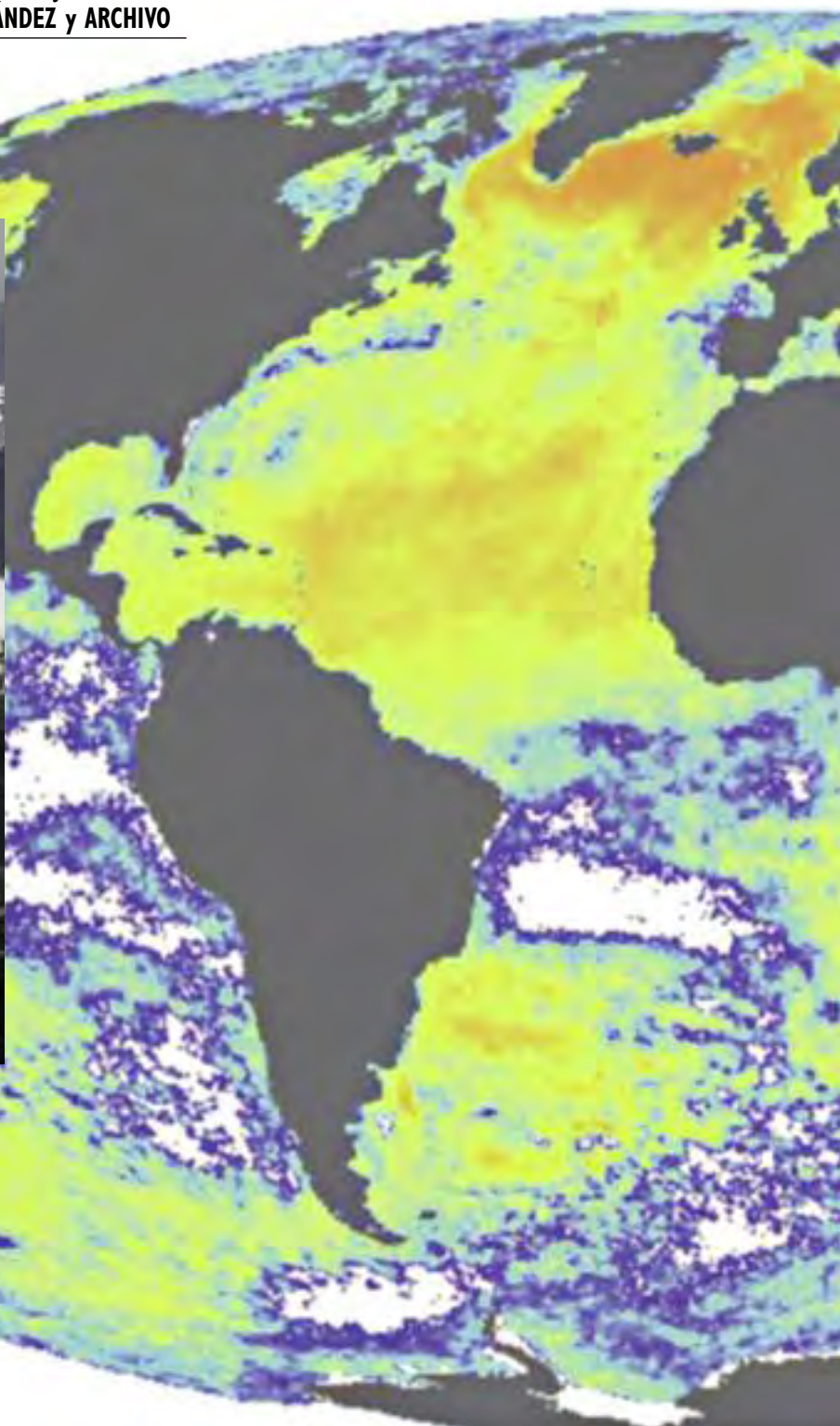


# LA INGENIERÍA CIVIL Y SU LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

## El reto del compromiso

Por **MARÍA DELGADO** / Fotos: **FRANCISCO J. SÁNCHEZ CARO, PEDRO FERNÁNDEZ CARRASCO, ALBERTO CAMARERO, ANDRÉS FERNÁNDEZ** y ARCHIVO



El cambio climático es un hecho irrefutable y con **impactos** que ya son considerables. La **ingeniería** no es ajena a este proceso y, por tanto, ha de enfrentarse a importantes retos para, por un lado, **intentar frenar** las emisiones de gases de efecto invernadero y ralentizar el proceso y, por el otro, tratar de buscar **alternativas** de adecuación a aquellos fenómenos provocados por el cambio climático que ya son irreversibles. Las **infraestructuras** existentes, los **proyectos innovadores** para lograr un desarrollo más sostenible y la búsqueda de alternativas a través de la **investigación** son algunos de los elementos que la ingeniería civil pone al servicio de la sociedad para **ayudar** a afrontar el desafío.



**E**l cambio climático es un problema íntimamente ligado al desarrollo, asociado a nuestro modelo de crecimiento basado en la quema de combustibles fósiles y patrones de consumo y producción poco eficientes considerando un punto de vista energético. Constituye un reto sin precedentes por la dificultad que supone dar una respuesta eficaz a las causas que originan el problema, abordar con éxito la adaptación a los efectos que ocasiona y garantizar simultáneamente el derecho al desarrollo de los más pobres y vulnerables.

Un calentamiento global promedio en la superficie terrestre superior a los 2°C provocará con mucha probabilidad efectos irreversibles en los ecosistemas, y por ende, en las sociedades humanas, incluyendo la economía y la salud. Las proyecciones indican que es muy probable un calentamiento de por lo menos 0,2°C por década en el futuro cercano.

La preocupación por los impactos es ya una constante en la opinión pública. Superarlos con éxito, minimizando costes, requiere facilitar las medidas de adaptación tempranas y para ello debemos identificar con el mayor grado de precisión posible dónde y cómo podemos esperar alteraciones en el clima, así como sus consecuencias.

Desde el punto de vista de las infraestructuras, dos son las consecuencias más



destacables del cambio climático. Por un lado, una mayor irregularidad de las precipitaciones, con una mayor incidencia de períodos de sequía y, paralelamente de mayores inundaciones, lo que se traduce en la necesidad de gestionar de manera eficiente los recursos hídricos. Por otro lado, esta subida de las temperaturas también es la causa del aumento del nivel del mar, lo que afecta a determinadas estructuras. En cualquier caso, de lo que se trata es, por un lado, de intentar frenar las emisiones de gases de efecto invernadero y ralentizar el proceso y, por el otro, de buscar alternativas de adecuación para aquellos fenómenos que ya son irreversibles.

España, por su situación geográfica y características socioeconómicas, es muy vulnerable al cambio climático y ya se está viendo afectada. Los impactos del cambio climático pueden tener consecuencias especialmente graves, entre otras, en lo referente a la gestión de los recursos hídricos y la regresión de la costa, a las pérdidas de la diversidad biológica y alteraciones en los ecosistemas naturales, a los aumentos en los procesos de erosión del suelo y pérdidas de vidas y bienes derivadas de la intensificación de los sucesos adversos asociados a fenómenos climáticos extremos, tales como incendios forestales, olas de calor y eventuales inundaciones.

Ante esta situación, como señala **Rosa Arce**, profesora titular del departamento de Ingeniería Civil-Ordenación del Territorio, Urbanismo



**Los recursos hídricos sufrirán en España variaciones muy importantes a consecuencia del cambio climático.**

y Medio en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid, “el papel de la ingeniería es importante en la titánica tarea de luchar contra la contaminación ambiental y el consumo irracional de los recursos, pero también ha de estar en primera fila en la lucha contra los efectos del cambio climático”. En su opinión, “el ingeniero civil ha de ser activo en la lucha contra el cambio climático y, por otro, ha de ser un pilar fundamental en la lucha contra sus desastrosos efectos”.

En la misma línea, **Pedro Fernández Carrasco**, subdirector del departamento de Ingeniería Civil-Ordenación del Territorio, Urbanismo y Medio Ambiente en la Escuela

## AUTOPISTAS DEL MAR: ABRIENDO HORIZONTES

**E**l sector del transporte es el mayor consumidor a nivel nacional de energía final (42,4%), mientras que las emisiones del sector del transporte representan aproximadamente el 24% del total de las emisiones en España, y se incrementaron entre los años 1990 y 2005 un 83%, más de un 4% anual, siendo el transporte por carretera el que genera aproximadamente el 90% de las emisiones del sector del transporte. Con estos datos a nadie escapa la importancia de potenciar otros modos de transporte más sostenible, como el ferroviario y el marítimo.

Como señala Alberto Camarero, director del Departamento de Ingeniería Civil. Transportes de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid, “el importante crecimiento de emisiones de gases de efecto invernadero del sector transporte no se explica sólo por el crecimiento demográfico, ni siquiera por el crecimiento económico, que tienen ratios de crecimiento menores. En gran medida se debe a la apuesta realizada durante las dos últimas décadas

de estructurar el territorio y la atención a la demanda de movilidad mediante una red de infraestructuras con gran predominio de la carretera”.

En este contexto, es necesario impulsar políticas de transporte que contribuyan al crecimiento más equilibrado de los distintos modos de transporte, apostando por reducir el consumo de combustibles con el fin de evitar el calentamiento global. La Unión Europea es consciente de esta necesidad y realiza una apuesta firme por una movilidad sostenible para fomentar el desarrollo de fórmulas imaginativas y prácticas que contribuyan a lograr una menor saturación y coste de las infraestructuras, un menor consumo energético y, en consecuencia, una menor emisión de contaminantes a la atmósfera, una mayor seguridad y una efectiva mejora de las comunicaciones entre los Estados.

Con este objetivo surgen las autopistas del mar, uniones marítimas de varios puertos para disminuir el impacto ambiental del tráfico rodado, evitar el colapso de las carreteras y ofrecer un

modo de transporte eficiente. Como señala Alberto Camarero, el objetivo fundamental de las autopistas del mar es “potenciar el transporte marítimo de corta distancia en Europa, sobre todo para hacer frente a la congestión existente en las carreteras, en especial de la Europa Central, y en los corredores transfronterizos que atraviesan los Pirineos y los Alpes”; además es evidente que los costes de las forzosas ampliaciones de las infraestructuras para sortear estos cuellos de botella podrían ser extraordinarios. Pero no sólo eso, sino que las autopistas se conciben “como un instrumento clave para reforzar la cohesión en Europa, acercando las regiones insulares y ultra-periféricas al continente europeo”, al desarrollar las capacidades portuarias de las distintas regiones.

Se caracterizan por ser un corredor multimodal que engloba dentro de sí a los puertos, los accesos terrestres y un servicio de transporte marítimo de corta distancia, permitiendo la realización de un servicio puerta a puerta e implicando una visión logística integral. Se

Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid, señala que “la ingeniería civil juega un papel estratégico de primer orden y no estamos hablando simplemente de subir los márgenes de seguridad en los diseños de nuestras infraestructuras. Donde realmente la ingeniería civil debería contribuir es en los aspectos de planificación territorial, estrategias de transporte, la logística del mismo y las nuevas tecnologías de energías renovables”

## RECURSOS HÍDRICOS

Como reconoce el Ministerio de Medio Ambiente, en España, el cambio climático afectará de forma importante a los recursos hídricos ya que la disminución de las precipitaciones, causará una disminución de aportaciones hídricas y un aumento de la demanda en los sistemas de regadío. Al mismo tiempo se producirán inundaciones en otras zonas cuyos efectos serán perjudiciales para la población.

Los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos no sólo dependen de las aportaciones procedentes del ciclo hidrológico, sino que es el sistema de recursos hidráulicos disponible y la forma de manejarlo un factor determinante de la suficiencia o escasez de agua frente a la demanda de la población.

trata de que el transporte por carretera y el transporte aéreo, tengan itinerarios lo más cortos posibles en el caso de la carretera o que sean utilizados para el transporte de mercancías de alto valor, como es el caso del transporte aéreo. Así, las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera se verían disminuidas considerablemente, disminuyendo de esta manera los costes producidos por la contaminación, además de mejorar la seguridad en las carreteras gracias al menor tránsito de camiones de mercancías y lograr que la intensidad y la congestión de los principales ejes terrestres transeuropeos se vea disminuida.

La Unión Europea apuesta por las autopistas del mar como un transporte de calidad, eficiente, rentable, sostenible y respetuoso con el medioambiente. En este sentido, merece la pena destacar la firma por parte de los gobiernos español y francés de dos autopistas del mar en el Atlántico, concretamente la Autopista del Mar Atlántica, que une el puerto de Vigo con el de Nantes-Saint Nazaire, y el de Algeciras, con Vigo y La Havre, y la autopista GLD Atlantique

**La Unión Europea apuesta por las autopistas del mar como un transporte eficiente, rentable y sostenible.**



que explotará el servicio entre el puerto de Gijón y el de Nantes-Saint Nazaire. Además, se han definido dos autopistas más: la Autopista del mar Báltico-Mar del Norte para dar servicio a los puertos de Noruega y de la antigua Unión Soviética, y la Autopista del Mar de Europa del Sureste, que permite dar servicio a puertos de Grecia, Malta y Turquía.

Desde el punto de vista medioambiental, con la implantación de autopistas del mar el transporte de mercancías se concentrará en una serie de puntos estratégicos para optimizar su viabilidad, dando lugar a un transporte combinado con alta eficiencia energética y mínima emisión contaminante. De esta manera, además de equilibrar el tráfico por carretera y el transporte marítimo

La sensibilidad de los recursos hídricos al aumento de la temperatura y la disminución de precipitación es muy alta, precisamente en las zonas con temperaturas medias altas y con precipitaciones bajas. Las zonas más críticas son las semiáridas, en las que las aportaciones pueden reducirse hasta un 50% sobre el potencial actual.

Parece bastante evidente que los recursos hídricos sufrirán en España variaciones muy importantes como consecuencia del cambio climático. Para el horizonte de 2030, simulaciones con aumentos de temperatura de 1° C y disminuciones medias de precipitación de un 5% ocasionarían disminuciones medias de aportaciones hídricas en régimen natural de entre un 5 y un 14%. Para 2060, simulaciones con aumentos de temperatura de 2,5° C y disminuciones de precipitación de un 8%, producirían una reducción global media de los recursos hídricos de un 17%. Estas cifras pueden superar entre el 20% y el 22% para los escenarios previstos para final de siglo.

En este contexto, el papel de la ingeniería civil en general y de los expertos en presas en particular se considera clave. Los técnicos en presas deben avanzar en el estudio de qué modificaciones hidrológicas (en cuanto a precipitación media, escorrentía, erosionabilidad, volumen de sedimentación, frecuencia de tormentas, persistencia de sequi-

se favorece la creación de un transporte sostenible, con mayor respeto al medioambiente y la mejora de la seguridad en las redes principales de transporte, ya que se está desviando tráfico de mercancías de la carretera al mar.

Las autopistas del mar crean un entramado marítimo que previamente a la creación de ellas no existía, permiten un

mayor respeto al medioambiente, disminuyen los costes indirectos del transporte de mercancías y logran una eficiencia y rentabilidad del transporte marítimo inimaginable antes de su instauración.

Asimismo, se optimiza el uso de las infraestructuras ya existentes, tanto viarias como portuarias, y de los vehículos de transporte, y se minimizan las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera y aumenta la seguridad de viajeros en las carreteras, la descongestión de las carreteras, mayor fluidez de tráfico y mayor seguridad vial, lo que hace que las emisiones, seguridad y contaminación acústica y visual se vean minimizadas en un alto porcentaje.

L.A.V. MADRID - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA: ESTACIÓN CENTRAL [TARRAGONA]



ESTACIÓN DE CERCANÍAS DE TORRASA EN BARCELONA



VIADUCTO DEL ISTMO



VIADUCTO DE CONTRERAS



AMPLIACIÓN DEL PUENTE DE RANDE



ENLACE SE-40 SEVILLA CON LA A-4



FACULTAD EDUCACIÓN UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



INFOGRAFÍAS | PROCESOS CONSTRUCTIVOS | SEGUIMIENTO DE OBRAS | RECORRIDOS VIRTUALES | FOTOMONTAJES

# COMUNICACIÓN VISUAL PARA PROYECTOS DE INGENIERÍA

DISEÑO E IMAGEN | IDENTIDAD VISUAL CORPORATIVA | VÍDEOS CORPORATIVOS | WEBSITES | PUBLICIDAD

Más proyectos en:

[www.voxelstudios.es](http://www.voxelstudios.es)

+34 91 577 76 58

Conde de Vilches 31, bajo C. 28028 Madrid

ALGUNOS CLIENTES CON LOS QUE CONTINUAMOS CRECIENDO DÍA A DÍA:  
ACCIONA INFRAESTRUCTURAS + FCC CONSTRUCCIONES + OHL + ISOLUX  
CORSAN + AUTOPISTA M-12 + METRO MÁLAGA + UTE CONTRERAS +  
GLOBALVIA INFRAESTRUCTURAS + MC2 INGENIERÍA + NOVA DÀRSENA  
ESPORTIVA DE BARÀ + METRO LIGERO OESTE + AEPO INGENIEROS  
CONSULTORES + EPSA INTERNACIONAL + INYPSA + CINTRA APARCAMIENTOS +  
PROSER + OBRAS SUBTERRÁNEAS + IBERINSA + CONSTRUCTORA  
SAN JOSÉ + SACYR + ADIF



te en cuanto se refiere a las políticas energéticas, ya que la energía hidroeléctrica es una energía limpia y renovable. Asimismo, los embalses pueden contribuir a compensar los desequilibrios hidrológicos futuros, constituyendo depósitos de almacenaje en las regiones de precipitación disminuida o dispositivos de control allí donde se produzca un incremento en la precipitación.

Parece claro, entonces, como señalaba en números anteriores de Cauce 2000, **Luis Berga Casafont**, presidente de la Comisión Internacional de Grandes Presas “en la

as,...) se van a producir en cada una de las cuencas, para evaluar con un cierto horizonte temporal, la suficiencia de las infraestructuras existentes, la idoneidad de los diseños actuales, y las modificaciones que han de realizarse para garantizar el suministro y para paliar el efecto de las inundaciones..

Como señala **Francisco Javier Sánchez Caro**, presidente del Comité de Presas y Cambio Climático, “la ingeniería de presas en España siempre ha sido ampliamente reconocida en todo el mundo, siendo uno de los sectores en los que España tiene un potencial de transferencia tecnológica muy importante”. Y es que, en definitiva, “los procesos asociados al cambio climático crean un escenario de incertidumbre para la planificación y mantenimiento de nuestras infraestructuras hidráulicas y los Ingenieros de Caminos podemos y debemos liderar ese campo”.

España cuenta con unas 1.300 grandes presas que aportan una capacidad de casi 60.000 hm<sup>3</sup>, lo que convierte a las infraestructuras hidráulicas en un pilar indudable de nuestro crecimiento económico. Sus funciones son controlar las inundaciones, proporcionar energía hidráulica y suministrar agua para usos domésticos, industriales o regadíos.

En opinión de Sánchez Caro, las presas saldrán reforzadas del cambio climático, puesto que la disminución de las precipitaciones y el previsible incremento en el ritmo de sedimentos a los embalses como consecuencia del fenómeno climático “se traduce en una menor garantía de suministro de agua, que será necesario mejorar con nuevas infraestructuras”.

Donde parece que está más claro es en el caso de las avenidas. Como explica Sánchez Caro, “el cambio climático parece que tiende a incrementar los caudales y volúmenes asociados a estos eventos extremos. La protección de vidas y bienes sólo puede conseguirse laminando estos caudales mediante la existencia de presas”.

Lo que es indudable es que las presas pueden desarrollar un papel positivo, fundamentalmen-

**Las presas pueden desarrollar un papel positivo ya que controlan las inundaciones, proporcionan energía hidroeléctrica (limpia y renovable) y suministran agua para usos domésticos, agrícolas e industriales.**

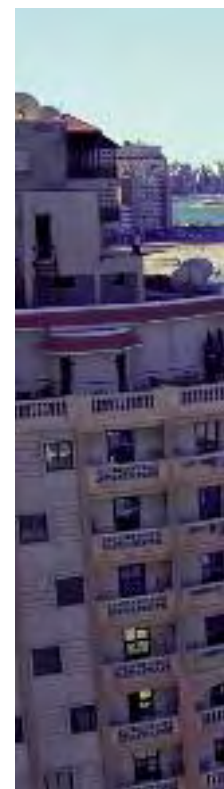
mayor parte de los casos, las presas y embalses han contribuido de manera muy significativa al desarrollo económico y social de numerosos países, así como para solucionar a nivel global las graves problemáticas de agua y energía. En la actualidad, es necesario mejorar los procesos de planificación y de decisión con una amplia participación de todos los afectados”.

Pero, según explica Berga, todavía queda trabajo por hacer: “Hay que prestar mucha atención a los temas relativos a la seguridad de presas mejorando las leyes y normas y hay que cuidar su mantenimiento implantando programas de seguridad y control, con la suficiente dotación económica. También es necesario plantear rigurosamente los temas relativos a las afecciones sociales y medioambientales, cuidando que la creación y explotación de los embalses no produzca alteraciones significativas del medioambiente ni a la biodiversidad”. En esta línea, **Florentino Santos**, Decano de la Demarcación de Madrid del Colegio de Ingenieros de Caminos y Catedrático de Obras y Aprovechamientos Hidráulicos de la ETS de Ing de Caminos de la Univ. Politécnica de Madrid, señala que los embalses “representan una alternativa a las zonas húmedas naturales desecadas. Su importancia ha llegado a restaurar las vías de emigración de aves”. Por ello, en su opinión, hay tres tipos de actuaciones realizadas o a realizar para mejorar la calidad de los embalses como hábitat de avifauna: “islas artificiales, humedales de cola e islas flotantes.

Y para lograr esta mejora, en el caso de las presas se están comenzando a implantar tecnologías informáticas y de comunicaciones en tiempo real para controlar mejor su seguridad.

### AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR

Según el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, el impacto del cambio climático sobre la costa puede tener consecuencias de gran relevancia. Un aumento del nivel del mar puede producir inundaciones, erosiones costeras, incrementos de la intrusión salina y pérdida



de humedales costeros. Por su parte, una variación en el oleaje puede dar lugar a importantes cambios en los procesos de erosión costera, en las formas de las playas o derivar en la pérdida de la funcionalidad y estabilidad de obras marítimas.

En términos generales, el nivel del mar ha venido aumentando globalmente en el mundo entre 1961 y 2003 con una tasa de  $1,8 \pm 0,5$  mm/año. En España, el nivel del mar ha aumentando en el norte de la península, durante la segunda parte del siglo XX, entre 2 y 3 mm/año. Las proyecciones futuras de elevación del nivel medio del mar en España, para el horizonte del año 2050, dan un valor mínimo de 15 cm.

Se ha observado durante los últimos 50 años un aumento importante de la altura de la ola en las fachadas cantábrica y gallega, cambios en la dirección del oleaje en parte de los archipiélagos y de forma muy marcada en el norte de Cataluña.

Se prevé para 2050 un aumento muy probable de la cota de inundación en toda España especialmente en la cornisa gallega y norte de Canarias, con valores de hasta 35 cm y de 20 cm en el litoral mediterráneo, conduciendo a un mayor riesgo de eventos de inundación. El aumento del nivel del mar producirá, además, un retroceso de las playas con valores probables de hasta 15 metros en Canarias, Huelva y Cádiz. Los cambios observados en la dirección del oleaje pueden dar lugar a daños más severos sobre las playas especialmente en la Costa Brava, Islas Baleares y sur de Canarias donde pueden llegarse a alcanzar retrocesos de hasta 70 metros.

Es extremadamente verosímil que el rebase del oleaje sobre la coronación de las obras marítimas aumente entre un 75 y un 100% con la consiguiente reducción de operatividad en algunos de los puertos. Análogamente, en la mayor parte del Cantábrico es probable que

**El aumento del nivel del mar producirá un incremento de las inundaciones y el retroceso de las playas en nuestro país.**

sea necesario aumentar el peso de las piezas que garantizan la estabilidad de los diques entre un 10 y un 25%. Este problema es especialmente en parte de las islas Canarias.

Todos estos datos ponen de relieve la necesidad de poner en marcha estrategias que permitan mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático en las costas. Para este proceso de adaptación, **Iñigo J. Losada**, catedrático de Ingeniería Hidráulica de la Universidad de Cantabria, propone diversas estrategias como realizar estudios de detalle, que permitan establecer en zonas de riesgo los criterios de evaluación técnica de las actuaciones considerando los posibles efectos del cambio climático, incorporar el cambio climático en cualquier estudio como un elemento más de la Gestión Integrada, evitar o minimizar cualquier actuación que suponga una desestabilización de la línea de la costa e introducir en el diseño de las nuevas infraestructuras el efecto del cambio climático en la vida útil de la obra. Además, Losada considera fundamental la puesta en marcha de estrategias encaminadas a la concienciación social.

## TRANSPORTE

Como señala **Ángel Sampedro**, coordinador de Ingeniería de Carreteras en la Universidad Alfonso X el Sabio, "el transporte es el segundo sector responsable de las emisiones de CO<sub>2</sub> y el que mayores incrementos ha experimentado en los últimos años. Por lo tanto, cualquier actuación sobre estas emisiones tendrá grandes implicaciones para el medio ambiente". De hecho, entre 1974 y 2004, las emisiones de gases de efecto invernadero aumentaron un 70%, mientras que las emisiones provenientes de los sectores del transporte y de la energía se han más que duplicado.

Ante esta situación, la Unión Europea está apostando por un aumento de la accesibilidad ligado al desarrollo sostenible en el ámbito del



transporte. Esto supone no sólo proporcionar una mayor eficiencia, sino que también significa una disminución de las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, un aumento de la seguridad en la red principal de carreteras y una considerable disminución de los gastos derivados del transporte de mercancías. En este sentido, el respeto al medio ambiente, la eficiencia del transporte y la sostenibilidad son los pilares fundamentales sobre los que desde Europa se quiere asentar el sistema de transporte.

Como explica **Alberto Camarero**, director del Departamento de Ingeniería Civil. Transportes de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid, “las principales medidas van encaminadas a diseñar un nuevo reparto modal del sector, donde los modos de transporte más eficientes medioambientalmente, adquieran parte del protagonismo perdido durante los últimos años”. Con este fin, se desarrollan medidas que potencien el transporte público frente al privado, mientras que en el ámbito urbano, se

**En los próximos años habrá que apostar por modos de transporte más sostenibles, como son el ferrocarril y el transporte marítimo.**



fomentan iniciativas como los carriles bici, la peatonalización de los centros históricos, el desarrollo de la red de metro, la potenciación de medidas como la utilización del coche compartido, los aparcamientos disuasorios. Asimismo, la apuesta por el ferrocarril, con servicios eficientes y competitivos respecto al transporte aéreo y al transporte por carretera, “ayudará a cambiar en un futuro próximo la configuración del modelo del reparto modal”.

Asimismo, en transporte de mercancías, hay dos tipos de actuaciones concretas: por un lado, las que potencian el uso del ferrocarril para el transporte de mercancías; y, por otro lado, el desarrollo del transporte marítimo de corta distancia y el de las autopistas del mar.

A nivel nacional, Camarero pronostica que “las transformaciones de transporte españolas en los próximos cincuenta años serán de gran calidad, apostando por modos de transporte más sostenibles, como son el ferrocarril y el transporte marítimo. La utilización de procesos constructivos más eficientes y sostenibles será algo generalizado en el sector. Además, la concienciación sobre la necesidad de desarrollar un progreso sostenible influirá en que se desarrollen y pongan en servicio de forma global todas las medidas necesarias para paliar los efectos externos generados por dichas infraestructuras”.

## INVESTIGACIÓN

Uno de los principales obstáculos que presenta la lucha contra el cambio climático es el desconocimiento del fenómeno. En opinión de Pedro Fernández Carrasco, “España no está preparada y lo que es peor, desconocemos el orden de magnitud del coste de no estar preparados”.

Por ello, otra de las medidas adoptadas desde el ámbito de la ingeniería civil tiene que ver con la investigación, tanto para incrementar los conocimientos sobre el cambio climático y sus efectos, como para encontrar prácticas que contribuyan con eficacia y eficiencia en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y que contribuyan a combatir el cambio climático.

Una de las últimas medidas adoptadas es el Balcón del Cambio Climático. Tecniberia, la patronal de empresas de ingeniería ha creado en su página web ([www.tecniberia.es](http://www.tecniberia.es)) un nuevo módulo a través del cual se pueda intercambiar conocimientos, actuaciones y opiniones sobre cambio climático. Con este objetivo, desde el Balcón se accederá a noticias, artículos de opinión o proyectos relacionados con el sector del cambio climático.

Entre los contenidos, aquellos que visiten el Balcón tendrán la posibilidad de, a través de la Calculadora de la Huella de Carbono, conocer rápida y fácilmente una orden de magnitud de las emisiones de gases efecto invernadero que genera su lugar de trabajo. Además, la página pone al servicio de los asociados que accedan a la página un servicio de Screening, con el que podrán conocer el potencial de generación de créditos de carbono de los proyectos susceptibles de ser Mecanismos de Desarrollo Limpio.





**Cada día,  
los 45.000  
colaboradores  
del Grupo  
cuidan  
de nuestros  
clientes.**

**Transdev, un gran Operador  
a nivel europeo.**

Edificio: 107 - 11  
28002 Madrid  
T: +34 902 101 901  
F: +34 902 100 004  
[www.transdev.es](http://www.transdev.es)

**TRANSDEV**  
Promoviendo movilidad

## **MANUAL DE ECOLOGÍA DEL PAISAJE. Aplicada a la planificación urbana y de infraestructuras**



**Ignacio Español Echániz**

2006. 24 x 17 cm. (235 páginas)

P.V.P.: 45 euros / Precio colegiados: 36 euros

ISBN: 84-380-0319-2

Hasta hace poco la ordenación territorial no había considerado la necesidad de hacer viable la convivencia de los procesos que mantienen la biodiversidad con los usos y aprovechamientos del ser humano. Este manual presenta los principios básicos de la ecología del paisaje como instrumentos para el diagnóstico de los sistemas territoriales desde ese punto de vista.

La idea es poder ordenar el territorio teniendo en cuenta no sólo las funciones territoriales básicas de la sociedad humana sino también incardinando en el espacio las redes de relación ecológica que mantienen la biodiversidad en los territorios mixtos donde los valores ecológicos conviven con los culturales. El manual además incluye la revisión de cuatro casos recientes de planificación.

Ignacio Español Echaniz es profesor de paisaje y evaluación ambiental en la Universidad Politécnica de Madrid y en la Universidad de Castilla La Mancha. Es asesor experto para paisaje e infraestructuras del Consejo de Europa. Como profesional ha trabajado en la mejora ambiental de numerosos proyectos de infraestructuras y planes de ordenación.

A LA VENTA EN LA LIBRERÍA DEL CICCIP ([www.ciccp.es](http://www.ciccp.es)). Tel.: 91 308 19 88 (ext. 272-298) - Fax: 91 319 95 56 - [libreria@ciccp.es](mailto:libreria@ciccp.es)  
También disponible en préstamo en la Biblioteca. Tel.: 91 308 34 09 - Fax: 91 319 95 56 - [biblioteca@ciccp.es](mailto:biblioteca@ciccp.es)

# PROTOCOLO DE KIOTO Y CUMBRE DE COPENHAGUE

**E**l Protocolo de Kioto fue aprobado en 1997 y entró en vigor el 16 de febrero de 2005. En líneas generales, lo que pretende el Protocolo de Kioto es que los países se esfuercen en mejorar su eficiencia energética, al tiempo que sustituyen los combustibles fósiles por energías limpias. Se trata, por tanto de uno de los mayores retos de la historia de la humanidad.

Mediante este acuerdo, los países desarrollados se comprometen a reducir de forma colectiva sus emisiones de gases efecto invernadero un 5% como media anual durante el periodo 2008-2012 con relación a las emisiones del año base (1990 en la mayoría de los casos). Los quince países que formaban parte de la Unión Europea cuando se adoptó y ratificó el Protocolo, acordaron redistribuir el objetivo comunitario entre los Estados miembro.

Como consecuencia de esta distribución, a España le corresponde limitar en un 15% el crecimiento de sus emisiones durante dicho periodo. Sin embargo, aún queda mucho trabajo por realizar, puesto que España se mantiene como uno de los países de la Unión Europea que más se aleja de los objetivos de Kioto de reducción de emisiones, por lo que tiene que trabajar para, al tiempo que reduce sus emisiones, lograr separar su modelo de crecimiento económico de la utilización de combustibles fósiles y la emisión de gases de efecto invernadero.

La existencia de compromisos cuantificados de limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero es la columna vertebral del Protocolo de Kioto, pero presenta otros elementos. El primero de ellos son los mecanismos de flexibilidad, un conjunto de tres instrumentos de mercado para que las reducciones de emisiones se produzcan allí donde los costes de mitigación son menores. El segundo elemento lo constituye la inclusión de las absorciones de carbono por los llamados sumideros biológicos en la contabilidad del balance de emisiones nacionales.

Los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto se han convertido en un elemento clave para facilitar la transición hacia un modelo de crecimiento económico a escala global menos dependiente de los combustibles fósiles, gracias a la creación de un mercado de carbono mundial y el establecimiento de un precio vinculado a sus emisiones.

Como señala Ángel Sampedro Rodríguez, Coordinador de Ingeniería de Carreteras de la Universidad Alfonso X el Sabio, a los condicionantes ambientales tradicionales, Kioto "ha venido a añadir otra serie de variables en todo este planteamiento que todavía no consideramos de forma completa en los proyectos de ingeniería civil". Como consecuencia, las emisiones de Gases de Efecto Invernadero han pasado a ser un factor medioambiental más fácilmente evaluable, tanto en la fase de construcción, como en la posterior de explotación, lo que puede convertirse en "uno de los factores más importantes en el caso de determinados tipos de infraestructuras". Esto provoca la introducción de nuevas variables a tener en cuenta en cualquier actuación en obra civil, ya sea en la fase de estudios, proyecto, construcción y explotación.

Doce años después, y con los retos de Kioto incumplidos, en Copenhague ha sido el escenario en el que durante doce días todos más de un centenar de jefes de Estado y Gobierno, junto a sus delegaciones han discutido sobre las medidas a adoptar en la lucha contra el cambio climático a partir de 2012, cuando finalice el plazo marcado por Kioto, así como incorporar a nuevos países a esta lucha. De momento, a la Cumbre se le puede reconocer el éxito de conseguir que Estados Unidos y China, los grandes ausentes en la ratificación de Kioto, se suban al tren de la lucha contra el cambio climático, sobre todo, teniendo en cuenta que ambos países suman casi el 50% de las emisiones globales de CO2 provenientes de la industria.

En Estados Unidos, Obama ha reconocido la urgencia de actuar para estabilizar el clima y ha afirmado que su país podría reducir un 17% las emisiones en 2020 respecto a los niveles de 2005 –esto equivaldría a una reducción del 4% respecto a las emisiones en 1990, año de referencia de Kioto–. Sin embargo, Obama no se compromete a nada: el problema es que para hacerlo necesitaría el apoyo de las cámaras legislativas, y no lo tiene: si bien es cierto que en junio el Congreso aprobó esos objetivos, hasta febrero dichos compromisos no serán aprobados por el Senado. A ello se une que en noviembre de 2010 se renovarían los senadores por lo que la mayoría de ellos no quieren votar poco antes de las elecciones una medida que se presentaría como dañina para la industria americana.

China, por su parte, acudía a la Cumbre con la propuesta de reducir entre un 40 y un 45% su intensidad energética, es decir, la energía gastada por cada unidad de PIB producida. No se trata de una medida de una bajada de emisiones, sino de una medida de eficiencia.

En definitiva, de lo que se trata es de encontrar un nuevo sistema energético para impulsar la economía mundial, un cambio de modelo sostenible que apague el motor que ha alimentado el crecimiento en los últimos siglos: el uso del petróleo, el carbón y el gas natural.

Y con este mismo objetivo de fomentar la investigación en el campo de la ingeniería, el Institution of Civil Engineers del Reino Unido (ICE), la American Society of Civil Engineers de los Estados Unidos (ASCE) y la Canadian Society for Civil Engineering (CSCE) han firmado el Protocolo la Ingeniería Civil y el Cambio Climático, que apuesta por que los profesionales en ingeniería busquen nuevas alternativas para desarrollar tecnologías y materiales que reduzcan las emisiones contaminantes, durante todo el ciclo de vida de los sistemas de infraestructura.

Además, este Protocolo señala la necesidad de desarrollar e implementar herramientas, políticas y prácticas para la evaluación del riesgo y adaptación de los cambios en infraestructura originados por el cambio climático. Ambas prioridades deben ejecutarse a través de una legislación sólida que permita establecer las políticas públicas adecuadas.

En conclusión, como señala Florentino Santos, "la ingeniería civil en España está llevando a cabo un cambio muy importante en todas las fases de su proceso vital ajustándose de acuerdo con toda la normativa vigente de medio ambiente, la cual cada vez es de mayor exigencia, propiciando una responsabilidad hasta penal para aquellos que infringieran las normativas vigentes". Sin embargo, aún quedan cosas por hacer. Pese a que, como reconoce Santos, se ha avanzado hacia criterios más sostenibles en aspectos medioambientales, "es necesario mejorar en aspectos de participación y en criterios holísticos y sistémicos".

En este sentido, señala Pedro Fernández Carrasco, "los criterios de diseño deben cambiar no sólo por el clima. Hay que pensar en un sistema de infraestructuras en red, integrado en un sistema de servicios más amplio y donde la eficacia energética, junto a la organización de los mismos, resulte la mejor herramienta para reducir consumos altamente ineficientes social, medioambiental, económicos y paisajísticos".

Rosa Arce también anima a dar un paso más: "La velocidad de cambio que puede ser necesaria requiere ir algo más allá de los objetivos de Kyoto y para ello es imprescindible que se produzcan cambios drásticos en el uso de las infraestructuras, sistemas y equipos, en nuestros estilos de vida y en el comportamiento y objetivos de las empresas. Los modestos cambios incrementales de mejora de, por ejemplo, la eficiencia energética podrían ser suficientes para cumplir los objetivos de Kyoto en 2012, pero no sirven para ir más allá".

Como recuerda el Informe Stern sobre la Economía del Cambio Climático, frenar el calentamiento de la tierra hasta tasas que hagan compatible el crecimiento económico y el respeto al medio ambiente costaría un 1% del PIB mundial. Dejar que las cosas sigan como están puede costar hasta un 20% más, además de la catástrofe humanitaria y patrimonial que conllevaría una subida potencial de las temperaturas medias de la tierra de hasta cinco grados centígrados en este siglo. En definitiva, se trata de un reto importante, pero de un esfuerzo necesario. ▲