

El cambio climático en España: una realidad con efectos en la economía y el sector asegurador

FRANCISCO J. AYALA-CARCEDO. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. ASESOR CIENTÍFICO DEL PANEL INTERGUBERNAMENTAL PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC) DE LA ONU

El Cambio Climático por aumento del efecto invernadero, tratado habitualmente como una posibilidad sería por estar científicamente fundada, pero necesitada aún de elementos suficientes de confirmación (Balairón, 2000; IPCC, 2001), de acuerdo con lo que se deduce del análisis de los datos actualmente disponibles, parece haber comenzado ya en España.

EL CAMBIO CLIMÁTICO EN ESPAÑA: UNA REALIDAD

Los elementos que configuran esta realidad, obtenida del análisis de los datos de 38 observatorios meteorológicos de la red principal distribuidos por toda la España Peninsular (Instituto Nacional de Meteorología, 2002), una vez excluidos los afectados por perturbaciones con la «isla de calor» de las grandes ciudades, y los carentes de un número suficiente de datos, son los siguientes.

- a) Subida media de la Temperatura media anual en la España Peninsular en el período 1971-2000: 1,53 °C. La temperatura ha subido en 36 de los 38 observatorios analizados de forma estadísticamente significativa al 95%.

Dado que las predicciones máximas de los modelos climáticos son de hasta unos 0,4 °C de aumento por década para el siglo XXI (PARRY *et al.* 2000), 1,2 °C para 30 años. La realidad observada para el período 1971-2000 sugiere que estas tasas máximas previstas se estarían superando hoy en un 27,5%; que el problema es más grave de lo que suponíamos, y que puede llegarse a mediados de siglo con una subida mínima de temperatura respecto a 2000 de 2,50 °C y probable en torno a los 3,5 °C, dado el aumento previsible de gases invernadero, 1-2 °C más de lo que pensábamos hace unos pocos años. Ya el meteorólogo Carlos Alamarza, del Instituto Nacional de Meteorología, advirtió en 2000 que el aumento de temperatura en Madrid en el último siglo y medio, descontado el efecto de isla térmica, había sido un 50% superior a la media del Hemisferio Norte (ALMARZA, 2000). Esto supone que hemos entrado en

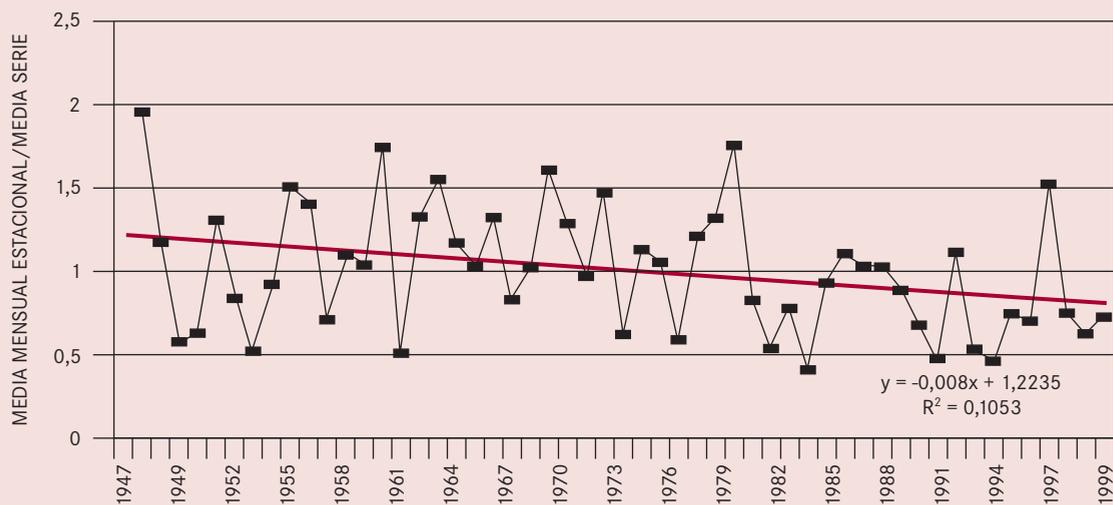
ESTUDIO

FIGURA 1. AUMENTOS DE TEMPERATURA MEDIA ANUAL EN DIVERSOS OBSERVATORIOS METEOROLÓGICOS EN EL PERÍODO 1971-2000.



El aumento ha sido mayor en el interior de la Península, 1,6 °C de media, que en las zonas costeras, con 1,4 °C de media, atemperadas por el efecto termorregulador del mar (con datos del Instituto Nacional de Meteorología)

FIGURA 2. EVOLUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN INVERNAL (ESPAÑA), 1947-1999



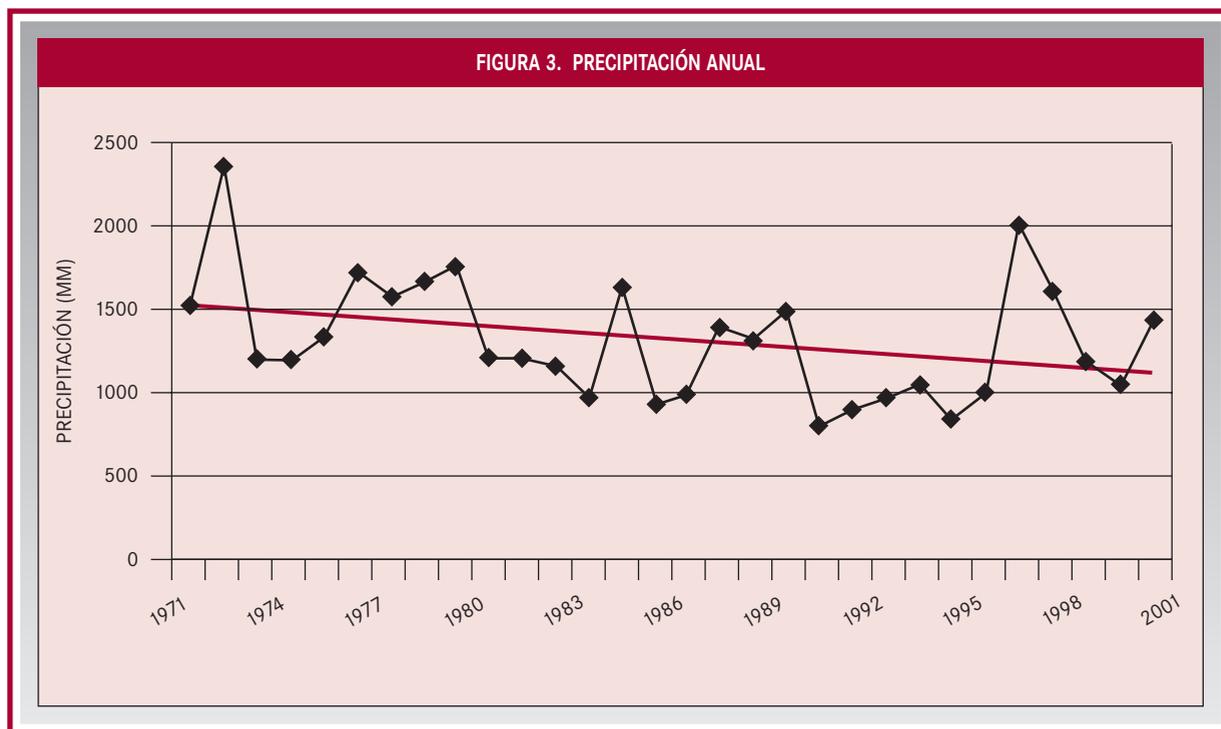
La Precipitación Invernal, componente principal de la Precipitación total en no pocas cuencas hidrográficas, y la que tiene una mayor capacidad de generación de recursos hídricos aprovechables, muestra una clara tendencia a la baja, estadísticamente significativa al 95%, que ha supuesto en el período un descenso del 34,3% (con datos del Instituto Nacional de Meteorología).

una clara africanización del clima peninsular en España, ya que el cuarto meridional del país alcanza temperaturas medias iguales a las del norte de Marruecos hace un cuarto de siglo, y a mediados de siglo, las tendrá toda la mitad sur.

b) *Precipitación anual*: sin cambios o a la baja mayoritariamente donde hay tendencia estadísticamente significativa. Un análisis de los datos del Instituto Nacional de Meteorología para la media de precipitación en España en el período 1947-1999, indica que no se observa aún una tendencia estadísticamente significativa; sin embargo, la tendencia de la precipitación estacional en invierno, componente principal de la anual en gran parte del país, y principal fuente de generación de recursos hídricos, indica una clara tendencia decreciente, estadísticamente significativa al 95%. Por tanto, el descen-

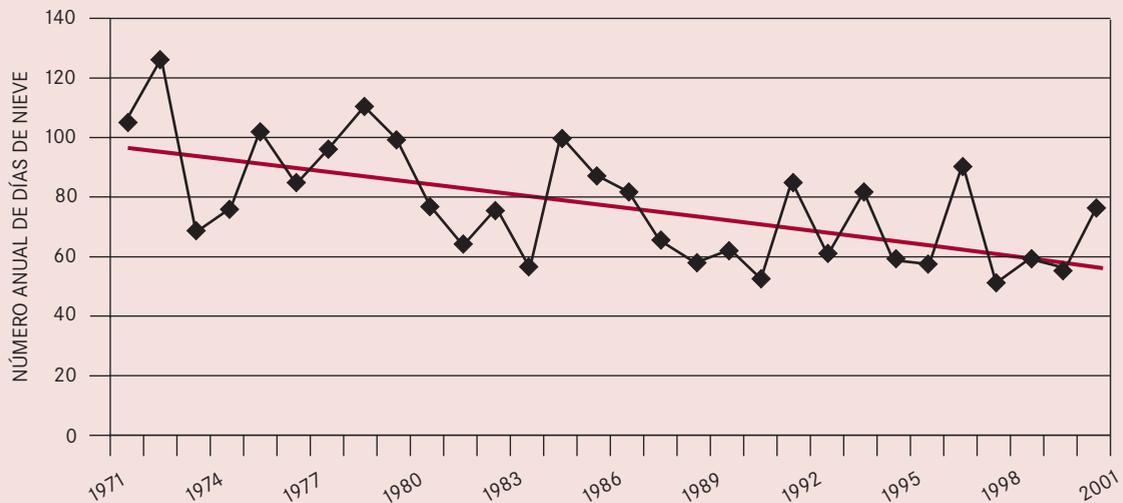
so de la lluvia previsto en los modelos parece haber comenzado.

- c) *Humedad relativa del aire*: a la baja donde hay tendencia estadísticamente significativa.
- d) *Número de días de nieve anuales*: a la baja sin excepción.
- e) *Número de días con temperatura media mayor de 25 °C*, al alza sin excepción. Esto indica una clara tendencia al aumento de las olas de calor, tanto en frecuencia como en severidad.
- f) *Temperaturas máximas anuales y mínimas anuales*: al alza sin excepción.
- g) *Nivel medio del mar (Alicante)*: la tasa anual de subida se ha multiplicado por 3 en la década 1990-2000 (3,875 mm/año) respecto a la década 1980-1990 (1,345 mm/año). Fenómenos similares se han producido en el Cantábrico.



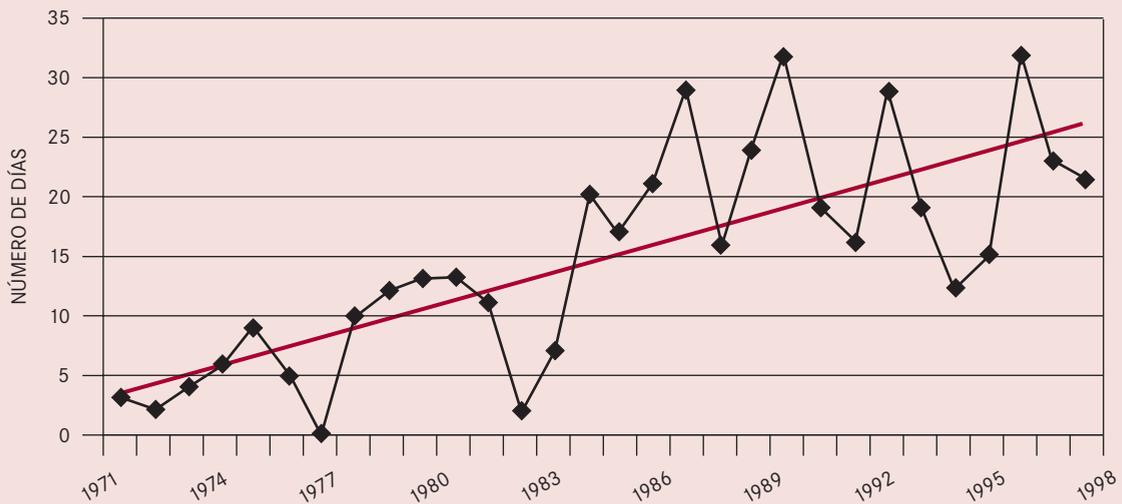
En algunos observatorios, como este de Navacerrada, se aprecia una tendencia a la reducción de la Precipitación anual, superior al 27% en este caso. Una reducción continuada de precipitación aunada a una mayor temperatura, podría llegar a crear problemas de abastecimiento de agua en la Comunidad de Madrid, que se surte de las aguas del Lozoya, con nacimiento cercano a esta estación (con datos del Instituto Nacional de Meteorología).

FIGURA 4. NÚMERO ANUAL DE DÍAS DE NIEVE EN EL OBSERVATORIO DE NAVACERRADA (MADRID)



Uno de los efectos más claros de la subida de temperatura, ha sido el importante descenso del número anual de días de nieve, casi un 41% en el observatorio de Navacerrada (Madrid), situado en el centro de la Península. Es obvio el riesgo que esto representa para el turismo de invierno (con datos del Instituto Nacional de Meteorología).

FIGURA 5. NÚMERO DE DÍAS CON TEMPERATURA MÁXIMA MAYOR DE 25 °C EN NAVACERRADA (MADRID)



En el observatorio de Navacerrada, se aprecia el enorme aumento del número de días con temperatura máxima superior a los 25 °C –un buen indicador de la tendencia a las olas de calor–, que en este caso se ha multiplicado en el período por más de siete (con datos del Instituto Nacional de Meteorología).

Este conjunto de hechos constituyen una primera aproximación al problema, claramente significativa, que debería alertar a todos los que tienen que ver con el clima o sus efectos. El resultado coincide con una apreciación ampliamente extendida entre la población de que el clima «no es como antes». Dado que se trata de un proceso en marcha, una primera repercusión de esta realidad debería ser la incorporación de este aspecto en cuantos planes, programas y proyectos, públicos y privados, puedan resultar afectados de forma significativa por el mismo.

LOS IMPACTOS PREVISIBLES SOBRE EL MEDIO NATURAL

Gran parte de los impactos, bien a nivel global (IPCC, 2001; WATSON, 2001), bien a nivel regional (KARAS, 1997), han sido ya identificados.

Ecosistemas forestales

a) Ralentización del crecimiento y productividad debido al claro aumento del estrés hídrico.

b) Aumento de la peligrosidad (y frecuencia en los naturales) de los incendios forestales por la mayor temperatura y sequedad del aire.

c) La menor productividad conlleva inevitablemente un aumento de la vulnerabilidad de las especies animales asociadas y el descenso de la caza salvaje, así como un descenso de la materia orgánica en los suelos forestales, que realimenta una menor productividad.

d) El aumento de temperatura conlleva inevitablemente un corrimiento altitudinal de las zonas de vegetación; esto puede conllevar tanto la destrucción de endemismos de la zona sin vegetación más alta, como la conversión a estepa de algunas zonas bajas actualmente forestadas.

Humedales

La disminución de los recursos hídricos, el aumento de temperaturas y la disminución de la humedad del aire, conllevan menores láminas de agua por el severo aumento de la evaporación; pueden darse graves crisis ecológicas especialmente en humedales de alimentación pluvial dominante (AYALA-CARCEDO, 2002).

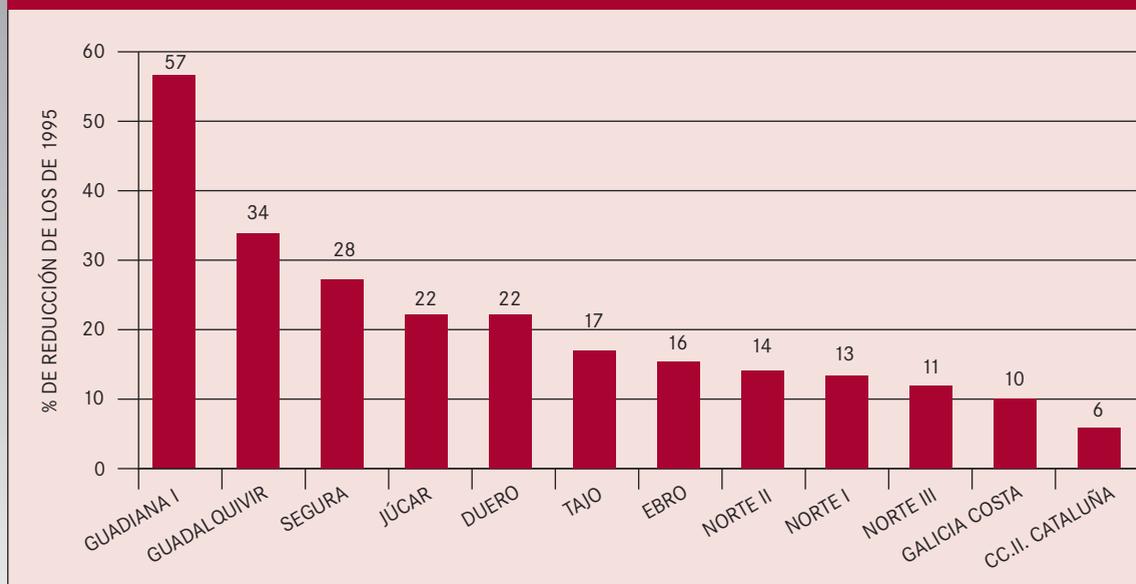
Recursos hídricos

El mero aumento de temperatura, a igualdad de lluvia, conlleva inevitablemente un claro aumento de la evapotranspiración a través de suelos y plantas, y por tanto una reducción de los recursos disponibles. Esta reducción ha tenido que darse ya, lo que cuestiona algunas restituciones de aportación a régimen natural realizadas en algunas cuencas por los organismos hidrográficos que no muestran tendencia a la reducción y que han sido utilizadas para el Plan Hidrológico Nacional (PHN) 2002.

Este descenso generalizado de recursos, evaluado ya desde 1996 (AYALA-CARCEDO, 2003) cuestiona en profundidad tanto los planteamientos económicos –menos recursos sobre los que repercutir los costes de obras hidráulicas– como ecológicos de no pocas actuaciones del PHN (ARROJO y DEL MORAL eds., 2003). El caso del Trasvase Ebro-Costa Mediterránea es especialmente relevante, ya que la disminución de recursos en la cuenca del Ebro, aunada a la aceleración de la subida del nivel del mar –y por tanto la mayor penetración de la cuña salina Ebro arriba hacia Tortosa, lo que implica la necesidad de asegurar mayores caudales en el río para impedir dicha penetración–, colocan esta obra en un campo claramente marginal en lo económico frente a otras alternativas, y con graves repercusiones ecológicas (VID. ARROJO, y DEL MORAL edits., 2003).

El descenso de recursos, junto a la pérdida de productividad de los ecosistemas naturales tierra adentro, conlleva un descenso de los recursos pesqueros y la productividad de los ecosistemas marinos, volviéndolos más vulnerables ante la contaminación marina.

FIGURA 6. REDUCCIÓN DE RECURSOS PARA 2060 (%)



El Cambio Climático –debido al descenso de precipitación y el aumento de evaporación por la mayor temperatura– supondrá una significativa reducción de los recursos hídricos en todas las cuencas españolas (AYALA-CARCEDO, 2003). Esto implica un aumento progresivo de los costes de regulación y, por tanto, del m³ de agua, y un aumento del riesgo en inversiones hidráulicas.

Costas

Agravamiento generalizado del retroceso de costas y deltas y erosión de las playas por la triple combinación de:

- a) Subida del nivel del mar debida a la expansión térmica del agua derivada de una mayor temperatura.
- b) Descenso de los recursos hídricos portadores de sedimento.
- c) Sobreregulación de los ríos.

Esto hace que las políticas de aguas y costas deban estar vertebradas, debiendo sujetarse la primera a los requisitos ecológicos impuestos por la segunda. Una de las consecuencias de estos hechos previsibles puede que sea probablemente la revisión al alza del límite de 100 metros de dominio público marítimo-terrestre para la construcción en zonas costeras, ya que el ascenso previsto para mediados de siglo, unos 20 cm al menos, supone en numerosas zonas la invasión marina de esta franja de dominio público.

Agricultura

- a) Descenso de la productividad de los secanos y pastos por el aumento del estrés hídrico y las rachas de sequía.
- b) Aumento de la vulnerabilidad de frutales por el adelanto de la floración, debido a las heladas tardías.
- c) Mayor vulnerabilidad de los suelos a la salinización.
- d) Probablemente, una mayor incidencia de diversas plagas agrícolas. Algunos aspectos de estos impactos, ha sido analizados por Sahfer y Mjedle (1994) e Iglesias (1995).

EN ACTIVIDADES ECONÓMICAS Y SOCIALES

- a) Aumento de las *olas de calor* en frecuencia, persistencia y severidad con su cortejo de

efectos asociados: muertes de personas, incendios forestales, descenso del turismo, etc. Cabe recordar, en España, las olas de calor veraniegas de 1995, con 93 muertos, y la de 2003, con 141 muertos y graves incendios, los fenómenos con mayor mortalidad de la última década.

- b) Penetración de *infecciones exóticas* propias de zonas más cálidas y agravamiento de infecciones debidas a legionella y similares.
 - c) Descenso de los consumos energéticos para calefacción –uno de los efectos positivos del Cambio Climático– y aumento severo de los de refrigeración/acondicionamiento. Dado que estos segundos implican un mayor consumo de energía eléctrica, frente al uso directo del combustible en la calefacción, y los rendimientos en la conversión de energía térmica en eléctrica, menores del 50%, esto implicará un *aumento neto de las emisiones de gases invernadero* y, por tanto, una dificultad adicional para el ya problemático cumplimiento del Protocolo de Kioto, que obliga jurídica y económicamente a España a limitar el aumento de emisiones de gases invernadero para 2012 al 15% sobre las de 1990 (en la actualidad, se lleva un aumento del 38%).
- a) Aumento del riesgo asociado a inversiones/aseguramiento en el sector forestal y actividades cinegéticas y piscícolas, incluida la pesca marítima en las costas españolas para numerosas especies.
 - b) Aumento del riesgo para inversiones/aseguramiento en generación hidroeléctrica, trasvases hidráulicos y regadíos (salvo los abastecidos con agua desalada).
 - c) Aumento del riesgo en inversiones/aseguramiento en turismo de nieve.
 - d) El turismo de verano en las costas mediterráneas, será afectado negativamente por las olas de calor, pero la mejoría del clima el resto del año puede compensar con estrategias adecuadas estos efectos mediante una mayor desestacionalización de la demanda.
 - e) Claro aumento de los riesgos para inversiones/aseguramiento en el sector agropecuario, especialmente el de secano.
 - f) Aunque algunos estudios pronostican un aumento de la frecuencia y severidad de los riesgos tipo inundación (EASTERLING *et al.*, 2000), no se detecta aún en España una tendencia estadística suficientemente significativa que permita hacer un pronóstico.
 - g) Aumento del riesgo económico/asegurador en construcciones en zonas costeras que pudiera derivarse de una posible revisión de la extensión de la zona con restricciones constructivas para conservación del dominio público marítimo-terrestre impuesta por el ascenso acelerado del nivel del mar.
 - h) Aumento del riesgo en inversiones/aseguramiento, de infraestructuras energéticas e industrias de alto impacto en términos de gases invernadero, sobre las cuales recaerá con un mayor peso el cumplimiento del Protocolo de Kioto.

PROBABLES EFECTOS SOBRE EL RIESGO DE INVERSIONES Y EL SECTOR ASEGURADOR

Primeras aproximaciones a esta problemática han sido hechas ya por Ayala-Carcedo y Piserra (2000).

A lo largo del siglo XXI, se producirán los siguientes efectos de forma progresiva, que deberán ser tenidos en cuenta en inversiones/instalaciones:

Una parte de los nuevos riesgos puede ser neutralizada a través de contramedidas adecuadas. Así, en el sector agrícola, mediante el cambio de variedades o especies mejor adaptadas al nuevo clima o cambio en los sistemas y calendario de laboreo.

A la inversa, la realidad comenzada y en marcha que es ya el Cambio Climático, aminorará progresivamente los riesgos en inversión/aseguramiento en contramedidas para frenar el proceso, tales como:

- a) Energías renovables: eólica, solar térmica, solar fotovoltaica, geotérmica, biomasa y maremotriz.
- b) Transporte menos contaminante por unidad transportada: ferrocarril, marino y fluvial.
- c) Aislamiento térmico en construcción.
- d) Utilización de bosques como sumideros de CO₂ (a tener en cuenta el descenso previsible de productividad señalado, y por tanto su menor capacidad como sumideros).
- e) Tecnología de captación/reducción del CO₂.
- f) Tecnologías de ahorro energético en general.
- g) Tecnologías de combustión limpia como el hidrógeno, o las pilas de combustible.
- h) Fabricantes e instaladores de sistemas de acondicionamiento de aire.

Una exposición de medidas para frenar el Cambio Climático puede verse en la *Estrategia Española sobre cambio climático para el cumplimiento del protocolo de Kioto* recientemente aprobada en 2004 por el Consejo Nacional del Clima, un primer paso en la dirección adecuada.

REFERENCIAS

- ALMARZA, C. (2000): «Respuesta al Calentamiento Global de la serie de temperatura media anual de Madrid». *Actas de la II Asamblea Hispano-Lusa de Geodesia y Geofísica*.
- ARROJO, P. y DEL MORAL, L. edits. (2003): «La Directiva Marco del Agua: realidades y futuros». *III Congreso Ibérico de Planificación y Gestión del Agua*. Fundación Nueva Cultura del Agua, Zaragoza, 585 pp.
- AYALA-CARCEDO, F. J. (2003): «Impactos del Cambio Climático sobre los recursos hídricos en España y viabilidad física y ecológica del Plan Hidrológico Nacional 2001». En ARROJO y DEL MORAL eds. *La Directiva Marco del Agua: Realidades y Futuros*. Fundación Nueva Cultura del Agua, Zaragoza, 253-271.
- AYALA-CARCEDO, F. J. (2002): «Notas sobre impactos físicos previsible del Cambio Climático sobre los lagos y humedales españoles». En DEL MORAL ed. *III Congreso Ibérico de Planificación y Gestión de Aguas*. Sevilla, Fundación Nueva Cultura del Agua, 360-364.
- AYALA-CARCEDO, F. J. y PISERRA, M. (2000): «Impacto potencial del Cambio Climático sobre la economía y los seguros en Europa». *Gerencia de Riesgos y Seguros*. MAPFRE. Año XVII, 69, 15-20.
- BALAIRÓN, L. edit. (2000): «El Cambio Climático, El campo de las Artes y las Ciencias», 137, Servicio de Estudios del BBVA.
- EASTERLING, D. R.; MEEHL, G. A.; PARMESAN, C.; CHANGON, S. A.; KARL, T. R. & MEAMS, L. O. (2000): «Climate Extremes: Observations, Modelling and Impacts». *Science*, 289, 2068-2074.
- IGLESIAS, A. (1995): «La influencia del cambio climático sobre los cultivos», *El Boletín*, M.º de Agricultura, Pesta y Alimentación, Madrid, 21, 16-24.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA (2002): «Valores normales y estadísticos de observatorios meteorológicos principales (1971-2000)». Vols. 1-5.
- IPCC (2001): «Third Assessment Report on Climate Change». United Nations (hay versión en la red).
- KARAS, J. (1997): «El Cambio Climático en la Región Mediterránea». Greenpeace.
- PARRY, M.; PARRY, C. y LIVERMORE, M. (edit.) (2000): «Valoración de los efectos potenciales del cambio climático en Europa (Informe ACACIA de la Comisión Europea, Resumen y conclusiones)», Universidad de Catilla-La Mancha-Iberdrola, Toledo, 29 pp.
- SHAFFER, C. E. y MJEDLE, J. W. (1994): «Weather. Agricultural Production and Prices». En Griffiths ed. *Handbook of Agricultural Meteorology*, Oxford University Press, NY, 299-308.
- WATSON, R. T. ed. (2001): «Climate Change 2001: Synthesis Report». Cambridge University Press, 700 pp.