



# PNACC Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático



Catálogo general de publicaciones oficiales  
<http://www.060.es>

Edita: Centro de Publicaciones  
Secretaría General Técnica  
Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino ©

NIPO: 310-08-065-9  
NIPO (internet): 310-08-066-4  
Depósito Legal: M-26.425-2008  
Imprime: Cyan, S.A.

Impreso en papel reciclado al 100% totalmente libre de cloro

## **· PRESENTACIÓN ·**

---

*La evidencia de que el cambio climático ya es una realidad ha permitido tomar conciencia de la necesidad de emprender acciones para adaptarnos a sus efectos con suficiente antelación. La adaptación al cambio climático no es una alternativa frente a la reducción de las causas que lo originan, sino un complemento necesario de las políticas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero causantes del calentamiento global.*

*La Conferencia de las Partes del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático celebrada en diciembre de 2007 en Bali, Indonesia, define por primera vez, en pie de igualdad, a la mitigación y a la adaptación como los pilares fundamentales de la lucha global contra el cambio climático.*

*Desde 2004, España ha logrado avances significativos en la definición de un conjunto coherente de políticas públicas frente al cambio climático. Y uno de los instrumentos clave de esta respuesta institucional es el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC). El Plan fue aprobado en 2006 por el Consejo de Ministros tras su debate en los principales órganos de coordinación y participación en esta materia -la Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático, el Consejo Nacional del Clima y la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente-, así como después de ser sometido a un amplio proceso de consulta pública.*

*El PNACC es el marco de referencia para la coordinación entre las Administraciones Públicas en lo relativo a la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en España en los distintos sectores potencialmente afectados (gestión del agua, agricultura, bosques, biodiversidad, zonas costeras, salud, turismo...). El Plan Nacional de Adaptación facilita la elaboración de diagnósticos y la definición de las medidas más efectivas para la adaptación.*

*La adaptación al cambio climático constituye un reto para numerosas áreas de responsabilidad pública y privada y requiere un conocimiento permanentemente actualizado sobre los potenciales efectos que se pueden producir a nivel local, así como sobre las estrategias más recomendables para abordarlos con éxito. Para ello, es imprescindible garantizar cauces que permitan compartir el conocimiento y experiencia de los distintos agentes de la sociedad española. En este sentido, el Plan es concebido como un proceso continuo que orienta y compromete a administraciones públicas, empresas y actores sociales en un esfuerzo común.*

*El éxito del Plan requiere, por tanto, que sus objetivos, sus progresos y sus resultados sean difundidos, evaluados e incorporados de forma efectiva por los distintos interesados: administraciones, organizaciones y sociedad en general. Esta publicación, que quiere ser una contribución al esfuerzo divulgador, sintetiza los contenidos del PNACC, así como los principales resultados del diagnóstico preliminar y las primeras líneas de trabajo definidas en cada uno de los ámbitos analizados.*

*Elena Espinosa Mangana  
Ministra de Medio Ambiente y  
Medio Rural y Marino*



## **· PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO ·**

El cambio climático constituye una de las principales amenazas globales a las que debemos hacer frente en este siglo. Incluso considerando las previsiones más optimistas sobre las futuras emisiones de gases de efecto invernadero, los estudios científicos revelan que un cierto grado de cambio en el clima es ya inevitable. Esto se debe a que los principales gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono, el metano o el óxido nitroso, son químicamente estables y persisten en la atmósfera en periodos de tiempo que van desde décadas hasta siglos. De este modo, las emisiones de estos gases ejercen su influencia en el clima a medio y largo plazo.

Esta influencia en el clima se traduce en variaciones de los parámetros climáticos, las cuales afectan, en mayor o menor medida, a ecosistemas, sectores, sistemas y nuestro entorno en general. La rapidez con que se producen estas variaciones y la cantidad de variación que tenga lugar determinarán los impactos que se produzcan a nivel local, regional y mundial.

Es un hecho constatado que los impactos del cambio climático ya se hacen sentir por toda la geografía mundial. Por ello debemos llevar a cabo todas las acciones necesarias para minimizar esos impactos a través de la adaptación, reduciendo de esa forma nuestra vulnerabilidad al cambio.

---

<b>RESPUESTAS FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO</b>	<b>4</b>
EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	4
<b>EL PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO (PNACC)</b>	<b>5</b>
OBJETIVOS DEL PNACC	5
ESCENARIOS CLIMÁTICOS FUTUROS	6
SECTORES Y SISTEMAS CONTEMPLADOS EN EL PNACC	6
DESARROLLO DEL PNACC	8
COMUNICACIÓN, FORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN PÚBLICA	8
<b>IMPACTOS SOBRE SECTORES Y SISTEMAS Y LÍNEAS DE ACTUACIÓN</b>	<b>9</b>
1 BIODIVERSIDAD	9
2 RECURSOS HÍDRICOS	12
3 BOSQUES	13
4 SECTOR AGRÍCOLA	13
5 ZONAS COSTERAS	14
6 CAZA Y PESCA CONTINENTAL	14
7 ZONAS DE MONTAÑA	15
8 SUELOS	15
9 PESCA Y ECOSISTEMAS MARINOS	15
10 TRANSPORTE	16
11 SALUD HUMANA	16
12 INDUSTRIA Y ENERGÍA	17
13 TURISMO	17
14 FINANZAS – SEGUROS	19
15 URBANISMO Y CONSTRUCCIÓN	19
<b>GLOSARIO</b>	<b>20</b>

## RESPUESTAS FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

España, por su situación geográfica y sus características socio-económicas, es un país muy vulnerable al cambio climático, de ahí la necesidad de responder urgente y adecuadamente.

Las respuestas al cambio climático deben contemplar dos retos complementarios:

- La **mitigación** del fenómeno: frenando la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera, a través de la reducción de las emisiones y de la retirada de los gases ya emitidos a los llamados "sumideros".
- La **adaptación** al fenómeno: minimizando los riesgos e impactos derivados del cambio climático y aprovechando, en lo posible, las nuevas condiciones que éste planteará.

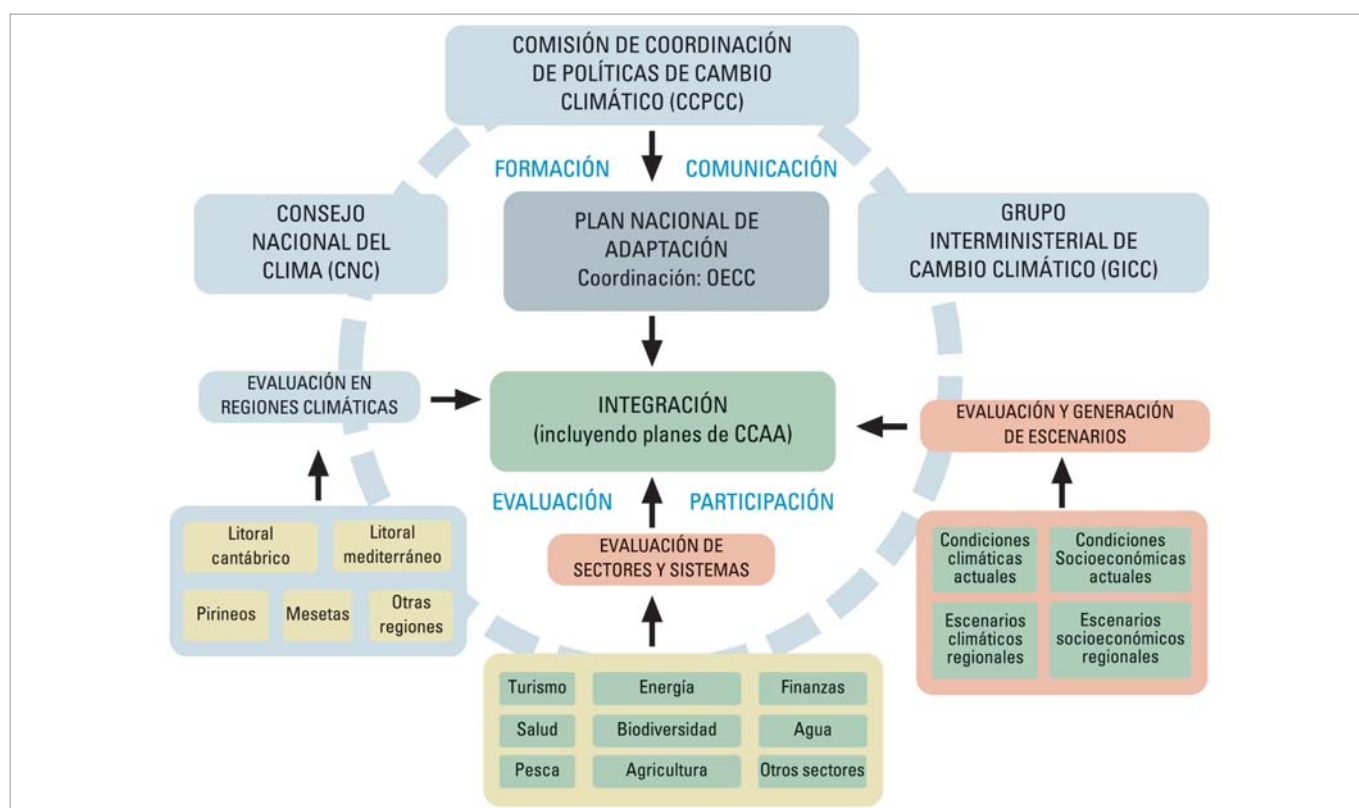
Ambos tipos de respuesta están estrechamente vinculados. Las posibilidades de adaptación dependerán del grado de cambio, y éste, por su parte, del éxito de las políticas de mitigación, que condicionarán las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

## EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Se sabe ciertamente que el cambio climático es una fuente de riesgos, pero la valoración de éstos es muy compleja y está sujeta a incertidumbres.

En España, numerosos expertos y equipos de investigación trabajan para evaluar los impactos esperables del cambio climático sobre diversos sectores socioeconómicos y sistemas ecológicos. El primer informe que revisa e integra estos estudios se ha publicado en 2005, con el título de *Evaluación Preliminar General de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático*. Puede consultarse en la web de la Oficina Española de Cambio Climático: [www.marm.es/oecc](http://www.marm.es/oecc).

Proceso de definición del PNACC y principales órganos implicados



## EL PLAN NACIONAL DE **ADAPTACIÓN** AL CAMBIO CLIMÁTICO

La adaptación al cambio climático requiere previsión y estrategias a medio y largo plazo. Y, en el proceso de formulación de opciones, necesita de la participación de todos los sectores interesados.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) es el actual marco de referencia para el desarrollo de acciones de evaluación de los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático en España. El objetivo del Plan es integrar la adaptación al cambio climático en la planificación de todos los sectores o sistemas. Para ello es necesario que el desarrollo del Plan se convierta en un gran proyecto colectivo, en el que participen activamente las instituciones y actores clave en cada sector.

El Plan fue aprobado en julio de 2006, tras un amplio proceso de consultas canalizado a través de los principales órganos de coordinación y participación en materia de cambio climático: la Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático; el Consejo Nacional del Clima y la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente. El proceso contó con una variada participación, representativa de las administraciones públicas, organizaciones no gubernamentales y sectores sociales interesados.

Finalmente, el Consejo de Ministros tomó conocimiento del Plan en octubre de 2006.

## OBJETIVOS DEL PNACC

El Plan se concibe como un proceso continuo de generación de conocimientos y de fortalecimiento de las capacidades para aplicarlos. Como objetivos iniciales, se plantea:

- Desarrollar los escenarios climáticos regionales para la geografía española.
- Desarrollar y aplicar métodos y herramientas para evaluar los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático en diferentes sectores socioeconómicos y sistemas ecológicos.
- Incorporar al sistema español de I+D+i las necesidades más relevantes en materia de evaluación de impactos del cambio climático.
- Realizar continuas actividades de información y comunicación de los proyectos.
- Promover la participación de todos los agentes implicados en los distintos sectores y sistemas, con objeto de integrar la adaptación al cambio climático en las políticas sectoriales.
- Elaborar informes específicos con los resultados de las evaluaciones y proyectos e informes periódicos de seguimiento de los proyectos y del conjunto del Plan Nacional de Adaptación.

## ÓRGANOS DE COORDINACIÓN Y PARTICIPACIÓN IMPLICADOS EN EL PLAN

### EL CONSEJO NACIONAL DEL CLIMA

El Consejo Nacional del Clima, adscrito al Ministerio de Medio Ambiente, reúne a distintos departamentos de la Administración General del Estado, las Comunidades Autónomas, la Federación Española de Municipios y Provincias, representantes del ámbito de la investigación, los agentes sociales y las organizaciones no gubernamentales. El Consejo Nacional del Clima es un órgano participativo que tiene encomendadas, entre otras, la función de elaborar propuestas y recomendaciones para definir políticas y medidas de lucha frente al cambio climático en los ámbitos de la ciencia del cambio climático, impactos y estrategias de adaptación y estrategias de limitación de emisiones de gases de efecto invernadero.

### LA COMISIÓN DE COORDINACIÓN DE POLÍTICAS DE CAMBIO CLIMÁTICO

La Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático es un órgano de coordinación y colaboración entre la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas para todo lo relacionado con los asuntos de cambio climático. Incluye una representación de las entidades locales.

Entre otras funciones encomendadas a la Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático figuran las siguientes:

- El seguimiento del cambio climático y la adaptación a sus efectos.
- La prevención y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- El fomento de la capacidad de absorción de carbono por las formaciones vegetales.

### LA CONFERENCIA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE

La Conferencia Sectorial de Medio Ambiente es un órgano de cooperación de alto nivel político, de composición multilateral, que reúne a miembros del Ministerio de Medio Ambiente, en representación de la Administración General del Estado, y a miembros de las Consejerías de Medio Ambiente, en representación de las Administraciones de las Comunidades Autónomas.

## ESCENARIOS CLIMÁTICOS FUTUROS

Una de las primeras tareas acometidas para facilitar el desarrollo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, ha sido la elaboración de una serie de escenarios regionales de cambio climático para España a lo largo del siglo XXI. Los escenarios constituyen estimaciones de los posibles rasgos futuros del clima y sirven como referencia para elaborar estudios de impactos y vulnerabilidad específicos para diversos sectores y sistemas ecológicos, económicos y sociales.

Para construir los escenarios, se parte de modelos climáticos globales que son adaptados a las características propias de nuestro país. Para ello se aplican técnicas de reducción de escala, que permiten incorporar las características fisiográficas regionales (topografía, vegetación, línea de costa, etc.). Producir estos escenarios constituye una labor técnica compleja que, con frecuencia requiere equipos de supercomputación, así como personal muy especializado.

En cualquier caso, los escenarios climáticos regionales constituyen uno de los puntos de partida imprescindibles para valorar los impactos, la vulnerabilidad y las necesidades futuras de adaptación frente al cambio climático. Por ello, uno de los retos del Plan es contar con una capacidad operativa suficiente, y en progreso constante, para acometer la producción de sucesivos escenarios de escala regional.

El primer informe de *Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España* puede obtenerse en la web del Instituto Nacional de Meteorología ([www.aemet.es](http://www.aemet.es)).

## SECTORES Y SISTEMAS CONTEMPLADOS EN EL PNACC

Muchos sectores y sistemas ecológicos, económicos y sociales en España son vulnerables al cambio climático. El Plan Nacional de Adaptación ha definido un primer conjunto de 15 sectores y sistemas para iniciar la evaluación de su vulnerabilidad y sus posibilidades de adaptación:

- Biodiversidad
- Recursos Hídricos
- Bosques
- Sector agrícola
- Zonas costeras
- Caza y pesca continental
- Zonas de montaña
- Suelo
- Pesca y ecosistemas marinos
- Transporte
- Salud humana
- Industria y energía
- Turismo
- Finanzas - seguros
- Urbanismo y construcción







*Alcornocales recién descortezados en Las Villuercas (Cáceres)  
Fototeca CENEAM / J.M. Reyero*

Cada uno de estos sectores y sistemas será objeto de una evaluación en la que se contemplarán aspectos tales como su vulnerabilidad, los efectos sobre la seguridad alimentaria, la desigualdad social o la seguridad humana, así como los factores que pueden condicionar las opciones de adaptación (instituciones existentes, tecnologías disponibles, cultura y valores sociales, normativa y regulaciones...).

Hay que tener en cuenta que los sectores y sistemas no son estancos sino muy a menudo interdependientes, lo que implica un reto de coordinación e integración de disciplinas, de grupos de expertos y de instituciones responsables en los diversos ámbitos.



## DESARROLLO DEL PNACC

La Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático es el órgano que aprueba el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en España y establece las líneas de actuación prioritarias.

La coordinación, gestión y seguimiento del Plan Nacional de Adaptación está a cargo de la Oficina Española de Cambio Climático, del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Su desarrollo se aborda mediante programas de trabajo que establecen las actividades y proyectos a realizar, así como los calendarios de trabajo.

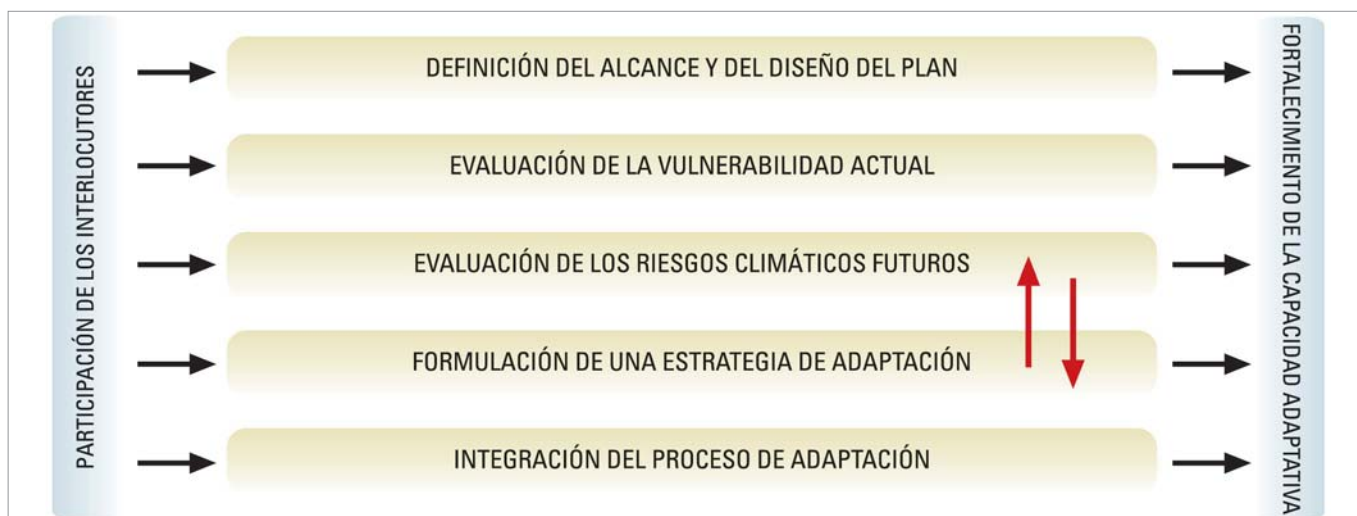
El Primer Programa de Trabajo, aprobado en 2006, contempla el desarrollo de escenarios climáticos regionales y la evaluación del impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos, la biodiversidad y las zonas costeras.

## COMUNICACIÓN, FORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN PÚBLICA

El Plan Nacional de Adaptación sólo será eficaz si su existencia, sus avances y sus resultados son difundidos y comunicados a todos los interesados. Por este motivo, el Plan contempla un conjunto de actividades de información y comunicación orientadas a este fin.

Además, la adaptación requerirá nuevas capacitaciones. Por ello, se prevé la identificación de las necesidades formativas, así como el diseño de acciones de capacitación específicas para los diferentes sectores y sistemas contemplados.

*El proceso de planificación de la adaptación al cambio climático*



# IMPACTOS SOBRE SECTORES Y SISTEMAS Y LÍNEAS DE ACTUACIÓN

Como ya se ha dicho, uno de los objetivos principales del PNACC es evaluar la vulnerabilidad de los diversos sectores y sistemas sensibles y estudiar las opciones de adaptación de cada uno de ellos.

A continuación se resumen los impactos más relevantes previstos para cada uno de los sectores contemplados, con información procedente de la *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático* (MIMAM, 2005) y otras fuentes. Asimismo se avanzan algunas líneas de trabajo que deberán desarrollarse, para cada sistema y sector, con el fin de profundizar en el conocimiento de los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación potencial al fenómeno.

## 1. BIODIVERSIDAD

El análisis de impactos se ha realizado considerando diferentes sistemas. Veamos las amenazas principales que se prevén para cada uno de ellos:

### Ecosistemas acuáticos continentales

- Gran parte de los ecosistemas acuáticos continentales pasarán de ser permanentes a estacionales, algunos desaparecerán.

- Los más afectados serán: los ambientes endorreicos, lagos, lagunas, ríos y arroyos de alta montaña, humedales costeros y dependientes de aguas subterráneas.

- La biodiversidad de muchos de ellos -muy singular en el contexto europeo- se reducirá y sus ciclos biogeoquímicos se verán alterados.

- Espacios emblemáticos para la conservación, como son las marismas de Doñana o el Delta del Ebro, sufrirán cambios en muchas de sus características y reducirán su riqueza ecológica.

- Las posibilidades de adaptación de estos sistemas son limitadas.

### Ecosistemas terrestres

- Los efectos variarán según consideremos ecosistemas atlánticos -limitados por la temperatura- o mediterráneos -limitados por el agua-. Mientras que la productividad podría aumentar en los primeros, disminuirá en los segundos.



- Se alterará la fenología y la interacción entre especies; se producirán migraciones altitudinales y extinciones locales.

- Plagas y especies invasoras se verán favorecidas.

- Las mayores afecciones las sufrirán los ecosistemas situados en su límite ecológico o geográfico, por ejemplo, los de alta montaña o ciertas formaciones de zonas áridas.

### Biodiversidad vegetal

- Se prevén impactos directos a través de dos efectos principales: calentamiento y reducción de disponibilidades hídricas, lo que se traducirá en dos tendencias significativas: la "mediterraneización" del norte peninsular y la "aridificación" del sur.

- Los impactos indirectos más importantes se derivarán de cambios en los suelos, en el régimen de incendios y del nivel del mar.

- La pérdida de diversidad florística y el predominio de las extinciones locales sobre las recolonizaciones serán las tendencias generales.

- La mayor vulnerabilidad recae en la vegetación de alta montaña, los árboles y arbustos caducifolios sensibles a la sequía, los bosques esclerófilos y lauroides del sur y sureste peninsular y la vegetación litoral.

### Biodiversidad animal

- Se producirán cambios fenológicos en las poblaciones y, como consecuencia, desajustes, desacoplamientos y rupturas en procesos e interacciones entre especies, tipo depredador-presa, plagas, competencia o polinización.



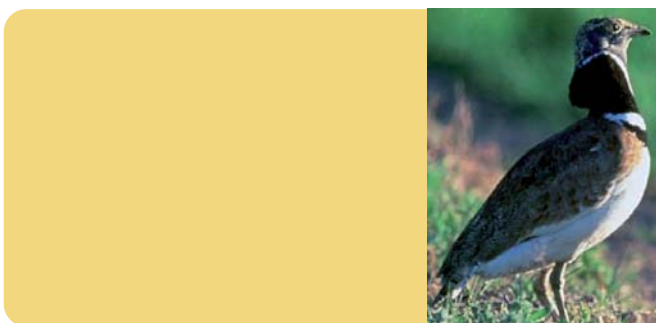
*Glaciar de Monte Perdido (Huesca)*  
*Fototeca CENEAM / Carlos Valdecantos*



- Otro efecto previsible es el desplazamiento en la distribución de especies terrestres y acuáticas.

- Asimismo, se prevé mayor virulencia de parásitos y aumento de especies invasoras.

- La vulnerabilidad es máxima para aquellas poblaciones de hábitats especialmente amenazados, sobre todo de montaña.



#### PRIMERAS LÍNEAS DE TRABAJO IDENTIFICADAS EN BIODIVERSIDAD

- Evaluación y cartografía de la vulnerabilidad de la biodiversidad española.

- Consolidación de redes de seguimiento ecológico para detectar los efectos del cambio climático.

- Identificación de un sistema de indicadores biológicos de los impactos del cambio.

- Evaluación de las redes de espacios naturales protegidos -incluida la red Natura 2000- en los escenarios de cambio climático.

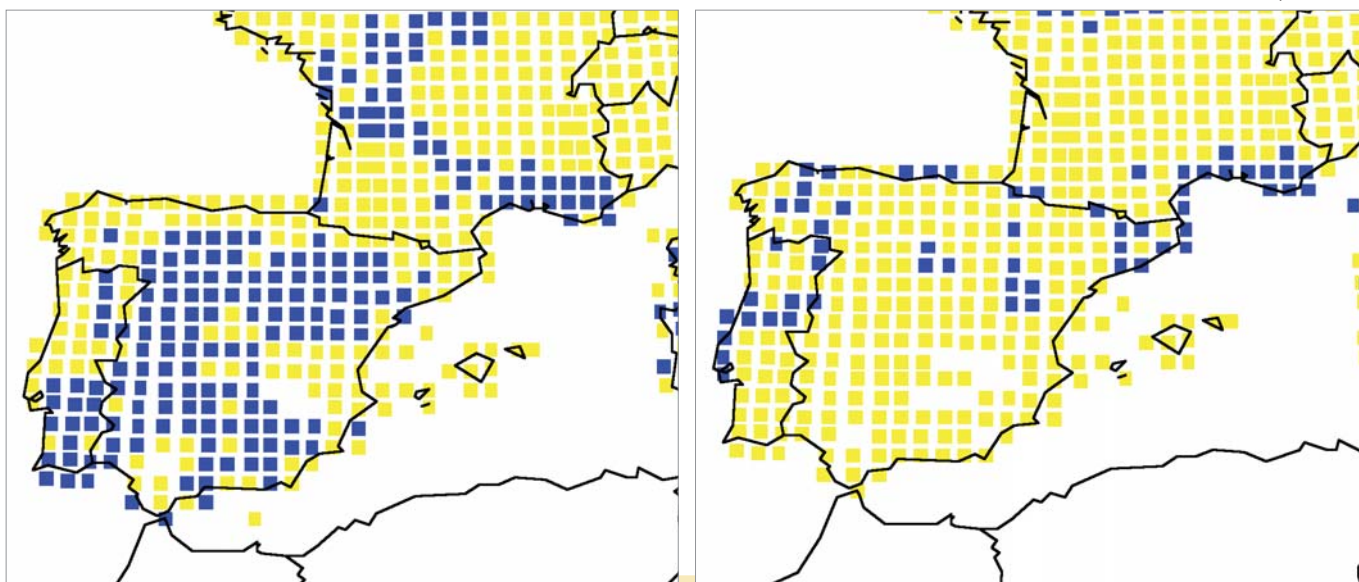
- Valoración de medidas de conservación ex-situ.

- Evaluación del impacto del cambio sobre los bienes y servicios proporcionados por los ecosistemas.

- Evaluación de los efectos del cambio climático sobre especies invasoras en España.

- Evaluación de los efectos planteados por los nuevos escenarios hidrológicos sobre la biodiversidad asociada a ambientes acuáticos.

Fuente: A Climatic Atlas of European Breeding Birds.  
RSPB/Birdlife-Lynx, 2008.



*Distribución actual y distribución simulada para finales del siglo XXI del sisón común (Tetrax tetrax). En la actualidad, España cuenta con la población nidificante más importante de Europa de este ave. De acuerdo con la simulación realizada en el "Atlas climático de las aves reproductoras de Europa", la mayoría de las actuales localidades de cría en España del sisón común podrían ser inadecuadas para la especie en el futuro.*

*Las simulaciones pueden ayudarnos a entender mejor los impactos potenciales del cambio climático en la fauna, así como a buscar fórmulas para facilitar su adaptación a los posibles cambios. Por ello, el Plan contempla la elaboración de cartografía de la vulnerabilidad de la biodiversidad española.*

## 2. RECURSOS HÍDRICOS

El cambio climático en España se expresará con una tendencia general al aumento de temperatura y a la disminución de la precipitación, lo cual dará lugar a los siguientes efectos:

- Reducción en la disponibilidad hídrica general. Estimaciones previas para el total de España -con horizonte del 2030, considerando aumentos de 1°C de temperatura y reducciones de un 5% de precipitación-, calculan disminuciones de entre un 5 y un 14% en las aportaciones hídricas, que pueden aumentar hasta el 20-22% para los escenarios de final de siglo.

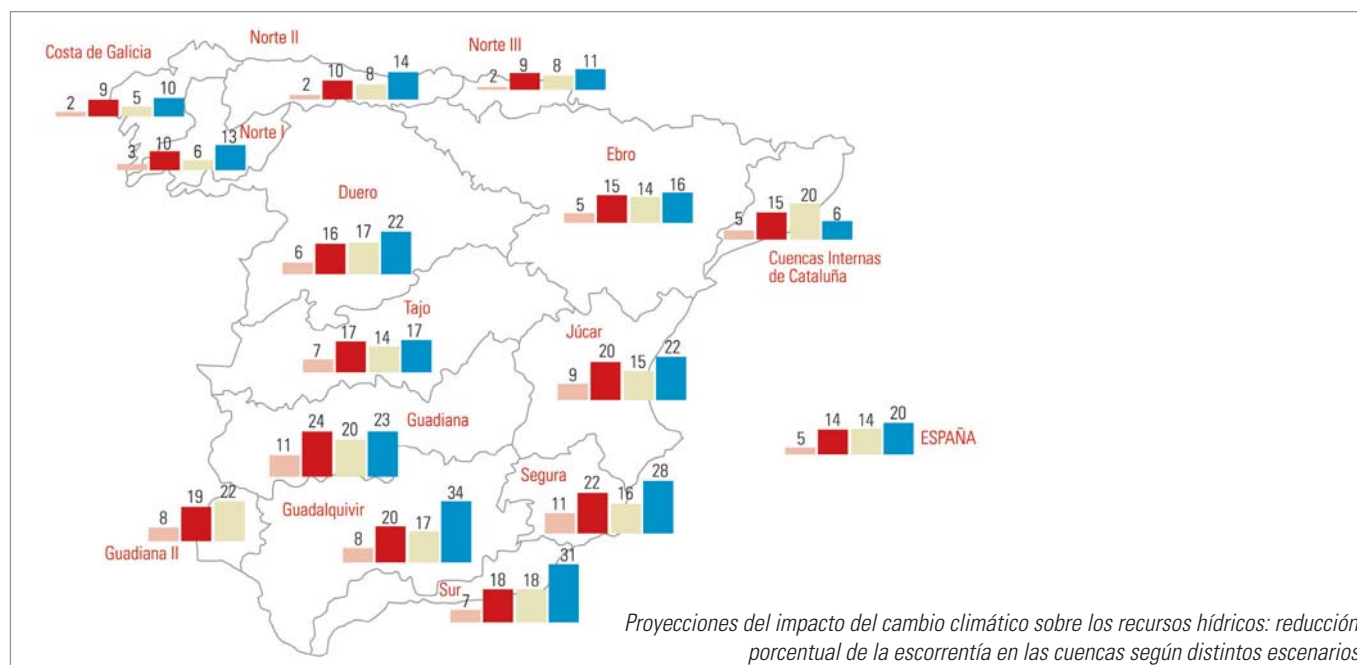
- Se prevé una especial incidencia en las zonas áridas y semiáridas (aproximadamente el 30% del territorio nacional), donde las aportaciones pueden disminuir hasta un 50%.

- La variabilidad hidrológica aumentará en las cuencas atlánticas, mientras que, en las mediterráneas y del interior, se prevé mayor irregularidad en el régimen de crecidas.

### PRIMERAS LÍNEAS DE TRABAJO IDENTIFICADAS EN RECURSOS HÍDRICOS

- Desarrollo de modelos regionales acoplados clima-hidrología que permitan obtener escenarios fiables de todos los aspectos del ciclo hidrológico, incluidos los eventos extremos.
- Evaluación de las posibilidades de gestión del agua bajo los escenarios hidrológicos generados para el siglo XXI.
- Aplicación de los escenarios hidrológicos previstos a otros sectores altamente dependientes del agua (energía, agricultura, turismo, etc).
- Desarrollo de indicadores del cambio climático y de modelos de calidad ecológica, en el contexto de la aplicación de la Directiva Marco de Aguas.
- Desarrollo de orientaciones y directrices para incorporar los impactos previstos del cambio climático a los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental y de Evaluación Ambiental Estratégica de los planes y programas del sector hidrológico.

Estudio	Referencia	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Año 2030 CEDEX Libro Blanco de España Fernández C.P.	CEDEX (1988) MIMAM (2000) Fernández (2002)	T = (+1 C) P = (sin cambio)	T = (+1 C) P = (-5%)	T = (Modelo Promes) P = (sin cambios)	T = (+2.5 C) P = (-8%)
Año 2060 Ayala-Carcedo	Ayala et al (1996)				





### 3. BOSQUES

Los efectos sobre los bosques vendrán de la mano de las afecciones directas sobre las especies vegetales, así como de los efectos indirectos: regresión de hábitats, erosión, etc.

- La fisiología de las especies se va a ver profundamente afectada.
- La disminución de la reserva de agua en el suelo será un factor de estrés hídrico que provocará una tendencia a la disminución de la densidad del arbolado y, en casos extremos, a su sustitución por matorral.
- La inflamabilidad del bosque aumentará y, con ella, la frecuencia, intensidad y magnitud de los incendios forestales.
- Se prevé el incremento de la incidencia de plagas y enfermedades forestales.
- Las formaciones más vulnerables son las zonas altas de montaña, ambientes secos y bosques de ribera.

### 4. SECTOR AGRÍCOLA

Los efectos previsibles del cambio climático sobre la agricultura y la ganadería no serán uniformes; mientras que en algunas regiones españolas serán negativos, en otras pueden ser incluso beneficiosos:

- El efecto negativo de las altas temperaturas y menores precipitaciones puede verse compensado por las mayores tasas fotosintéticas, debido al incremento de CO<sub>2</sub>. Asimismo, las temperaturas invernales más suaves permitirán mayores productividades, compensando las pérdidas de otras estaciones.
- Las necesidades de riego en ciertas regiones aumentarán.
- Variará la distribución y alcance de las plagas y enfermedades en cultivos de importancia económica.
- Los efectos del cambio climático sobre la ganadería son aún inciertos, destacando quizá los relacionados con la sanidad animal.

#### PRIMERAS LÍNEAS DE TRABAJO IDENTIFICADAS EN BOSQUES

- Elaboración de directrices y evaluación de técnicas y modelos para aplicar una gestión adaptativa forestal al cambio climático.
- Desarrollo y aplicación de modelos de crecimiento forestal bajo distintos escenarios de cambio climático.
- Valoración de la respuesta de la vegetación a situaciones adversas (sequía, incendios, etc.).
- Diseño de un sistema de indicadores forestales del cambio climático y puesta a punto de un sistema de vigilancia y alerta temprana.
- Evaluación de los balances de carbono para distintos tipos de ecosistemas forestales.
- Evaluación de la biomasa subterránea y aérea de las especies y sistemas forestales españoles.

#### PRIMERAS LÍNEAS DE TRABAJO IDENTIFICADAS EN EL SECTOR AGRÍCOLA

- Cartografía de las modificaciones provocadas en las zonas agroclimáticas bajo distintos escenarios de cambio climático.
- Desarrollo de modelos de simulación de respuesta de los diferentes cultivos bajo distintos escenarios climáticos regionales.
- Desarrollo de modelos de simulación del comportamiento de agentes patógenos bajo diversas condiciones climáticas.
- Cartografías de riesgo para las diversas parasitosis.
- Evaluación de demandas de riego bajo distintos escenarios climáticos.
- Elaboración de directrices para la gestión de los sistemas agrícolas con vistas a una adaptación al cambio climático a corto plazo.
- Identificación de estrategias de adaptación al cambio climático a largo plazo y de mínimo coste, específicamente en plantaciones de frutales, olivares y vid.
- Evaluación de las necesidades de reducción de la carga animal, de cambios en el manejo del pastoreo y otras opciones de adaptación al cambio climático en el sector ganadero.

## 5. ZONAS COSTERAS

Los principales problemas en estas regiones se relacionan con los previsible cambios en la dinámica costera así como con el ascenso en el nivel medio del mar (NMM). En este contexto, los impactos más destacables son los siguientes:

- La subida del NMM afectaría sobre todo a deltas y playas confinadas, mientras que las zonas litorales de acantilado no presentan especiales riesgos.
- Considerando subidas de un máximo de 0,5 m, las zonas más amenazadas en las costas bajas se localizan en el delta del Ebro y Llobregat, Manga del Mar Menor, lagunas del Cabo de Gata, Golfo de Cádiz o Doñana.
- Otra región afectada sería el Cantábrico oriental, con un 40% de playas bajo riesgo de inundación.

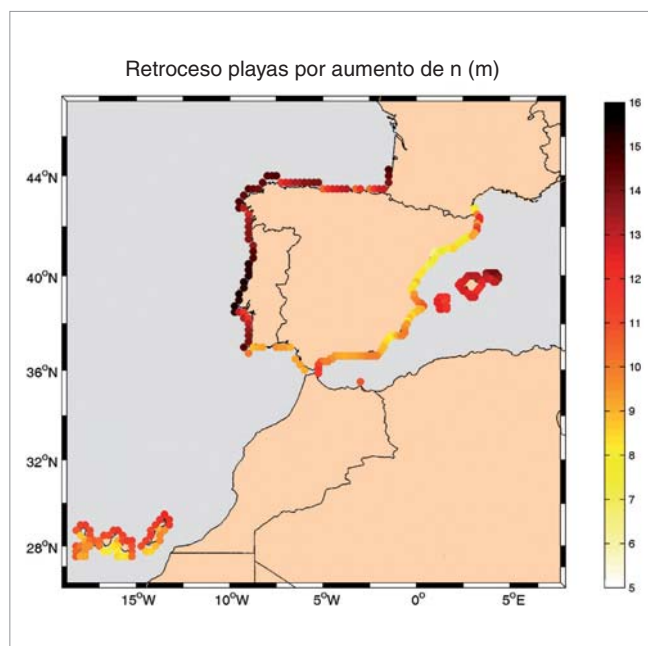
## 6. CAZA Y PESCA CONTINENTAL

El análisis de este sector se justifica por la importancia económica del mismo y por la amplitud del territorio gestionado específicamente para su práctica.

- Las especies cinegéticas y objeto de pesca deportiva se verán afectadas por los efectos del cambio climático, al igual que el resto de especies con las que comparten hábitat.

### PRIMERAS LÍNEAS DE TRABAJO IDENTIFICADAS EN ZONAS COSTERAS

- Desarrollo de modelos de respuesta morfodinámica y ecológica de las principales unidades de la costa española, bajo distintos escenarios climáticos.
- Puesta en marcha de sistemas de seguimiento y toma de datos sistemática.
- Cartografía de la vulnerabilidad de la costa española frente al ascenso del NMM bajo distintos escenarios de cambio climático.
- Evaluación de las estrategias de abandono y retroceso, o de protección, frente a distintos escenarios de ascenso del NMM.
- Evaluación de la afección del ascenso del NMM sobre los centros urbanos costeros.
- Evaluación de las opciones de adaptación mediante actuaciones relacionadas con la estabilidad del litoral.



Fuente: Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas de la Universidad de Cantabria.

Estimación del retroceso de las playas españolas debido al aumento del nivel del mar para el año 2050.

	Retroceso aprox.
<b>Costa gallega, costa cantábrica y balears</b>	15 metros
<b>Golfo de Cádiz y mar de Alborán</b>	10 metros
<b>Norte de la costa mediterránea</b>	8 metros

### PRIMERAS LÍNEAS DE TRABAJO IDENTIFICADAS EN CAZA Y PESCA CONTINENTAL

- Cartografía de impactos por especies y poblaciones cinegéticas y objeto de pesca deportiva bajo los distintos escenarios de cambio climático.
- Evaluación de potenciales medidas de adaptación al cambio climático en la gestión cinegética y piscícola.
- Evaluación de la respuesta e interacciones de las especies exóticas objeto de pesca con las especies endémicas.
- Medidas para controlar los agentes portadores de especies invasoras.



## 7. ZONAS DE MONTAÑA

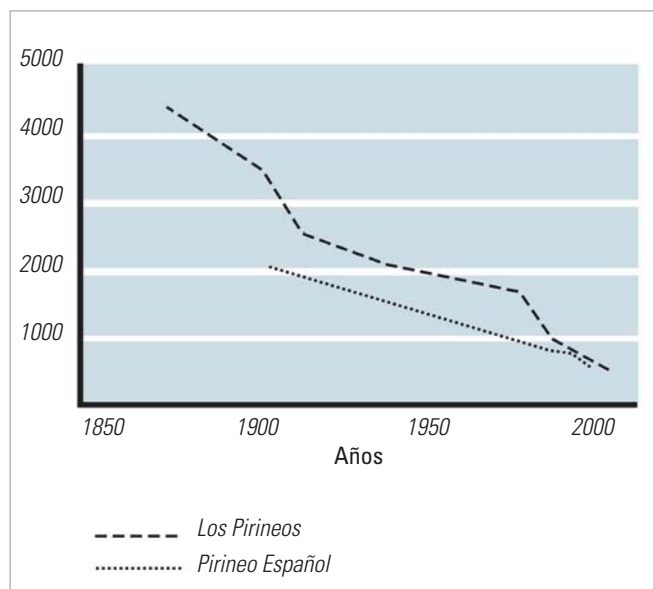
Las montañas españolas son áreas especialmente ricas en biodiversidad, endemismos y formas de gestión tradicional de los ecosistemas de alto valor cultural.

- Todas las evaluaciones realizadas hasta el momento señalan a las zonas de montaña como entre las más vulnerables al cambio climático.
- Ya se ha registrado cambios en la distribución altitudinal de las comunidades vegetales atribuibles al cambio climático.

### PRIMERAS LÍNEAS DE TRABAJO IDENTIFICADAS EN ZONAS DE MONTAÑA

- Integración del resultado de las evaluaciones sectoriales en una cartografía de impactos del cambio climático en los principales sistemas montañosos españoles.
- Desarrollo de una red de seguimiento del cambio climático en la alta montaña española.
- Seguimiento y caracterización del impacto sobre los glaciares y sus efectos en la dinámica hidrológica y biocenosis asociadas.

Evolución de la superficie ocupada por los glaciares pirenaicos españoles.



Fuente: Greenpeace 2004.



## 8. SUELOS

La desertificación es ya un problema real o una amenaza para una parte muy importante del territorio español. A los factores tradicionales -incendios, erosión y salinización- se añaden ahora los efectos relacionados con el cambio climático.

- La principal afección vinculada con el cambio climático será la disminución en el contenido de carbono orgánico en los suelos españoles, lo que incidirá negativamente en sus propiedades físicas, químicas y biológicas.
- Las áreas más afectadas serán las más húmedas del norte peninsular, y los usos del suelo más vulnerables aquellos que requieren contenidos de carbono orgánico más elevados -prados y bosques-.

### PRIMERAS LÍNEAS DE TRABAJO IDENTIFICADAS EN SUELOS

- Cartografía de las zonas vulnerables a la desertificación y modelización de procesos erosivos en diferentes escenarios climáticos.
- Monitorización de tierras degradadas y en proceso de desertificación, mediante seguimiento de la erosión y de la evolución de carbono orgánico.
- Evaluación de efectos de la reforestación en tierras marginales y de las prácticas agrarias orientadas a la conservación del suelo.

## 9. PESCA Y ECOSISTEMAS MARINOS

Si bien los efectos del cambio climático diferirán según ecosistemas y zonas, se prevé una reducción general de la productividad en aguas españolas. Veamos los impactos esperables más detallados:

- Resultarán afectados muchos grupos de organismos, desde fito y zooplancton hasta peces y algas y, como consecuencia, también las redes tróficas.
- Son esperables cambios en la distribución de muchas especies, aumentos de especies de aguas templadas y disminución de especies boreales, incremento de especies invasoras y afecciones a aquellas cuyo ciclo vital tiene fase marina y fluvial.
- También se esperan efectos sobre los cultivos marinos.
- Los sistemas más vulnerables serán los corales rojos del Mediterráneo y negros de Canarias, los campos de algas y las praderas de fanerógamas marinas.

## 10. TRANSPORTE

El sector del transporte no parece verse muy afectado por el aumento de las temperaturas, aunque sí por los cambios en el régimen de precipitaciones, vientos o nieblas.

- Podría ser necesario introducir modificaciones en las obras de infraestructura: puentes, pistas para aviones, etc.
- Concretamente, en el ámbito portuario, los impactos pueden ser especialmente importantes debido al ascenso del nivel medio del mar y la modificación de otros parámetros asociados al clima.

## 11. SALUD HUMANA

Las interacciones entre cambio climático y salud humana son múltiples y complejas. Sintetizando, pueden resumirse en:

- Cambios en la morbi-mortalidad vinculados al aumento de temperatura. En España se espera un aumento —que afectará sobre todo a la población mayor de 65 años— causado por olas de calor, que serán más frecuentes e intensas.
- Efectos en la salud relacionados con eventos meteorológicos extremos (tormentas, precipitaciones extremas, etc.).
- Impactos sobre la salud vinculados al aumento de la contaminación atmosférica.
- Mayor incidencia de enfermedades transmitidas por agua y alimentos en malas condiciones.
- Extensión de enfermedades transmitidas por roedores y vectores infecciosos, ya establecidos o de origen subtropical.

### PRIMERAS LÍNEAS DE TRABAJO IDENTIFICADAS EN PESCA Y ECOSISTEMAS MARINOS

- Desarrollo de modelos de circulación marina bajo distintos escenarios de cambio climático.
- Cartografía de la vulnerabilidad de la biodiversidad marina.
- Evaluación de las redes de áreas marinas protegidas (incluida la Red Natura 2000) en los escenarios de cambio climático.
- Valoración de medidas de conservación ex-situ de especies marinas amenazadas.
- Evaluación de los efectos del cambio climático sobre especies marinas invasoras, sobre especies marinas de interés comercial y sobre las capacidades de carga de los ecosistemas donde se implantan cultivos marinos en España.
- Evaluación de los balances de carbono y del pH en las aguas costeras y marinas españolas.
- Consolidación de las redes de seguimiento ambiental y ecológico.

### PRIMERAS LÍNEAS DE TRABAJO IDENTIFICADAS EN TRANSPORTE

- Cartografía de impactos previstos para el sector del transporte terrestre, aéreo y marítimo, relacionados con las infraestructuras y la seguridad.

### PRIMERAS LÍNEAS DE TRABAJO IDENTIFICADAS EN SALUD HUMANA

- Evaluación de los efectos sobre la salud y cartografía de zonas vulnerables bajo diversos escenarios climáticos.
- Desarrollo de planes de actuación en salud pública basados en sistemas de alerta temprana.
- Programas de vigilancia y control de enfermedades de transmisión vectorial.
- Programas de sensibilización y participación ciudadana en relación con el cambio climático y la salud.



## 12. INDUSTRIA Y ENERGÍA

Éstas son las principales afecciones previstas para este sector:

- Reducción de la capacidad de generación de energía hidráulica, afecciones al funcionamiento de centrales térmicas y nucleares refrigeradas en circuito abierto y disminución del aporte de la biomasa.
- La energía solar, por su parte, se verá beneficiada por el incremento de horas de insolación, mientras que el incremento de episodios de viento fuerte podría traducirse en el aumento del potencial eólico.

## 13. TURISMO

La sensibilidad del turismo al clima es muy elevada en España en muchos de los aspectos que caracterizan este sector: zonas de atracción, calendario de actividad, infraestructuras y condiciones de disfrute. Veamos las afecciones previsibles:

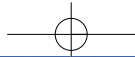
- Los impactos sobre el espacio geográfico se traducirán en alteraciones de los ecosistemas, que afectarán a los beneficios sociales, económicos y ambientales disfrutados hasta ahora. Las zonas más vulnerables son las costeras y las de montaña, sobre todo el turismo de nieve.
- El aumento de temperaturas puede modificar los calendarios de actividad o traducirse en cambios en la decisión sobre el destino o sobre el tiempo medio de estancia.
- La escasez de agua podría poner en riesgo la viabilidad funcional o económica de ciertas zonas turísticas.
- La elevación del nivel del mar amenazaría ciertos asentamientos e infraestructuras turísticas.

### PRIMERAS LÍNEAS DE TRABAJO IDENTIFICADAS EN INDUSTRIA Y ENERGÍA

- Cartografía de las potencialidades climáticas (positivas y negativas) de las regiones españolas para la producción de energías renovables bajo distintos escenarios de cambio climático.
- Evaluación de los efectos de los escenarios climáticos proyectados sobre los sistemas de producción energética dependientes de los recursos hídricos y de refrigeración por aire.
- Evaluación del efecto del cambio climático sobre la demanda de energía en España, por regiones y por sectores económicos.

### PRIMERAS LÍNEAS DE TRABAJO IDENTIFICADAS EN TURISMO

- Evaluación de impactos del cambio climático en el sector por zonas y productos turísticos.
- Cartografía de zonas críticas y vulnerables bajo distintos escenarios climáticos.
- Desarrollo de sistemas de indicadores sobre la relación cambio climático-turismo.
- Desarrollo de modelos de gestión para poner en marcha las principales opciones adaptativas.
- Evaluación de los potenciales impactos del cambio climático en el patrimonio cultural y su repercusión en el turismo.



*Paisaje erosivo en las Bardenas Reales (Navarra)*

*Fototeca CENEAM / J.M. Reyero*





#### 14. FINANZAS – SEGUROS

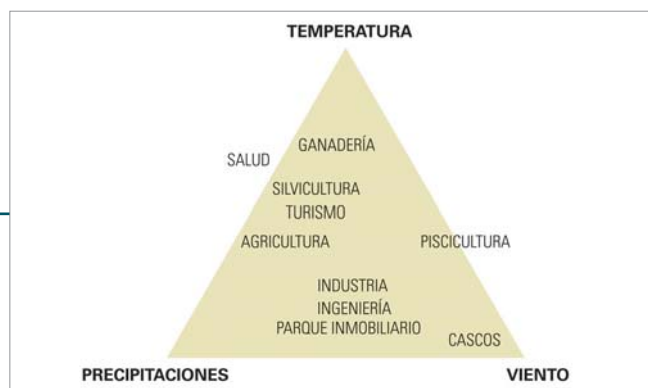
Éste será uno de los sectores económicos más rápida e intensamente afectado por los cambios climáticos:

- En el ámbito internacional, el ramo de los daños y, en menor medida, salud, vida y responsabilidad civil, serán los más afectados.
- En España, el seguro agrario, en la mitad oriental de la península, será especialmente sensible.
- Las tormentas e inundaciones son los eventos más numerosos y de mayor factura para el sector.

#### 15. URBANISMO Y CONSTRUCCIÓN

Las estrategias de ordenación territorial y los planes urbanísticos deben prestar especial atención a los efectos del cambio climático, de forma que las decisiones de ocupación y de distribución de usos y actividades en el territorio puedan adaptarse a las nuevas circunstancias y contribuyan, a su vez, a prevenir la degradación de los recursos naturales -y su negativa influencia sobre el clima-. Los principales impactos sobre el sector se resumen seguidamente:

- Dentro del espacio urbano, las afecciones más directas serán sobre las llamadas zonas verdes -parques y jardines-.
- Los impactos del cambio climático repercutirán en las condiciones de habitabilidad de los edificios.
- Será necesario incorporar información sobre los nuevos escenarios climáticos tanto para elaborar normativa técnica sobre edificación adaptada a las nuevas circunstancias como para la adecuada realización de los proyectos.
- Es importante considerar las sinergias negativas que se producen entre los impactos del cambio climático y las consecuencias del urbanismo extensivo en España: consumo de suelo, mayores necesidades de transporte, energía, agua y recursos en general.



#### PRIMERAS LÍNEAS DE TRABAJO IDENTIFICADAS EN FINANZAS-SEGUROS

- Cartografía y evaluación del riesgo para los distintos ramos del seguro en España bajo distintos escenarios climáticos.
- Propuesta de revisión del marco normativo sobre construcción y diseño, planificación territorial y usos del suelo, según lo anterior.
- Desarrollo de modelos específicos para el sector seguros.
- Evaluación de la vulnerabilidad a fenómenos meteorológicos y climáticos extremos de estructuras y cultivos, en las distintas áreas geográficas.
- Promoción del seguro como instrumento de prevención.
- Análisis de viabilidad económica de la política agraria en los escenarios climáticos.

#### PRIMERAS LÍNEAS DE TRABAJO IDENTIFICADAS EN URBANISMO Y CONSTRUCCIÓN

- Desarrollo de estudios básicos para la adaptación urbanística y de la construcción a las condiciones climáticas proyectadas.
- Promoción de la bioconstrucción, especialmente en los edificios públicos.
- Evaluación de las nuevas necesidades de las especies y variedades vegetales de parques y jardines bajo distintos escenarios climáticos.
- Evaluación del impacto del urbanismo extensivo sobre los sectores del transporte, los recursos hídricos y la energía.

# GLOSARIO

(Fuente: *Climate adaptation: Risk, uncertainty and decision-making, UKCIP 2003 y Cuarto Informe de Evaluación, IPCC 2007*)

## Adaptación

Ajuste en los sistemas naturales o humanos en respuesta a estímulos climáticos previstos o a sus efectos, que mitiga los daños o explota oportunidades beneficiosas. Pueden distinguirse diversos tipos de adaptación: anticipada y reactiva, privada y pública, autónoma y planificada:

- *Adaptación anticipada*: Adaptación que se produce antes de que se observen impactos del cambio climático. También se denomina adaptación pro-activa.
- *Adaptación reactiva*: Adaptación que se produce después de haberse observado los impactos del cambio climático.
- *Adaptación autónoma*: Adaptación que no constituye una respuesta consciente a estímulos climáticos, sino que es provocada por cambios ecológicos en los sistemas naturales y cambios en el mercado o el bienestar en los sistemas humanos. También se denomina adaptación espontánea.
- *Adaptación planificada*: Adaptación que resulta de una decisión política deliberada, basada en la comprensión de que las condiciones han cambiado o están por cambiar y de que se requieren medidas para volver a un estado deseado, mantenerlo o lograrlo.
- *Adaptación privada*: Adaptación iniciada y ejecutada por personas, familias o empresas privadas. La adaptación privada suele responder a un interés fundado de quienes la realizan.
- *Adaptación pública*: Adaptación iniciada y ejecutada por cualquier nivel de gobierno. La adaptación pública suele orientarse a necesidades colectivas.

## Escenario (en sentido genérico)

Descripción verosímil y a menudo simplificada de la forma en que puede evolucionar el futuro, sobre la base de una serie homogénea e intrínsecamente coherente de hipótesis sobre fuerzas determinantes y relaciones fundamentales. Los escenarios pueden derivarse de proyecciones, pero a menudo se basan en información adicional de otras fuentes, en ocasiones combinada con una "línea evolutiva narrativa". Véase también *escenario climático*.

## Escenario climático

Representación verosímil y a menudo simplificada del clima futuro, sobre la base de una serie de variables climatológicas, elaborada para ser expresamente usada en la investigación de las posibles consecuencias de los cambios climáticos antropógenos, y que suele utilizarse como instrumento auxiliar para la elaboración de modelos de impacto. Un "escenario de cambio climático" es la diferencia entre un escenario climático y el clima actual.

## Evaluación del riesgo

Proceso mediante el cual se valoran de forma probabilística -cuantitativa o cualitativamente- los componentes del riesgo. Frecuentemente, cuando existen datos que lo permiten, esta probabilidad se expresa en forma de

periodo de retorno o de recurrencia de un fenómeno y/o de sus consecuencias.

## Impactos (climáticos)

Consecuencias (positivas o negativas) del cambio climático sobre los sistemas naturales y humanos. Tomando en consideración las opciones de adaptación, se puede distinguir impactos potenciales e impactos residuales:

- *Impactos potenciales*: Todos los impactos que pueden producirse, ante un cambio climático proyectado, sin tener en cuenta la adaptación.
- *Impactos residuales*: Los impactos del cambio climático que se producirían después de la adaptación.

## Incertidumbre

Es un descriptor de la calidad de nuestro conocimiento asociado a un riesgo, o del grado de desconocimiento de un valor (p. ej., el estado futuro del sistema climático). La incertidumbre puede derivarse de la falta de información o de las discrepancias en cuanto a lo que se sabe o incluso en cuanto a lo que es posible saber. Puede tener muy diversos orígenes, desde errores cuantificables en los datos hasta ambigüedades en la definición de conceptos o en la terminología, o inseguridad en las proyecciones del comportamiento humano. La incertidumbre puede, por lo tanto, representarse con medidas cuantitativas (p. ej., una serie de valores calculados con distintos modelos) o con expresiones cualitativas (p. ej., que reflejen la opinión de un grupo de expertos).

## Mitigación

Intervención antropogénica para reducir las fuentes o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero.

## Riesgo

Combinación de la probabilidad de ocurrencia de un suceso dado y de la magnitud de sus consecuencias. El riesgo considera la frecuencia con que se presentan ciertos estados o eventos y la magnitud de las consecuencias probables asociadas a la exposición a dichos estados o eventos.

## Sensibilidad

Grado en que un sistema resulta afectado, negativa o ventajosamente, por estímulos relativos al clima. El efecto puede ser directo (p. ej., un cambio en el rendimiento de las cosechas en respuesta a un cambio en la temperatura media, su margen de variación o su variabilidad) o indirecto (p. ej., los daños causados por un aumento en la frecuencia de las inundaciones costeras debido a la elevación del nivel del mar).

## Vulnerabilidad

Medida en que un sistema es capaz o incapaz de afrontar los efectos negativos del cambio climático, incluso la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, la magnitud y el índice de variación climática a que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación.

Vulnerabilidad = Riesgo (impactos climáticos adversos) – Adaptación.

Oficina Española de Cambio Climático

<http://www.marm.es/oecc>

[Buzon-oecc@mma.es](mailto:Buzon-oecc@mma.es)

Texto completo del Plan Nacional de Adaptación

[http://www.marm.es/portal/secciones/cambio\\_climatico/areas\\_tematicas/impactos\\_cc/pnacc.htm](http://www.marm.es/portal/secciones/cambio_climatico/areas_tematicas/impactos_cc/pnacc.htm)