación del río”, explica

Afred Ballesteros, director de CAR Cundinamarca.

“Esta actuación está dividida en tres fases –según apunta Orlando Fajardo, director general del proyecto FCC Colombia–, cada una de las cuales contemplan la realización de tres actividades fundamentales: dragado y rectificación del río; ampliación del río para obtener una mayor capacidad de transporte: de los 40 km tenemos intervenidos 35, lo que supone un 85 % del total; y una tercera labor de paisajismo y medio ambiente, con 160.000 árboles sembrados en esta fase –de los 500.000 que se plantarán en toda la cuenca–”.

Una de las líneas de trabajo consiste en la reubicación y refuerzo

de las motas laterales existentes, así como en la profundización y ensanchamiento del cauce del río, incluyendo el dragado de material con cierto grado de contaminación a tratar previamente a su traslado a vertederos autorizados.

Además, este contrato contempla la ampliación del cauce del río a lo largo de los 40 km que discurren más próximos a la capital por su parte occidental. Tiene como objetivo la mejora de la calidad de las aguas, la prevención de inundaciones y la recuperación del cauce como zona multifuncional y de esparcimiento.

Las obras de recuperación hidráulica tienen un componente urbano paisajístico que permitirá el aprovecha-



Imagen de la flora en el cauce del río

miento de las riberas del río para su integración a la capital del país, para que la comunidad tenga un espacio recreativo a la vez que se protege la zona para su mejor conservación.

Incluirá también la implementación de un proyecto de recuperación de áreas de interés ecológico (humedales y meandros), la construcción de una estación de bombeo y la protección hidráulica de cuatro puentes. Conllevará la demolición de varias edificaciones y obras de fábrica y la afección a elementos de alcantarillado y drenaje que deberán ser repuestos.

La intención es que los 42 municipios asentados en el cauce del río

tengan su sistema de alcantarillado propio para que las aguas residuales puedan ser tratadas antes de ser vertidas al río, para sanearlo desde su nacimiento hasta su desembocadura. En la actualidad, ya hay construidas 24 estaciones de tratamiento de residuos. Cabe destacar que Bogotá está vertiendo 20 m³/s de aguas residuales de los que solamente se tratan 4 m³ en una de las plantas puestas en marcha.

Respecto a la flora y a la fauna de la zona, se ha llevado un control exhaustivo, ya que esta área cuenta con gran población de aves autóctonas y migratorias, algunas especies incluso en peligro de extinción. De la mano de la Sociedad

Bogotana de Ornitología se hará un inventario posterior para certificar así el éxito de la recuperación ambiental.

Las principales unidades que comprenden la ejecución de estas obras son: 2.700.000 m³ de dragado (extracción) de lodos y canal, 1.600.000 m³ de excavación y la formación de 1.300.000 m³ de nuevas motas. Dentro de la protección de cauces y puentes se utilizarán 10.000 m² de protección mediante geomallas y geocolchones y se utilizarán 4.000 unidades de pilotes de eucalipto.

El proyecto de la rehabilitación del río y su recuperación ambiental forma parte del Megaproyecto río Bogotá, cuya finalidad es la mejora de

la calidad de vida de los habitantes de la cuenca, asociado a la mejora de la calidad del agua del río. Se trata de un actuación necesaria desde hace años y sus responsables hablan de ella como si de un sueño hecho realidad se tratase. “Estas obras son la cuota inicial del pago de la vieja deuda ambiental que se tiene con el río. Pero su recuperación total es responsabilidad de todos, de las empresas, instituciones, el gobierno, las alcaldías y de todos los habitantes”, dicen.

Así lo apunta Pedro José Collado, presidente de FCC Colombia: “Formamos parte de un grupo que se denomina FCC Servicios Ciudadanos. La cultura y la vocación de nuestro grupo no olvida que la construcción de cualquier tipo de obra tiene una finalidad muy clara: mejorar la calidad de vida y el bienestar de las personas. En ese sentido, tenemos muy claro que las obras son para la gente. Este es un proyecto que tiene un impacto social fundamental y las actuaciones ambientales generarán una mayor calidad de vida para muchos bogotanos”. **ROP**



Ampliación del cauce del río



Realización de trabajos que se prolongarán hasta 2015

Obras de accesibilidad en el Monasterio de San Jerónimo de Yuste



Monasterio de San Jerónimo de Yuste

Gracias a la colaboración de Patrimonio Nacional con el Real Patronato sobre Discapacidad y la Fundación ACS –dirigida a la eliminación de barreras para permitir la accesibilidad a los Reales Monasterios de las personas con movilidad reducida– fue posible la actuación en el Monasterio de San Jerónimo de Yuste (Cáceres).

Fundado el 25 de junio de 1409, fue declarado monumento histórico-artístico el 3 de junio de 1931, por su valor artístico y por su especial relevancia histórica como residencia de retiro del emperador Carlos V, siendo también el primer lugar en el que descansaron sus restos.

La adaptación de este tipo de monumentos ha estado determinada por la complejidad de sus estructuras y de sus diferentes etapas constructivas, a las que en ocasiones se añaden las

dificultades derivadas de la orografía del terreno en el que se asientan. Todos ellos gozan, además, de la máxima protección como bienes de interés cultural, por lo que se extreman las precauciones ante cualquier intervención.

Las actuaciones realizadas en Yuste se caracterizaron por su reversibilidad, así como por la combinación de la tecnología actual con el uso de materiales y técnicas tradicionales que facilitan la simbiosis con el edificio histórico.

El perímetro del monasterio queda perfectamente definido por un muro de mampostería granítica cuya realización se produjo entre 1568 y 1573. El conjunto arquitectónico se compone de dos partes claramente diferenciadas: por un lado, el convento y, por otro, la residencia del emperador. El convento, a su vez, lo forman

la iglesia, ubicada en el centro, y dos claustros, uno gótico y el llamado claustro nuevo o renacentista. Los dos claustros están unidos por una crujía.

Entrada

La visita al Monasterio comienza en el portón abierto en la fachada de mediodía. Dicho acceso constituye el primer punto de mejora de la accesibilidad de visitantes con movilidad reducida. A pocos metros del mismo se ha acondicionado una plaza de aparcamiento reservada para ellos, con pavimento rústico de canto rodado, desde el cual se accede al portón de acceso mediante una rampa de losas y zócalo de granito –con pendiente del 8 %– enlosado que se prolonga enmarcando el porche de entrada.

Traspassando el portón, se accede al paseo arbolado, en el que una serie de



Entrada

rampas de granito con pendiente del 8 %-9 % y flanqueadas por muretes y jardineras de mampostería tradicional permiten acceder al espacio donde se ubica la tienda. Este se ha rehabilitado y reordenado por completo, cerrando con cantería el hueco de fachada precedente, con nuevas puertas automáticas de vidrio de seguridad, repaso y pintura de paramentos y mejora de la iluminación. También se ha confeccionado un nuevo mostrador de atención a visitantes, acondicionado a las necesidades de las personas discapacitadas.

Monasterio

En el paso al zaguán del Monasterio existe una diferencia de cota de 9 cm que se salvó con una pequeña rampa o cuña de madera de iroko.

En toda la actuación se repiten estas dos soluciones: en exteriores, rampas de losas de granito y, en interiores, rampas de madera de iroko tratada en autoclave.



Rampa de acceso al zaguán del Monasterio

Tras el zaguán, en el claustro gótico, la existencia de tres peldaños con 49 cm de diferencia de cota hizo necesario disponer una rampa longitudinal en forma de 'L', de 7,30 m, con estructura metálica, tablazón



Cortavientos a la entrada del refectorio

de madera de iroko y antepecho de vidrio.

A la entrada del refectorio, un pequeño desnivel de 17 cm se resolvió con una rampa de madera que impide el cierre de las puertas existentes.

Otra cuña de madera da paso desde el refectorio a la sala del ascensor, también remodelada, que, mediante rampa de madera con rodapié, permite el acceso a los nuevos aseos para personas con movilidad reducida, realizados de acuerdo a la normativa específica y que obligaron a efectuar laboriosas mejoras en el saneamiento de la zona.

Jardines

En la bajada a los jardines se eliminaron las dos rampas existentes –que tenían una pendiente excesiva– ejecutando en su lugar una escalinata a la italiana y una serie de rampas en zigzag, para compaginar la circulación de toda



Rampa en zigzag de bajada a los jardines



Rampa en forma de 'L' en el interior de la iglesia



Rampa de subida al presbiterio



Entrada al Palacio del Emperador



Rampa de acceso al claustro gótico

clase de visitantes. Dichas rampas, enlosadas asimismo con granito y flanqueadas por muretes de poca altura revestidos con revoco de cal, se completan con una meseta volada y sencillas barandillas de acero. También se reordenaron los encuentros con los pavimentos de granito y canto rodado preexistentes.

Iglesia

El acceso por su fachada principal se resolvió mediante una rampa de granito con pendiente del 8 %, modulada según el ancho del portón. Mientras que el acceso desde el claustro gótico, que es el sentido habitual de la visita, precisó de un primer rebaje de granito a nivel del claustro, un cortavientos de vidrio y, ya dentro de la iglesia, una rampa longitudinal en forma de L de 7,10 m de largo, de estructura metálica, tablazón de madera y antepecho de vidrio.

En los escalones de subida al presbiterio, una rampa de madera del 8 % con rodapié salva una altura de 15 cm. Y en la salida del presbiterio, hacia la antesala de exposiciones, se dispuso una rampa de madera dividida en dos piezas para facilitar su manejo. Por último, el desnivel existente en el acceso a la sala de exposiciones se solucionó con una rampa de madera de iguales características.

Palacio

En la entrada al Palacio del Emperador, una rampa de madera con rodapié da acceso al pasillo, donde dos cajas-cortaviento acristaladas permiten tanto el paso de luz natural como mantener el confort interior, sin tener que maniobrar continuamente los portones de ambos extremos. **ROP**

La Villa Romana La Olmeda recibe el Premio Eduardo Torroja de Ingeniería y Arquitectura (Ministerio de Fomento)



Villa Romana La Olmeda de Pedrosa de la Vega (Palencia)

El Ministerio de Fomento, a través de un jurado presidido por el entonces secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, Rafael Catalá, ha otorgado el Premio Eduardo Torroja de Ingeniería y Arquitectura, a la Villa Romana La Olmeda de Pedrosa de la Vega, en Palencia, una obra de GOGAITE Ingenieros Consultores y Paredes Pedrosa Arquitectos.

Asimismo, el jurado ha acordado mencionar como obra destacada la sede de la Empresa Municipal de Transportes de Madrid, del Estudio Cano Lasso y FHECOR Ingenieros Consultores.

Premio Eduardo Torroja

En el año 1999 se cumplió el primer centenario del nacimiento del Ingeniero Eduardo Torroja Miret, prestigioso pro-

yectista que a lo largo de su trayectoria profesional colaboró con destacados arquitectos como Arniches, Domínguez, Sánchez-Arcas, Zuazo o López Otero.

El Ministerio de Fomento, tras la celebración de aquel primer centenario, convocó en 2002 el Premio Bial



Eduardo Torroja para fomentar y destacar la obra conjunta de arquitectos e ingenieros bajo el lema “*Tecnicæ Plures, Opera Unica*” que inspiró su obra y hoy inspira la de la Fundación Eduardo Torroja, entidad colaboradora del Ministerio de Fomento en esta iniciativa.

El premio tiene por objeto reconocer la integración de los valores arquitectónicos, constructivos y estructurales de una obra, tratados como una unidad y resultado de una concepción única de la misma, realizada por un equipo interdisciplinar de ingenieros y arquitectos españoles, de manera equilibrada y armónica entre ambas profesiones. En pasadas ediciones, el Premio ha recaído en el Estadio de la Cartuja de Sevilla, obra de Cruz y Ortiz Arquitectos y José Luis Manzanares Japón; y en la sede central de la Caja General de Granada, obra de Alberto Campo Baeza y Martínez Segovia-Fernández Pallás. **ROP**



Sede de la E.M.T. (Madrid)

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Valencia (UPV)*



Nuevo edificio de aulas de la Escuela

La Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos se crea, dentro de la Universidad Politécnica de Valencia, mediante Decreto Ley de 6 de junio de 1968, publicado en el B.O.E. del 11 de noviembre de 1968. Esta escuela, en sus 46 años de existencia, ha titulado cerca de 2.600 ingenieros de Caminos, una media de 55 profesionales al año, con un altísimo nivel de formación.

“La selección de alumnos que acceden a la Escuela es esencial para disponer de los mejores alumnos y para poder proporcionar una formación de calidad que asegure –o, si no, al menos, aumente–, las oportunidades profesionales”, afirma Vicent Esteban, director de la Escuela. Además en 2010 la

Escuela se acreditó internacionalmente con ABET, la agencia de calidad ligada a la ASCE, por lo que “nuestros titulados disponen de un sello de calidad que tiene enormes ventajas y reconocimiento a nivel mundial. Aun estando en un periodo en el que los problemas son muchos para los jóvenes ingenieros, sus perspectivas mejoran, especialmente en el exterior”.

En este sentido, la escuela dispone de aproximadamente unos 80 acuerdos propios y exclusivos. La mayoría de estos son acuerdos de intercambio Erasmus: con Alemania, Austria, Bélgica, Croacia, Dinamarca, Finlandia, Francia, Holanda, Hungría, Italia, Lituania, Noruega, Polonia, Portugal, el Reino Unido, Rumanía, Suecia, Sui-

za, Turquía, así como con la japonesa Hokkaido University o las chilenas Pontificia Universidad Católica Chile y la Universidad de los Andes. Por otra parte, se oferta intercambio con otros 30 acuerdos generales suscritos por la Universidad Politécnica de Valencia. Además, existen los acuerdos de doble titulación –con la École des Ponts, ESTP, VIA Univ. College, TU Wien, Bolonia o Groningen– y acuerdos especiales de intercambio con acceso a título de posgrado de la universidad socia, con la Ecole d'Ingénieurs de la Ville de Paris o la Cranfield University. La relación más intensa, acuerdos de doble titulación aparte, se da con la holandesa TU Delft, ETH Zürich, KTH en Suecia, TU München, el Politecnico di Torino y el Politecnico di Milano.

“Recientemente, hemos conocido a través de un informe de la Comisión Europea, que los estudiantes que se acogen a los programas de intercambio tienen una tasa de paro un 23 % inferior a la que afecta a los que no salen a estudiar fuera, de manera que la experiencia internacional ayuda mucho en el mercado laboral, reduciendo la probabilidad de verse afectado por el paro de larga duración”, apunta Esteban.

Respecto a la representación de los alumnos en la Escuela, cuentan con una delegación “muy activa y que mantiene cauces de comunicación con la dirección de la escuela, lo cual resulta fundamental”, comenta el director de la Escuela. Además, los alumnos tienen creada desde hace años la Asociación Ingeniería y Sociedad, que gestionada por ellos y con el apoyo de la escuela,



Aula



Laboratorio



Pasillos de la Escuela

organiza todo tipo de actos de interés para ellos (visitas, conferencias, mesas...). “Por esa vía es más frecuente conocer sus preocupaciones, mientras que la delegación suele trabajar más bien cuestiones relativas a los estudios o a la organización de actos deportivos, de graduación...”, continúa Esteban.

Desde 1984, la Escuela y el conjunto de la Universidad Politécnica de Valencia, vienen ofertando prácticas en empresa. En el año 2013, se realizaron un total de 267 prácticas, con una duración media de 2,4 meses, y se tenían convenios con 148 empresas. Muchas de esas prácticas, concretamente más del 97 %, fueron retribuidas. Las no retribuidas suelen ser con organismos públicos, especialmente con ayuntamientos.

Además, la relación entre la Escuela y el Colegio es también muy estrecha. La valoración que el director hace de los servicios del Colegio es muy positiva, pero lo importante es que además “son también muy bien valorados por nuestros jóvenes, así me consta, que son los más directamente interesados”, señala.

La actividad profesional de los ingenieros de Caminos ha sido siempre amplia y muy diversa. La dedicación a la construcción, al diseño y actividad proyectual y de estudio, así como a la gestión de empresas ha sido mayoritaria, “pero eso no puede suponer clichés que excluyan la variedad de actividades que hacemos”, puntualiza el director. “Las escuelas tenemos la obligación de, garantizando una formación común, abrir

campos de actividad, avanzar en el conocimiento más allá de los intereses particulares de los cuerpos de profesorado universitario”. Lo mismo ocurre con las empresas, obligadas hoy más que nunca a la innovación y el avance tecnológico que las mantenga en posición competitiva.

Ante el futuro más inmediato, el primer objetivo de la Escuela es concluir la adaptación de los estudios al esquema de estudios de Grado y Máster –en este curso se ha implantado por primera vez el primer curso del máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos–. “Además, hemos iniciado la docencia en inglés y quisiera aumentar esa oferta”, dice Esteban. “Debemos seguir trabajando en la acreditación internacional de nuestros títulos, incrementar las relaciones internacionales, transformar la formación. Creo que, además, la Escuela se debe plantear reforzar la oferta de formación especializada en ámbitos como la gestión en la ingeniería, que ahora cubre muy bien el Máster en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil. Quiero que esta escuela siga siendo referente nacional e internacional. Deseo mantener nuestras relaciones con la administración, con las instituciones, las empresas. En fin, retos no faltan”. **ROP**

Vicent Esteban Chapapriá

Director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Valencia (UPV)

¿Qué perspectivas de empleo tienen los estudiantes de la Escuela?

Los ingenieros de Caminos de la Escuela de Valencia se han empleado no solo en un entorno geográfico cercano, sino en toda España y, desde hace años, con una mayor presencia internacional. Aunque la situación económica en estos años acusa importantes problemas para el ejercicio profesional, nuestros titulados tienen oportunidades laborales en todo el mundo.

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

En todos los periodos de recesión económica nos hemos planteado, a la fuerza, la participación en diferentes campos. En la crisis de los 70, por cierto también muy dura, con componentes de inestabilidad política y económica muy graves, como también en otros periodos críticos posteriores como en los 90, nos incorporamos decididamente al sector financiero, a la industria auxiliar, a las empresas de transporte. Con nuestra formación, siempre y cuando no la restrinjamos, tenemos una versatilidad muy grande que nos permite afrontar con éxito problemas y dirigir organizaciones. Además, estoy convencido que es bueno que nos incorporemos más al mundo de la política, a los medios, a la dirección y gobierno de universidades... para hacer valer mejor nuestros intereses.

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

Nuestra carrera –por las características de la formación que recibimos, sobre todo por la formación básica y generalista, pero también por la exigencia con la que se produce– nos permite, por una parte, tener una visión amplia, abierta, integradora... y, por otra, disponer de capacidades de resolución de situaciones complejas, superando retos, acreditando siempre unas intensidades de trabajo notables. Siempre lo hemos reconocido así y, de hecho, cuando en ocasiones se han planteado cambios de planes de estudio que pretendían una mayor especialización, dichos planes han sido rechazados, adoptando y defendiendo una formación generalista que diera paso después, en el ejercicio profesional de cada uno de nosotros, a una mayor especialización.

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

La escuela dispone de aproximadamente unos 80 acuerdos propios y exclusivos. La mayoría de estos son acuerdos de intercambio Erasmus. Por otra parte se oferta intercambio con otros 30 acuerdos generales suscritos por la Universidad Politécnica de Valencia. Además, existen los acuerdos de doble titulación y acuerdos especiales de intercambio con acceso a título de posgrado de la universidad socia.

Los programas de doble titulación hacen que el alumno que los sigue obtenga el título de ingeniero de Caminos en nuestra escuela y también el de la universidad de destino, y para el alumno

suponen siempre como mínimo estudiar un curso más. Anualmente por término medio la escuela recibe en total 90 alumnos de universidades extranjeras y envía 120 de nuestros alumnos. Para nuestros alumnos las ventajas son claras, tanto para su formación como para sus oportunidades profesionales posteriores. Muchos de nuestros alumnos son contratados y trabajan en los países de destino.

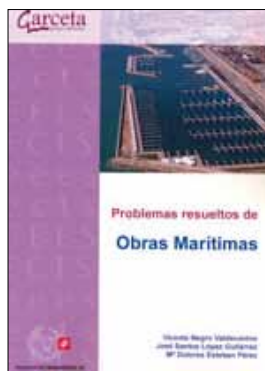
¿Existen acuerdos entre la Escuela y algunas empresas para que los estudiantes den sus primeros pasos en el ámbito profesional?

La escuela cuenta con una Unidad de Prácticas en Empresa, con personal técnico a su frente, que se encarga de la preparación de acuerdos y la gestión de las prácticas. Se gestionan igualmente programas específicos de becas, como las del Santander, Eures, Volvo Car, Akademia, Praxis Network, Universia, Ices, Telefónica... Además, también se publican ofertas para empleo en el extranjero (20 en este curso pasado) y la página Facebook de la Unidad cuenta con casi 1.100 seguidores.

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

El servicio de empleo ha sido muy activo en los últimos años, pero además la actividad de ordenar y potenciar los servicios de internacionalización, analizando destinos y ámbitos más frecuentes, con mayor presencia de compañeros, creando redes, obteniendo información de cada país, suscribiendo acuerdos... es una tarea ardua pero esencial. Y se ha llevado adelante muy bien en estos últimos años. Ineludiblemente hay que mantenerlos y, en lo posible, potenciarlos y dotarlos de mayor apoyo. **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



‘Problemas resueltos de obras marítimas’. Vicente Negro Valdecantos, José Santos López Gutiérrez y Mª Dolores Esteban Pérez. 2014, CICC/P Garceta Grupo Editorial. 196 páginas.

Esta colección de guiones y ejercicios es un paso suave en la comprensión de los fenómenos, en las realidades y tipos de diques y en las notables solicitaciones que los desgastan, fatigan y rompen, así como en las formas costeras y las acciones que las dan forma. Con este libro se desea que se cumpla el sencillo objetivo de ayudar a entender un poco mejor las obras marítimas.

El libro está estructurado en un primer capítulo donde se presentan los conceptos y fórmulas principales en las obras marítimas que son de uso necesario para la resolución de los ejercicios. A continuación, se presentan los ejercicios, resueltos completamente, por tema. El libro termina con un capítulo donde se presentan los ejercicios tipo de examen.

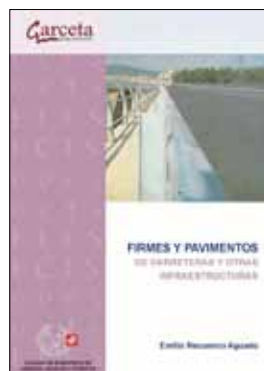
‘Fangos activos. Eliminación biológica de nutrientes’.



4ª edición. Juan Antonio Cortacans Torre. 2014, CICC/P Garceta Grupo Editorial. 404 páginas.

El nitrógeno, que está presente en las aguas residuales normalmente en forma reducida, influye en los cauces de varias formas. Como nitrógeno amoniacal, causa un consumo de oxígeno en las aguas, ya que da lugar procesos biológicos de oxidación a nitritos o nitratos. Tanto el nitrito como el amoníaco son tóxicos, por lo que su presencia en el agua puede producir la muerte de los peces. Para evitar ambos efectos, se impone una transformación de ambos tipos de nitrógeno en las plantas (nitrificación).

El nitrógeno, junto con el fósforo, es un factor de eutrofización. Para evitar las consecuencias de la eutrofización, hace falta una eliminación de nitrógeno. Esto se consigue con una desnitrificación biológica después de una nitrificación completa. El fósforo es un nutriente que produce la eutrofización especialmente en aguas estancadas o que circulan a baja velocidad. En la mayor parte de los casos es el factor limitante del crecimiento de algas. Además de



por precipitación química, el fósforo puede eliminarse por almacenamiento incrementado en la biomasa. Este sistema biológico ahorra gasto en precipitantes, evita el incremento de la salinidad en los cauces y reduce la producción de fangos y su contenido en metales.

‘Firmes y pavimentos de carreteras y otras infraestructuras’. Emilio Recuenco. 2014, CICC/P Garceta Grupo Editorial. 378 páginas.

Este libro recoge y expone, lógicamente estructurados y ordenados, los conocimientos y temas fundamentales sobre firmes de carreteras y otras determinadas infraestructuras viarias y de transporte.

Los firmes de carretera son hoy uno de los campos de la técnica vial en más acelerado desarrollo. La investigación de nuevos materiales y procedimientos de ejecución avanza con rapidez, seguida, con algún retraso, por la normativa, sujeta también a modificaciones debidas a la necesaria armonización en el ámbito europeo.

Se ha concedido mayor importancia a los aspectos que pudieran calificarse de teóricos, en detrimento del estudio de los equipos y procesos de ejecución, con los que es más fácil familiarizarse en obra. En los aspectos normativos, se han considerado casi siempre las disposiciones del Ministerio de Fomento, incluyendo también algunas referencias a las de aquellas comunidades autónomas que cuentan con normativa propia. **ROP**

CUANDO LOS TÚNELES ESTÁN
IMPERMEABILIZADOS DE FORMA
PERMANENTE:
THAT'S BUILDING TRUST.





MÁXIMA CALIFICACIÓN



PARA NUESTROS CLIENTES

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 RECIBE
5 ESTRELLAS MORNINGSTAR**

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 Nº1 DEL
RANKING DE RENTABILIDAD
A 1, 3, 5, 10 Y 15 AÑOS**

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.