

# El cambio climático, amenaza para la biodiversidad. Respuestas en curso

*Teresa Ribera Rodríguez<sup>1</sup> y Concepción Martínez Lope<sup>2</sup>*

**Sumario:** I. INTRODUCCIÓN. II. EL CAMBIO CLIMÁTICO AMENAZA LA BIODIVERSIDAD. III. CÓMO PALIAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y REDUCIR SU IMPACTO EN LA BIODIVERSIDAD. IV. EL PRIMER PROGRAMA DE TRABAJO DEL PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO. 1. Escenarios climáticos regionalizados. 2. Evaluación del impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos. 3. Evaluación del impacto del cambio climático sobre las zonas costeras. 4. Evaluación del impacto del cambio climático sobre la biodiversidad. V. SEGUNDO PROGRAMA DE TRABAJO DEL PNACC: OBJETIVOS Y EJES DE ACTUACIÓN. VI. ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES.

## I. INTRODUCCIÓN

La biodiversidad se ve afectada por muchas presiones tanto naturales como debidas a las actividades humanas. Entre ellas, se incluyen las presiones producidas por una creciente demanda de recursos; la explotación selectiva o la destrucción de las especies; el cambio en el uso o la cubierta de los suelos; la contaminación de los suelos, aguas y aire; la introducción de especies no autóctonas; la desviación de aguas hacia ecosistemas gestionados de forma intensiva y sistemas urbanos; y la urbanización e industrialización. El cambio climático constituye una presión adicional sobre los ecosistemas, la biodiversidad que está contenida en ellos, y los bienes y servicios que proporcionan. El cambio climático afecta directamente a las funciones de crecimiento y comportamiento de los organismos individuales, modifica poblaciones en tamaño y estructura, y afecta a la estructura y función del ecosistema, en la descomposición, ciclos de los nutrientes, flujos del agua, composición de las especies e interacciones de las especies y la distribución de los ecosistemas dentro de los paisajes; e indirectamente a través de cambios en los regímenes de alteraciones<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Secretaria de Estado de Cambio Climático.

<sup>2</sup> Consejera Técnica en la Secretaría de Estado de Cambio Climático.

<sup>3</sup> Documento Técnico V del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC en sus siglas en inglés) "Cambio Climático y biodiversidad". IPCC, 2002.

El clima es un elemento determinante de las características físicas y biológicas de nuestro entorno. A él se deben las pautas de la vegetación, su estructura, la productividad, y la mezcla de especies animales y vegetales. La temperatura, la distribución y la intensidad de la pluviometría, la humedad relativa y las características del suelo constituyen variables clave en la aparición y pervivencia de especies vegetales y animales. Muchas plantas se pueden reproducir y crecer con éxito únicamente dentro de un rango específico de temperaturas, y responder a determinadas cantidades y patrones estacionales de precipitación; pueden verse desplazadas debido a competencia con otras plantas, o incluso no pueden sobrevivir si cambia el clima. Los animales buscan temperatura y precipitación acorde a sus características fisiológicas y dependen de la persistencia de las especies de las que se alimentan.

Por ello, los cambios en la variabilidad climática, en los extremos y en los valores medios determinan los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas, generando riesgos significativos para distintas especies y alteraciones muy importantes en las características locales de las que se sirven los asentamientos humanos para organizar su entorno social y económico. La cuestión crítica es entonces cuánto puede el cambio climático aumentar o impedir estas pérdidas de la biodiversidad, a qué ritmo y, en su caso, cuál es el mejor modo para evitar o, al menos, paliar sus efectos.

La interacción entre clima, biodiversidad y procesos de erosión asociados a éstos y otros cambios de origen antropogénico quedaron visiblemente vinculados en la Conferencia de Río de 1992, en la que se adoptaron los tres grandes acuerdos multilaterales ambientales dedicados a la concertación multilateral en políticas de cambio climático, protección de la biodiversidad y lucha contra la desertificación.

Desde entonces ha habido un intenso trabajo a escala internacional, comunitaria y nacional para dar respuesta adecuada a los retos identificados y cumplir con los compromisos asumidos. En grandes líneas, el resumen de los diecisiete años transcurridos presenta claroscuros importantes: el nivel de divulgación social de las amenazas, su origen y el modo en el que reaccionar para evitar que se materialicen ha crecido notablemente; la intensidad en la respuesta, sin embargo, sigue siendo todavía tímida quedando muchos de los objetivos asumidos en aquel momento pendientes de materialización.

Existe un elevado consenso en torno a la idea de que el cambio climático de origen antropogénico constituye una de las mayores amenazas para la biodiversidad en el momento actual agravando o acelerando procesos que amenazan seriamente especies o ecosistemas y que pueden tener su origen en causas distintas. Hacer frente de manera satisfactoria al riesgo que representa requiere actuar en tres frentes: conocer con creciente precisión los efectos en curso y los previsibles; reducir al máximo las causas que inducen el cambio climático antropogénico (las emisiones de gases de efecto invernadero) y aplicar las medidas que garanticen una mejor adaptación a los efectos residuales con los que convivirán.

En los tres ejes de actuación es imprescindible una respuesta concertada a escala global pero, claramente, en el primero y el tercero –la observación y la adaptación– el protagonismo de las políticas nacionales y locales es incuestionable. En el primer caso, tan imprescindible es contar con una buena capacidad de observación y proyección –fundamentalmente procedente de la comunidad científica– como –y esto es lo más novedoso– una excelente capacidad de coordinación y comunicación de la información que permita optimizar la capacidad de respuesta.

A mayor solidez del conocimiento y mejor difusión de la información, es posible lograr mayor demanda de respuesta, mejor acogida de las medidas orientadas a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero que originan el cambio climático y, por último, un mayor acierto en la integración de medidas de adaptación a los efectos.

## II. EL CAMBIO CLIMÁTICO AMENAZA LA BIODIVERSIDAD<sup>4</sup>

Si bien resulta difícil cuantificar de modo exacto los impactos del cambio climático, dadas las presiones múltiples e interactivas que actúan sobre los ecosistemas, todos los estudios científicos y los Informes del IPCC corroboran que los cambios en el clima ejercen una presión adicional y ya han comenzado a afectar a la biodiversidad.

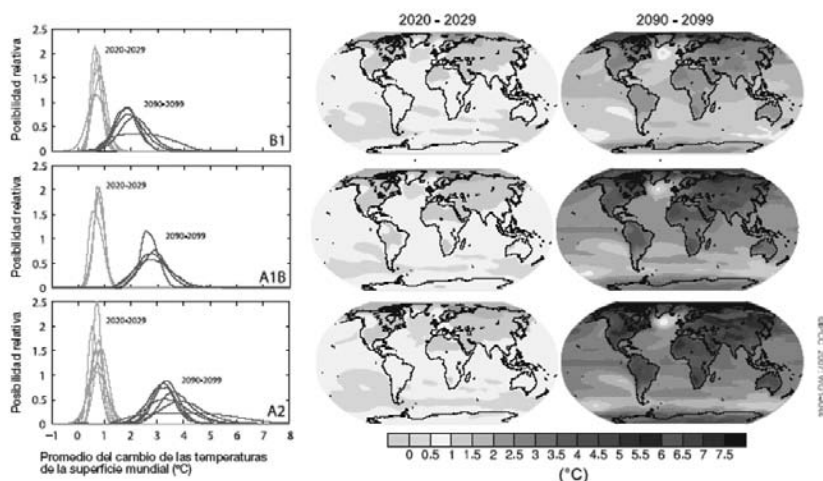
El origen de esta presión es imputado al crecimiento acelerado de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero. Desde la era preindustrial han aumentado vertiginosamente, a un ritmo sin precedentes sólo explicable por la actividad del hombre, en particular por una intensa utilización de combustibles fósiles y por cambios masivos en el uso y en la cubierta de los suelos. Estos factores, junto a causas naturales, han contribuido a alteraciones en el clima de la Tierra a lo largo de todo el siglo XX: ha subido la temperatura de la superficie terrestre y marina, han cambiado los patrones espaciales y temporales de las precipitaciones; se ha elevado el nivel del mar, y ha aumentado la frecuencia e intensidad de los fenómenos extremos.

Con respecto a la proyección futura es imprescindible tener en cuenta los posibles impactos de otras actividades humanas pasadas, presentes y futuras así como las pautas de uso de los suelos y del agua, que afectarán en gran medida a la capacidad de los organismos para responder a los cambios climáticos. En todo caso, los modelos globales más consolidados manejan escenarios de incrementos de tempera-

<sup>4</sup> En este apartado se resumen algunos de los datos más significativos de cambios observados o estimados recogidos por el IPCC para el mundo y Europa y del ECCE (Evaluación Preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático) para España. Ver Documento Técnico V “Cambio Climático y biodiversidad”. IPCC, 2002; 4AR IPCC, IPCC 2007; “Evaluación Preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático”; MMA-UCLM 2005 en <http://www.mma.es/oecc/impactos2.htm>.

tura media importantes que afectarían seriamente a las condiciones en las que se desarrollan los distintos ecosistemas.

### Proyecciones de las temperaturas de la superficie



**Figura RRP.6.** Cambios de temperatura proyectados para principios y finales del siglo XXI con respecto al periodo 1980-1999. Los paneles central y el derecho muestran el promedio de las proyecciones multimodelos MCGAO para los escenarios IE-EE I B1 (arriba), A1B (en el medio) y A2 (abajo) promediados en las décadas 2020-2029 (centro) y 2090-2099 (derecha). Los paneles a la izquierda muestran las incertidumbres correspondientes como probabilidades relativas del calentamiento medio mundial estimado en varios estudios de MCGAOs y del Modelo del Sistema Terrestre de Complejidad Intermedia para los mismos periodos. Algunos estudios solo presentan los resultados de un subconjunto de escenarios del IE-EE, o de varias versiones de los modelos. Por tanto, la diferencia en el número de curvas mostradas en los paneles de la izquierda sólo se debe a diferencias en la disponibilidad de los resultados.

Fuente: 4AR. IPCC, 2007.

El efecto general del cambio climático estimado muestra que los hábitats de muchas especies se desplazarán hacia los polos o hacia altitudes mayores respecto a sus emplazamientos actuales. Las distintas especies reaccionarán de modo diferente: algunas migrarán a distinta velocidad a través de paisajes naturales fragmentados; otros, como los ecosistemas actualmente dominados por especies de larga vida (tales como árboles longevos), tardarán antes de manifestar los efectos de estos cambios.

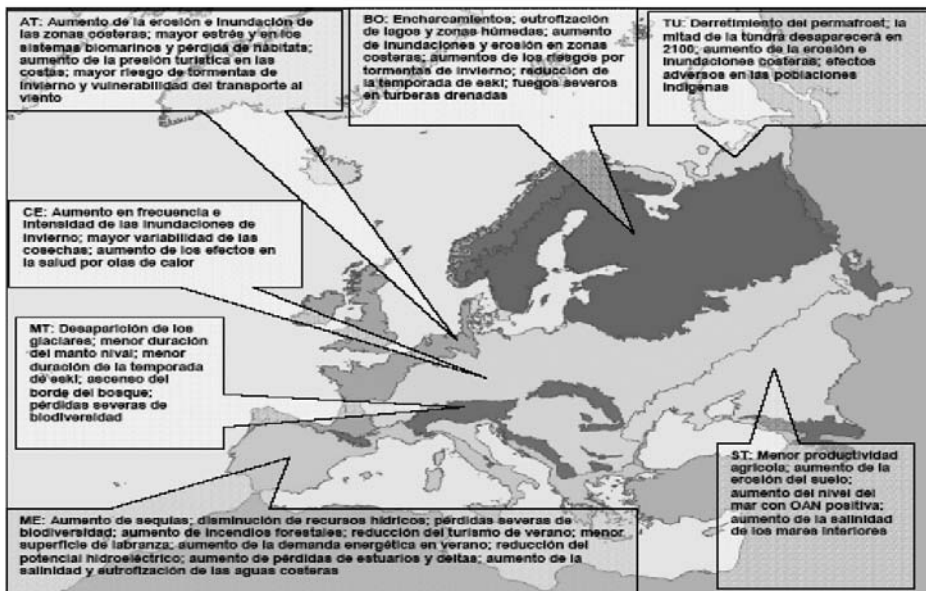
El impacto de la elevación del nivel del mar sobre los ecosistemas costeros, como por ejemplo los manglares y humedales costeros, y los pastos marinos variará en diferentes regiones según la erosión causada por los mares y los procesos de encenagamiento que ocurren en la tierra. Se estima que a nivel mundial, cerca del 20 por ciento de los humedales costeros se podrían perder hacia el año 2080, como consecuencia de la elevación del nivel del mar. El riesgo de extinción para muchas especies vulnerables aumentará.

Por otra parte, todo apunta a que si se producen importantes alteraciones en el ecosistema (como por ejemplo la disminución de especies dominantes o una gran

proporción de las especies), pueden aparecer pérdidas en la productividad neta del ecosistema al menos durante el periodo de transición. Sin embargo, en muchos casos, la pérdida de biodiversidad en ecosistemas diferentes y amplios debido al cambio climático no implica necesariamente una pérdida de productividad, ya que existe un grado de redundancia en la mayoría de los ecosistemas. La pérdida de la contribución a la producción de una especie determinada dentro de un ecosistema se puede ver reemplazada por otras especies. Los impactos del cambio climático en la biodiversidad ni los posteriores efectos en la productividad no han sido calculados a escala mundial.

Estas grandes tendencias son concretadas para las distintas regiones y ecosistemas en detalle en numerosas publicaciones, posteriormente resumidas y sistematizadas en los informes periódicos del IPCC. Así, para Europa, se ha de partir del alto grado de fragmentación de los hábitats. Europa es predominantemente una región con hábitats naturales fragmentados o hábitats seminaturales rodeados de un paisaje muy urbanizado. Gran parte de Europa se encuentra cultivada y cerca de un tercio del área total consiste en tierras de cultivo, siendo los cereales la principal cosecha. Los ecosistemas naturales se limitan generalmente a los suelos pobres, mientras que la agricultura ocupa los terrenos más fértiles. Los bosques europeos, un sector económico muy importante y muy sensible al clima, se ven afectados por los altos niveles de deposición de nitrógeno y de sulfatos. Las presiones ambientales clave se centran en la degradación de la biodiversidad, los paisajes, los suelos, las tierras y las aguas.

#### *Panorámica general de impactos en Europa, por regiones biogeográficas*



Fuente: 4AR. IPCC, 2007.

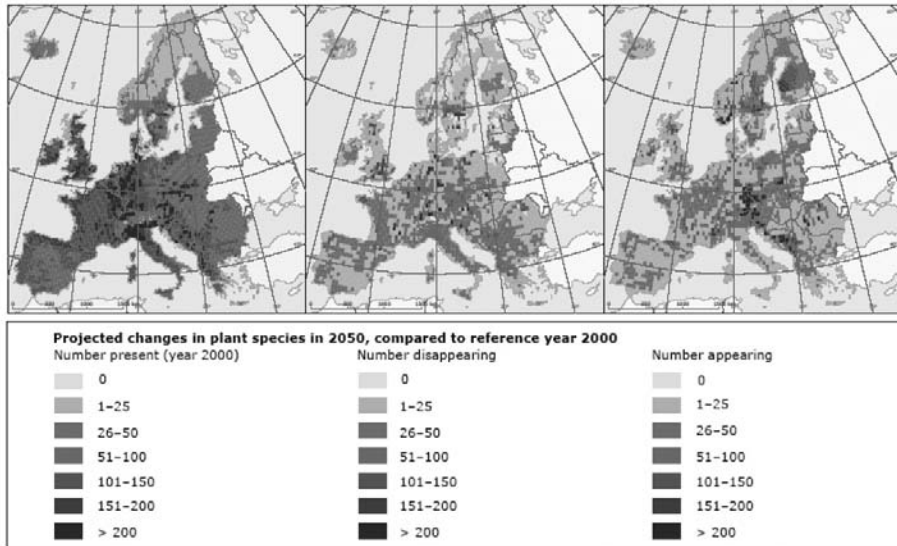
En este contexto, los principales impactos por el cambio climático son:

- Un cambio en la composición, estructura y función de los ecosistemas, con un desplazamiento de algunas especies hacia el polo y hacia altitudes mayores; el permafrost va a disminuir. La mayoría de escenarios de cambio climático sugieren un posible desplazamiento general de algunos cientos de kilómetros hacia el norte de la zona climática apropiada para los bosques boreales alrededor del año 2100.
- En las regiones montañosas, un desplazamiento hacia altitudes mayores de las zonas bióticas y criosféricas y una perturbación del ciclo hidrológico. Las áreas alpinas europeas disminuirán debido a la migración hacia altitudes mayores de especies de árboles. Es probable una importante redistribución de especies, incluida una eventual extinción de algunas de ellas debido a la imposibilidad para migrar hacia altitudes mayores, ya sea porque las especies no se pueden mover lo suficientemente rápido o porque la zona no está disponible.
- Aumento del peligro de inundaciones en una gran parte de Europa, con especial incidencia en áreas costeras en donde las inundaciones provocarán más erosión y los humedales costeros se perderán como consecuencia de ello. Se estima que la pérdida de humedales costeros en la década de los 80 del siglo XXI va a ser de 0-17% en la costa atlántica, de 84-98% en la báltica, y de 81-100% en la mediterránea. Cualquier humedal que sobreviva se verá alterado en gran medida. Esto podría tener graves consecuencias para la biodiversidad en Europa, sobre todo para las aves que viven en la costa durante el invierno y para las poblaciones de especies marinas.
- La pérdida de hábitats de importancia (humedales, tundra, hábitats aislados) podría amenazar a algunas especies, entre ellas a las especies raras/endémicas y las aves migratorias.
- La riqueza de especies de plantas tiende a disminuir en ecosistemas de tipo mediterráneo si el clima se hace aún más seco.
- Las reservas naturales podrían perder especies a una velocidad mayor que la potencial colonización de nuevas especies, dejando a las reservas con un largo periodo de empobrecimiento. Por esto, la diversidad biológica en las reservas naturales se encuentra amenazada por el rápido cambio climático. Se necesitan redes de hábitats y pasillos de hábitat para facilitar la migración.

Con respecto a España, existen muchos equipos de investigación que desarrollan su actividad en evaluación de impactos al cambio climático en diferentes sectores

y sistemas. Con el objetivo de integrar y facilitar una visión de conjunto que permitiera identificar el estado actual del conocimiento, las carencias y necesidades adicionales la Oficina Española de Cambio Climático promovió la realización del estudio *Evaluación Preliminar General de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático*.

*Cambios proyectados en especies vegetales en 2050 comparadas con el año de referencia 2000*



Fuente: Agencia Europea de Medio Ambiente, 2008<sup>5</sup>.

Nuestro país, por sus características geográficas y socioeconómicas, es muy vulnerable al cambio climático cuyos impactos pueden tener consecuencias especialmente graves, entre otras, en lo referente a la disminución de los recursos hídricos y la regresión de la costa, pérdidas de la diversidad biológica y ecosistemas naturales, y en aumentos de los procesos de erosión del suelo.

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 disminuciones importantes en los recursos hídricos. Para el horizonte de 2030, se calculan disminuciones medias de aportaciones hídricas, en régimen natural, entre un 5 y un 14%, mientras que para el 2060 se prevé una reducción global media de los recursos hídricos del 17%. Estas cifras pueden superar el 20 a 22% para los escenarios previstos

<sup>5</sup> "Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator-based assessment" (Impactos del clima en proceso de cambio en Europa- evaluación 2008 basada en indicadores). Agencia Europea de Medio Ambiente. Disponible en [http://www.eea.europa.eu/publications/eea\\_report\\_2008\\_4](http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2008_4).

para final de siglo. Junto la disminución de los recursos se prevé un aumento de la variabilidad interanual de los mismos. El impacto se manifestará más severamente en las cuencas del Guadiana, Canarias, Segura, Júcar, Guadalquivir, Sur y Baleares.

Los principales problemas del cambio climático en las zonas costeras españolas se relacionan con el posible ascenso del nivel medio del mar. Las proyecciones de los modelos del Tercer Informe de Evaluación del IPCC varían entre 10 y 68 cm. para final de siglo. Para finales de siglo es razonable esperar un aumento de 50 cm., con 1 m como escenario más pesimista. Ante una subida generalizada del nivel medio del mar las zonas más vulnerables son los deltas y playas confinadas o rigidizadas. Esto podrá causar pérdidas de un número importante de playas, sobre todo en el Cantábrico. Buena parte de las zonas bajas costeras se inundarán (deltas del Ebro, Llobregat, Manga del Mar Menor, costa de Doñana), parte de las cuales puede estar construida.

En relación a los recursos edáficos, otro de los impactos asociados al cambio climático que mayores efectos está teniendo en España son los procesos de desertificación, que amenazan a una importante superficie del territorio español. Esto se debe principalmente a los incendios forestales, la pérdida de fertilidad de suelos de regadío por salinización y la erosión. Las proyecciones del cambio climático agravarían dichos problemas de forma generalizada y especialmente en la España de clima mediterráneo seco y semiárido. Asimismo, probablemente se producirá una disminución del carbono de los suelos, lo cual afectaría de forma negativa a las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.

Se espera también un mayor riesgo e intensidad de incendios forestales. El aumento de la temperatura y de la falta de agua en el suelo, inducirá a una mayor y más duradera desecación de los combustibles, aumentando su inflamabilidad. Los índices medios de peligro aumentarán y, en particular, la frecuencia de situaciones extremas y la duración media de la temporada de peligro. Las igniciones causadas por rayos aumentarán así como las causadas por negligencias, al igual que la frecuencia, intensidad y magnitud de los incendios.

España presenta una gran variedad de ecosistemas terrestres, muchos de ellos únicos y todos ellos proporcionando un amplio número de bienes y servicios. Estos ecosistemas han estado sometidos a intensos cambios climáticos en el pasado pero el ritmo de estos cambios se ha acelerado de forma excepcional. El cambio climático acelerado está dando lugar a un abanico de efectos que difieren para los ecosistemas de la región Atlántica, limitados por temperatura, y para los de la región Mediterránea, limitados por agua. Mientras la productividad podría aumentar con el cambio climático en los primeros, posiblemente disminuya en los segundos.

Existe evidencia científica de que el cambio climático afectará a la fenología y las interacciones entre especies, se producirán migraciones altitudinales y extinciones locales. La expansión de especies invasoras y plagas se verá favorecida, aumentará el impacto de las perturbaciones, tanto naturales como de origen humano, y afectará a

la estructura y funcionamiento de los ecosistemas terrestres. Los ecosistemas terrestres que se encuentran en su límite ecológico o geográfico (formaciones cuyo balance hídrico es cero, ecosistemas dominados por especies relictas de climas pasados, ecosistemas de alta montaña, ciertas formaciones de zonas áridas) son los que se verán más afectados por el cambio climático. Se pueden citar algunos ejemplos: entre los ecotonos, el límite inferior del bosque determinado por la aridez es donde con mayor rapidez se podrán sentir los efectos del cambio climático; los melojares de *Quercus pyrenaica* se expandirán a expensas de robledales y bosques atlánticos y los fragmentos aislados de estos últimos que quedan dispersos en rincones del Sistema Central (Peña de Francia, Sierra de Gredos, Sierra de Guadarrama) tenderán a desaparecer; los componentes boreo-alpinos de los pastizales de alta montaña en el Pirineo catalán son y serán los más afectados por el calentamiento.

La gestión de los ecosistemas terrestres debe implicar a la sociedad en su conjunto y buscar fórmulas creativas para la financiación de actividades de mitigación de efectos, restauración e investigación. La conservación de los ecosistemas terrestres en un escenario de cambio climático entra en conflicto con numerosas actividades humanas sobre todo en relación al uso de recursos naturales como el agua.

Los ecosistemas acuáticos continentales españoles son muy diversos, de pequeño tamaño en general y están incluidos en cuencas hidrográficas muy grandes. A menudo dependen de las aguas subterráneas y experimentan intensas fluctuaciones hídricas, relacionadas con el balance hídrico local, que afectan a su funcionamiento ecológico. Además tienen una gran relevancia internacional debida fundamentalmente a que:

- España posee la mayor diversidad de sistemas acuáticos continentales de Europa, como consecuencia de sus características climáticas, geológicas, fisiográficas, hidrológicas y paisajísticas.
- Hay 49 humedales incluidos en la lista del Convenio Ramsar.
- En su mayoría, son ambientes distintos de los europeos templados fríos, con multitud de lugares endorreicos y ecosistemas temporales, así como floras y faunas singulares y muy específicas, parte de las cuales datan de la Era Terciaria.
- Los lagos alpinos de Sierra Nevada son los lagos glaciares más meridionales de Europa; La nueva Directiva-Marco Europea del Agua los incluye en la Región Ibérico-Macaronésica, distinguiendo además a los Pirineos como una región particular.

El cambio climático hará que parte de los acuáticos continentales españoles pasen de ser permanentes a estacionales y algunos desaparecerán. Se reducirá la biodiversidad de muchos de ellos y se alterarán sus ciclos biogeoquímicos. Los ecosiste-

mas más afectados serán: ambientes endorreicos (por ejemplo La Mancha Húmeda), lagos, lagunas, ríos y arroyos de alta montaña (1600-2500 metros), humedales costeros y ambientes dependientes de las aguas subterráneas. En líneas generales, los expertos consideran que las posibilidades de adaptación de los ecosistemas acuáticos continentales españoles al cambio climático son limitadas. Los ecosistemas acuáticos de Doñana, el espacio más emblemático en la conservación de la naturaleza en España, se verán afectados por el cambio climático en su hidroperíodo, ciclos biogeoquímicos, tasas de colmatación de las marismas y composición de sus comunidades biológicas, disminuyendo su biodiversidad.

España presenta una gran variedad de ecosistemas y de especies marinas, que proporcionan recursos (pesca, marisqueo, ocio, cultivo), bienes y servicios. Estos ecosistemas están también afectados por cambios en las condiciones hidrográficas y ambientales que se derivan del cambio del clima, al igual que los ecosistemas terrestres. El cambio está generando múltiples respuestas directas e indirectas; algunas de estas interaccionan con otros usos humanos (explotación, modificación de costas, etc.) generan incertidumbre sobre la intervención de cada uno de los factores.

Los efectos diferirán para ecosistemas de afloramiento o de zonas estratificadas, y de zonas costeras a oceánicas. Se prevé una reducción de la productividad de las aguas españolas, dadas sus características de mares subtropicales o templados cálidos. Los cambios afectarán a muchos organismos, desde fitoplancton y zooplancton a peces y algas, habrá cambios en las redes tróficas marinas, afectando a las especies recursos, sobre todo en su fase larvaria y en el reclutamiento. La distribución de las especies cambiará, con aumento de especies de aguas templadas y subtropicales y disminución de especies boreales. Es posible un aumento de especies invasoras. Los cultivos marinos no subsidiados con alimento pueden verse afectados por la reducción de la productividad marina. Son esperables incrementos en la aparición de especies de fitoplancton tóxico o de parásitos de especies cultivadas, favorecidas por el incremento térmico de las aguas costeras. Las zonas y sistemas más vulnerables al cambio climático son las comunidades bénticas, siendo las praderas de fanerógamas de las más afectadas.

El papel ecológico de las plantas como productores primarios hace que los cambios en la flora y en la vegetación ejerzan influencias directas o indirectas en casi todos los sectores. Las pérdidas de diversidad florística tienen una relevancia especial en el caso español, puesto que nuestro país alberga una proporción muy elevada de la diversidad vegetal europea. Los impactos directos del cambio climático sobre la diversidad vegetal se producirán a través de dos efectos antagónicos: el calentamiento y la reducción de las disponibilidades hídricas. La “mediterraneización” del norte peninsular y la “aridización” del sur son las tendencias más significativas.

Los impactos indirectos más importantes son los derivados de cambios edáficos, cambios en el régimen de incendios y ascenso del nivel del mar. Las interacciones con otros componentes del cambio global y la modificación de las interacciones entre

especies constituyen otra fuente potencial de impactos sobre los que empiezan a acumularse evidencias.

La vegetación de alta montaña, los bosques y arbustadas caducifolios sensibles a la sequía estival, los bosques esclerófilos y lauroides del sur y suroeste peninsular y la vegetación litoral se cuentan entre los tipos más vulnerables. La simplificación estructural de la vegetación y el predominio de las extinciones locales sobre las recolonizaciones son tendencias recurrentes de los distintos impactos.

España es el país más rico en especies animales de la UE, y es el que posee el mayor número de endemismos. El cambio climático producirá, cambios fenológicos en las poblaciones, con adelantos (o retrasos) en el inicio de actividad, llegada de migración o reproducción; desajustes entre predadores y sus presas debidos a respuestas diferenciales al clima. Otro efecto previsible es el desplazamiento en la distribución de especies terrestres hacia el norte o hacia mayores altitudes, en algunos casos con una clara reducción de sus áreas de distribución; en ríos, desplazamiento de especies termófilas aguas arriba y disminución de la proporción de especies de aguas frías; en lagunas y lagos, la altitud, la latitud y la profundidad tienen efectos similares sobre las comunidades en relación con la temperatura; mayor virulencia de parásitos, y aumento de poblaciones de especies invasoras.

La distribución de ciertas especies se está desplazando hacia el Norte o hacia mayores altitudes, lo que para ciertas especies de montaña está significando una clara reducción de sus áreas de distribución. De forma similar, en ríos, se ha observado un desplazamiento de especies termófilas aguas arriba (sobre todo de moluscos), mientras disminuye la proporción de especies de aguas frías (sobre todo de insectos). En lagunas y lagos, la altitud, la latitud y la profundidad tienen efectos similares sobre las comunidades en relación con la temperatura. Asimismo, el cambio climático puede producir una mayor virulencia de parásitos y un aumento de poblaciones de especies invasoras.

El deterioro de hábitat frágiles como pequeñas masas de agua, fuentes, manantiales, pequeños arroyos y bosques aislados por desecación o incendio o la desaparición de plantas nutricias de limitada distribución pueden afectar seriamente a poblaciones animales e incluso provocar la desaparición de especies, sobre todo de invertebrados.

Las zonas más vulnerables al cambio climático son las zonas costeras, humedales, cursos de agua permanentes –que pasarán a estacionales– y estacionales, que tendrán un caudal más irregular o incluso desaparecerán, zonas de alta montaña y pastizales húmedos. La vulnerabilidad es máxima para hábitat específicos (sobre todo de montaña) totalmente aislados que albergan fauna endémica que no tiene capacidad de migrar o dónde no existe la posibilidad de crear corredores naturales o no hay lugares hacia donde migrar. Con el cambio climático podrían desaparecer a corto plazo poblaciones importantes y a medio plazo la totalidad de sus hábitats disponibles.

### *Impactos del CC sobre los Ecosistemas y la Biodiversidad en España*

- Riesgo de extinción de algunas especies y pérdida de biodiversidad.
- Cambios en la fenología y las interacciones entre especies.
- Aumento de la expansión de especies invasoras y plagas.
- Migraciones altitudinales / latitudinales de formaciones vegetales.
- Muchos ecosistemas acuáticos continentales pasarán de ser permanentes a estacionales, algunos desaparecerán.
- Las zonas más afectadas serán las zonas costeras, humedales, cursos de aguas permanentes, las zonas de alta montaña y los pastizales húmedos.

Fuente: ECCE. MMA-UCLM, 2005.

### **III. CÓMO PALIAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y REDUCIR SU IMPACTO EN LA BIODIVERSIDAD**

Dada la entidad del riesgo directo para ecosistemas y el modo en el que el hombre se relaciona con su entorno es trascendental afrontar de manera prioritaria la necesidad de cambios en nuestro modelo de desarrollo, de modo que las causas que originan el cambio climático se reduzcan drásticamente en los próximos años. De ello depende el orden de magnitud del problema al que debemos hacer frente: a mayor y más rápida reducción de emisiones menor crecimiento de la amenaza; a menor o más lenta senda de reducción, mayores efectos previsibles e incluso, a partir de un determinado momento aparición de efectos no modelizables.

La adaptación al cambio climático constituye una actividad estrechamente conectada con las políticas de mitigación, debido a que el grado de cambio proyectado en las distintas variables climáticas está en función de los niveles de concentración de gases de efecto invernadero (GEI) que se alcancen en la atmósfera, niveles que a su vez están determinados por las políticas que inciden en las emisiones, las políticas de mitigación. De forma que no es lo mismo planificar la adaptación para un horizonte de calentamiento por ejemplo de 2 °C (objetivo de la Unión Europea) que para otro horizonte de calentamiento superior o inferior. Cuanto mayor sea el horizonte de calentamiento se requerirán mayores actuaciones de adaptación y más costosas.

Por ello, una de las conclusiones más relevantes tanto de la comunidad internacional como de la agenda política es la necesidad de abordar de manera integrada las políticas de mitigación de emisiones y adaptación a los efectos del cambio climático. La primera receta para disminuir riesgos es reducir emisiones pero, hasta en el escenario más optimista, es imprescindible una buena dosis de adaptación preventiva a los efectos residuales del mismo de modo que, al menos, reduzcamos los costes y el nivel de vulnerabilidad.

Esto determina que la concertación internacional en materia de adaptación a los efectos del cambio climático y la solidaridad internacional en este frente constituyan un pilar básico del proceso de negociación en curso en el seno de Naciones Unidas y, en paralelo, en un gran número de foros formales e informales. Con independencia de los resultados de la Cumbre de Copenhague la integración de los escenarios de cambio climático en la cooperación regional y en las políticas sectoriales en el ámbito doméstico resultan imprescindibles.

En primer lugar es necesario, tal y como se señalaba en la introducción, fortalecer las redes de observación y las capacidades de proyección. Un mejor conocimiento incrementa las posibilidades de éxito en las medidas de respuesta. En este punto es crucial reforzar los cauces que facilitan la disponibilidad de la información, la coordinación de la visión de conjunto y, por último, la identificación temprana de las prioridades de conocimiento (qué elementos son o serán críticos, cómo se priorizan las medidas, etc.).

Junto a la capacidad de observación y proyección es importante la integración transversal de medidas de adaptación en las distintas políticas y áreas de responsabilidad. Probablemente, en este ámbito, es más sencilla la adaptación preventiva a través del establecimiento de un correcto y temprano diagnóstico que no la adaptación correctora, allí donde el efecto ya existe de modo intenso o donde la única medida adaptativa es el abandono.

En el ámbito de la Unión Europea, la Comisión presentó en julio de 2007 el Libro Verde sobre adaptación y está previsto que el Libro Blanco aprobado el pasado mes de abril, cuyas líneas se desarrollarán en los próximos años, sienta las bases y los principios sobre la política comunitaria en materia de adaptación. En España, en julio de 2006 se aprobó el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático<sup>6</sup>.

El Plan Nacional de Adaptación (PNACC) constituye el marco de referencia para la coordinación entre las Administraciones Públicas en las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en España.

El objetivo último del Plan es conseguir la integración de la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión de los distintos sectores socioeconómicos y sistemas ecológicos españoles. En conjunto constituye una herramienta para los responsables de tomar decisiones relacionadas con la adaptación al cambio climático.

El Plan facilita y proporciona de forma continua asistencia a todas aquellas administraciones y organizaciones interesadas (públicas y privadas, a todos los niveles)

6 El Plan fue aprobado en julio de 2006 por la Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático y el Consejo Nacional del Clima. El Consejo de Ministros tomó conocimiento del mismo el 6 de octubre de 2006. Disponible en: [http://www.mma.es/portal/secciones/cambio\\_climatico/areas\\_tematicas/impactos\\_cc/pnacc.htm](http://www.mma.es/portal/secciones/cambio_climatico/areas_tematicas/impactos_cc/pnacc.htm).

para evaluar los impactos del cambio climático en España en el sector/ sistema de su interés, facilitando los conocimientos sobre el tema y los elementos, las herramientas y los métodos de evaluación disponibles con objeto de promover procesos de participación entre todos los involucrados que conduzcan a la definición de las mejores opciones de adaptación al cambio climático.

Ahora bien, tal como señala el propio PNACC, para ser eficaces en el desarrollo e implantación de los planes y programas nacionales de adaptación y lograr una auténtica integración de la adaptación en las políticas sectoriales es necesario considerar la adaptación desde una perspectiva integrada. De este modo, es necesario disponer de estudios detallados de los impactos sobre los diferentes sistemas y sectores que permitan identificar las correspondientes medidas de adaptación, involucrando a la comunidad científica, a los responsables de adoptar las políticas y al resto de agentes implicados, públicos y privados. Asimismo, esa perspectiva integradora exige ir incluyendo paulatinamente análisis económicos sobre las repercusiones de los impactos y la adaptación, y estudios de coste-beneficio sobre la implantación de las diferentes medidas. Todo ello, se aplica directamente en las políticas de biodiversidad y las más directamente relacionadas con ellas (agua, política forestal, ordenación del territorio, etc.).

De su aplicación se deriva un mejor conocimiento –permanentemente actualizado– de áreas críticas, una mejor coordinación de la información disponible entre administraciones públicas y su puesta a disposición a los particulares y empresas y un incremento de la capacidad para integrar respuestas en las herramientas sectoriales normativas, de planificación o de ejecución.

Su aprobación vino acompañada de la generación de escenarios climáticos regionalizados para España, en proceso de permanente actualización, la generación de escenarios hídricos ajustados a los climáticos así como la evaluación preliminar de impactos en ecosistemas hídricos, la evaluación de efectos en el litoral y la identificación de dos proyectos especialmente relevantes para nuestro país: la creación de capacidades de observación y evaluación permanente en parques nacionales especialmente representativos de los distintos ecosistemas en España y la actuación conjunta con Portugal en la evaluación de efectos en la biodiversidad peninsular.

Como objetivos específicos iniciales para alcanzar en las primeras evaluaciones y proyectos a desarrollar se plantean los siguientes:

- desarrollar los escenarios climáticos regionales para la geografía española,
- desarrollar y aplicar métodos y herramientas para evaluar los impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en diferentes sectores socioeconómicos y sistemas ecológicos en España,
- aportar al esquema español de I+D+i las necesidades más relevantes en materia de evaluación de impactos del cambio climático,

- realizar un proceso continuo de actividades de información y comunicación de los proyectos,
- promover la participación entre todos los agentes implicados en los distintos sectores / sistemas, con objeto de integrar en las políticas sectoriales la adaptación al cambio climático,
- elaborar informes específicos con los resultados de las evaluaciones y proyectos,
- elaborar informes periódicos de seguimiento y evaluación de los proyectos y del conjunto del Plan Nacional de Adaptación.

Muchos sectores y sistemas ecológicos, económicos y sociales en España son vulnerables en mayor o menor medida al cambio climático y la evaluación de esta vulnerabilidad es uno de los objetivos del Plan Nacional de Adaptación. Sin perjuicio de que en una fase posterior se incluyan más, o se subdividan en varios, los sectores y sistemas que se integran en el Plan son:

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 Construcción
--	--	---

Los sectores y sistemas no son estancos, sino muy a menudo interdependientes, y esto tendrá que ser tenido en cuenta en las evaluaciones de vulnerabilidad y las opciones de adaptación para cada uno de ellos; por ejemplo la salud humana, la agricultura o el sector forestal son dependientes de la disponibilidad de recursos hídricos.

El desarrollo de estas líneas de trabajo dentro de cada uno de los sectores y sistemas viene marcado en los Programas de Trabajo, que son los instrumentos de priorización del Plan Nacional de Adaptación. No obstante, existe ya conocimiento suficiente en algunos sectores y sistemas para adelantar algunas opciones y medidas de adaptación que permitan progresar por aproximaciones sucesivas a medida que se profundiza en el conocimiento de los efectos del cambio climático.

En relación con la biodiversidad el PNACC contempla las siguientes líneas de actuación:

- Valoración del impacto del cambio climático sobre los bienes y servicios que proporcionan los distintos ecosistemas españoles.

- Evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de los hábitats y taxones españoles clave: cartografía de la vulnerabilidad de la biodiversidad española.
- Evaluación de las redes de espacios naturales protegidos (incluida la Red Natura 2000) en los escenarios de cambio climático: conectividad ambiental, gradientes latitudinales y altitudinales, establecimiento de “áreas de reserva” destinadas a reducir el impacto asociado al cambio climático, etc.
- Evaluación de medidas de conservación *ex-situ*, como respuesta a potenciales impactos del cambio climático.
- Incorporación del cambio climático como variable a considerar en los proyectos de restauración de sistemas ecológicos.
- Promoción de la existencia de la mayor variabilidad genética posible en los ecosistemas, como base de la capacidad adaptativa ante el cambio climático.
- Consolidación de redes de seguimiento ecológico a largo plazo e integración de los datos para detectar los efectos del cambio climático.
- Identificación de un sistema de indicadores biológicos de los impactos del cambio climático, y definición de protocolos de medida que conformen un sistema de vigilancia y alerta temprana.
- Evaluación de los balances de carbono para distintos tipos de ecosistemas españoles.
- Evaluación de los efectos del cambio climático sobre especies invasoras en España.
- Elaboración de modelos predictivos, basados en las respuestas de las especies y comunidades a los cambios y en las proyecciones de los modelos regionales del clima.
- Evaluación de los efectos de los escenarios hidrológicos derivados de los climáticos sobre la biodiversidad asociada a ambientes acuáticos; demandas hídricas ecológicas y asignaciones de recursos.
- Evaluación de las actividades destinadas a potenciar los sumideros de carbono y su efecto (positivo o negativo) sobre la biodiversidad.

#### IV. EL PRIMER PROGRAMA DE TRABAJO DEL PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

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

## 1. Escenarios climáticos regionalizados

Los escenarios climáticos regionalizados en España para el siglo XXI son un elemento clave para poder realizar las evaluaciones de las vulnerabilidades y los impactos en los diferentes sectores.

Para la generación de dichos escenarios se ha establecido un programa nacional coordinado por la Agencia Estatal de Meteorología, que se está desarrollando en dos fases. Como resultado de la primera fase, ya finalizada, se ha producido una base de datos muy completa de escenarios regionalizados para España a lo largo del siglo XXI y un informe descriptivo de los mismos, ambos accesibles desde el portal de Internet de la AEMet (<http://www.aemet.es/>). La segunda fase del trabajo de la AEMet, que durará 3-4 años, procederá a explorar y desarrollar nuevos métodos de regionalización, utilizando fundamentalmente la información global generada para el Cuarto Informe de Evaluación (AR4) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC).

## 2. Evaluación del impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos

Como ya se ha comentado anteriormente, es previsible que en los próximos años el cambio climático afecte intensamente a los recursos hídricos. El sector de los recursos hídricos es un sector estratégico en sí mismo y por su influencia directa en la práctica totalidad de los sectores socioeconómicos y los sistemas ecológicos españoles. Todas las evidencias y proyecciones climáticas apuntan a que dichos recursos se verán seriamente afectados por el cambio climático, debido a la alteración del régimen habitual de las precipitaciones y al incremento de las temperaturas. Por ello, es de suma importancia integrar paulatinamente los efectos del cambio climático en la política sectorial del agua.

En este contexto, en el marco jurídico del desarrollo de la Ley de Aguas en España, durante el año 2007 se ha elaborado el nuevo Reglamento de la Planificación Hidrológica –aprobado en el Real Decreto 907/2007–, que incluye en su articulado referencias explícitas que marcan la necesidad de evaluar los impactos del cambio climático en el sector. Esto supone la materialización de una creciente integración de la adaptación al cambio climático en la política sectorial del agua en nuestro país.

Por otra parte, y en cumplimiento de lo estipulado en la normativa citada, actualmente se está desarrollando por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX un estudio detallado sobre los impactos del cambio climático en los recursos hídricos y las masas de agua. El estudio, que se está abordando de un modo integral, contempla las siguientes actividades principales:

- Efecto del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural.
- Efectos potenciales del cambio climático en las demandas de agua y estrategias de adaptación.

- Efecto del cambio climático en los recursos hídricos disponibles en los sistemas de explotación.
- Efecto del cambio climático en el estado ecológico de las masas de agua.

Para la estimación de las aportaciones en régimen natural bajo los escenarios de cambio climático, se utiliza el modelo de simulación de aportaciones mensuales de SIMPA, que es un modelo hidrológico conceptual y cuasidistribuido que simula caudales medios mensuales en régimen natural en cualquier punto de la red hidrográfica de una cuenca. El modelo permite obtener como resultados mapas de los distintos almacenamientos, humedad en el suelo y volumen de acuífero, así como de las variables de salida del ciclo hidrológico, evapotranspiración real y escorrentía total, obtenida esta última como suma de la escorrentía superficial y la subterránea. Los caudales mensuales, en cada intervalo de tiempo, se obtienen integrando la escorrentía total en las cuencas vertientes en los puntos de simulación. La proyección será determinante en la estimación de potenciales impactos para ecosistemas terrestres, no sólo los acuáticos.

Los efectos potenciales del cambio climático en las demandas de agua se están estudiando sobre las demandas más significativas en nuestro país: abastecimiento, industria y regadío. Estas demandas no dependen únicamente de los escenarios climáticos, sino que también dependen de los futuros escenarios socio-económicos. En principio, en el estudio se están contemplando cuatro escenarios: tendencia actual, menos y más presión sobre los recursos y baja de la demanda de agua. Para el estudio se está utilizando modelos de simulación que permitirán analizar el efecto del cambio climático en los cultivos más representativos de la agricultura española, en lo referente a dotaciones de riego por variación en factores climáticos, y por modificación de la época y duración del ciclo de los cultivos. Esta información queda integrada en la planificación hidrológica a medio plazo, dada la importancia de la correcta estimación de cuantía y distribución de recurso disponible, tal y como expresamente determina el artículo 11 del Real Decreto 907/2007, Reglamento de Planificación Hidrológica, y básicamente subraya el hecho de que es difícil pensar en incrementos de la capacidad disponible y más bien es imprescindible trabajar en estrategias sólidas de medio y largo plazo de gestión de la demanda.

### 3. Evaluación del impacto del cambio climático sobre las zonas costeras

España cuenta con una franja costera amplia y singular. Una parte importante de la población y del modelo de desarrollo económico se encuentran íntimamente ligados a la costa, y estos factores han ejercido y ejercen presiones que están poniendo en peligro su integridad y su futuro. El cambio climático es un factor más de presión para nuestras costas, que debe sumarse a los demás elementos y abordarse de forma conjunta e integrada con ellos.

En el marco del Primer Programa de Trabajo, las principales líneas de actuación respecto a las zonas costeras se refieren a:

- 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 nivel medio del mar (NMM) en 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.

En el estudio sobre los “Impactos en la costa española por efecto del cambio climático”, realizado por la Universidad de Cantabria, se elaboró un diagnóstico preliminar, pero de detalle, de una porción significativa de la franja costera española, que abarca toda la costa mediterránea, la atlántica andaluza y el archipiélago canario. Este territorio se ha evaluado a una escala de detalle, que ha permitido identificar los elementos del medio físico vulnerables al cambio climático, y las zonas donde se prevén impactos más significativos sobre los medios natural, socioeconómico y urbanístico, a partir de las propiedades de cada unidad y de una serie de variables obtenidas a partir de los datos y el método desarrollado en el citado estudio.

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. Además, se ha observado durante los últimos 50 años un aumento importante de la altura de 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. El clima marítimo general tiende a suavizarse en la zona de Cádiz. Del análisis realizado, 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. El aumento del nivel del mar producirá además un retroceso de las playas con valores probables de hasta 15 m en Canarias, Huelva y Cádiz.

No obstante, 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 m.

Esta información resulta básica para los procesos de formulación de políticas públicas clave en el litoral. En concreto, en el ámbito de la biodiversidad, pone de manifiesto la necesidad de avanzar en el diseño y aplicación de medidas específicas para ecosistemas costeros especialmente importantes o significativos amenazados por el cambio climático. Doñana o el Delta del Ebro son los ejemplos más simbólicos pero no los únicos. En el supuesto de espacios protegidos, que cuentan ya con figuras específicas de protección, se requiere la correcta integración del diagnóstico y, en su caso, la selección de medidas más adecuadas caso a caso resolviendo sobre las alternativas más eficaces: construcción o reforzamiento de barreras protección, retirada parcial o regresión, etc.

#### 4. Evaluación del impacto del cambio climático sobre la biodiversidad

Desde el año 2007, el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino viene abordando una línea de trabajo específica en materia de evaluación de impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y se está desarrollando un proyecto con el objetivo de evaluar los impactos, la vulnerabilidad y las opciones de adaptación al cambio climático a lo largo del siglo XXI, de una serie de hábitat y de taxones de fauna y flora de referencia, seleccionados de acuerdo a un conjunto de criterios relevantes para la conservación del conjunto de la biodiversidad española.

Los objetivos concretos que persigue este proyecto son:

- Evaluar posibles impactos y predecir la situación futura de una muestra de hábitat y de taxones de flora y fauna españoles, con objeto de analizar los efectos del cambio climático sobre estos en el futuro. El análisis se aborda a dos escalas: individual (en relación a cada tipo de hábitat y taxón seleccionado) y general, determinando la distribución general de esta biodiversidad en la actualidad y la distribución potencial en el futuro.
- Identificación, análisis y evaluación de potenciales actuaciones de conservación para minimizar los efectos negativos del cambio climático sobre la biodiversidad analizada, incluyendo el papel que, en los escenarios futuros generados, jugarán las redes de espacios naturales protegidos (redes de las Comunidades Autónomas, Parques Nacionales, Natura 2000...) en la conservación de esta biodiversidad. La identificación de áreas con mayor tasa de cambio puede servir para facilitar la identificación de medidas de adaptación al cambio climático en las redes de espacios naturales protegidos tales como:
  - diseño integrado de espacios protegidos (creación de nuevos espacios protegidos y/o posible reestructuración de los existentes en el marco de cambio previsto),

- conveniencia de considerar distintas estrategias en situaciones donde no exista conexión natural entre zonas, como por ejemplo: cambios en los usos del territorio (habilitar corredores o zonas de salto, etc.), determinación de usos permitidos, autorizables o prohibidos en las zonas definidas como prioritarias de las categorías propuestas,
  - el seguimiento de los taxones o tipos de hábitat más amenazados por el cambio climático, especialmente en zonas potencialmente sensibles.
- Establecimiento de una adecuada estrategia para la participación, comunicación y divulgación de los resultados, las conclusiones y las propuestas.

En paralelo, para el sector bosques se ha puesto en marcha actividades de colaboración en materia de I+D+i con el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). También, el Programa de Acción Nacional Contra la Desertificación (PANCD, BOE 12/08) ha tenido en cuenta en su elaboración el cambio climático en materia de suelos. Por último, en referencia a las infraestructuras ya se está empezando a introducir el concepto cambio climático y sus posibles impactos en dicho sector, más concretamente en las evaluaciones ambientales estratégicas que se están elaborando por las modificaciones en los planes directores de diferentes aeropuertos y en Plan Sectorial de Transporte Marítimo y Puertos.

## V. SEGUNDO PROGRAMA DE TRABAJO DEL PNACC: OBJETIVOS Y EJES DE ACTUACIÓN

El Segundo Programa de Trabajo, que se plantea para un marco temporal de 4 años, nace con una vocación y enfoque más estratégico e integrador, con objetivos que suponen un salto cualitativo en el abordaje sistemático de la adaptación en España, incorporando nuevos elementos y actividades. En particular, se refuerza la integración de la adaptación en las políticas sectoriales, y se introducen otros aspectos, tales como evaluaciones económicas de las medidas de adaptación, o la identificación de oportunidades empresariales y nichos de mercado.

Los costes sociales y económicos son un aspecto crucial que ha de abordarse ya en este segundo programa de trabajo. No sólo se ha de identificar qué y cómo se va a ver afectado un sector sino también cuánto y a quién van a afectar las modificaciones derivadas en el mismo por el impacto del cambio climático. Por ello se han de dar los primeros pasos de cara a incrementar el conocimiento en estos elementos.

Por otra parte, la adaptación presenta oportunidades en dos ámbitos diferenciados: por una parte, en el ámbito empresarial pueden generarse nuevos nichos de negocio, que debidamente identificados podrían permitir ampliar la actividad y los beneficios de diversas actividades; por otra parte, se presenta una oportunidad para la cooperación exterior y la política comercial de España, en la se priorice o se tenga

en cuenta aquellas acciones que incluyan la adaptación al cambio climático como elemento fundamental de las mismas, incluyendo también dentro de este ámbito la identificación de metodologías y tecnologías relativas a adaptación que puedan transferirse a otros países dentro de nuestra política comercial y de cooperación.

Este Segundo Programa de Trabajo se estructura en torno a cuatro ejes:

- *Evaluación sectorial de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.* Constituye el núcleo del Segundo Programa de Trabajo, que da continuidad al enfoque del Primer Programa. Para ello, se mantienen activos tanto la generación de escenarios climáticos regionalizados, componente básico para evaluar adecuadamente los impactos en los distintos sectores y sistemas, como las evaluaciones en sectores y sistemas transversales y prioritarios por su carácter director para muchos otros sectores (aguas, costas y biodiversidad). Junto a estos sectores se consideran ahora otros, relevantes para la economía y la población española: el turismo, la agricultura, la salud, los bosques y los suelos/desertificación.
- *Integración de la adaptación al cambio climático en la normativa sectorial,* mediante la identificación sistemática y participativa, de los instrumentos normativos donde hacer efectiva esta integración, todo ello en fase con la revisión de las políticas europeas que se derive de la estrategia que defina el Libro Blanco sobre Adaptación al Cambio Climático.
- *Establecimiento de un sistema de indicadores* de los impactos y la adaptación al cambio climático en España en todos los sectores, con objeto de contar con un instrumento de seguimiento y evaluación que permita orientar los sucesivos desarrollos del PNACC.
- *Movilización de actores clave públicos y privados* en sectores incluidos en el PNACC, que deben tomar parte activa en la identificación de medidas de adaptación al cambio climático.

Como complemento a los cuatro Ejes considerados, este Segundo Programa de Trabajo se apoya en *dos pilares básicos*:

- *La potenciación del I+D+i,* no solo desde la perspectiva de la investigación, sino también desde la de la innovación y el desarrollo e implantación de tecnologías de adaptación.
- *El refuerzo de la coordinación* en las relaciones entre la Administración General del Estado y las Administraciones Autonómicas, para garantizar la complementariedad y evitar duplicidades entre el Plan Nacional de Adaptación y las estrategias, los planes, y los programas de adaptación de las Comunidades Autónomas. La transferencia de conocimiento y de metodologías entre

la Administración Central y las Comunidades Autónomas debe ser un proceso bidireccional de retroalimentación continuo.

Finalmente, destacan dos programas singulares especialmente importantes. Por un lado el Proyecto de cooperación con Portugal en el ámbito del Cambio Climático y la Biodiversidad, cuyo origen está en un proceso de cooperación bilateral acordado en la XXII Cumbre Hispano-Portuguesa. En ella, los Ministerios de Medio Ambiente de ambos países acordaron cooperar en materia de evaluación del impacto del cambio climático en la biodiversidad.

La Península Ibérica posee alrededor del 50% de la biodiversidad de la Unión Europea y una parte de esta biodiversidad se encuentra amenazada por el cambio climático. Para responder a este problema es necesario anticipar estos potenciales impactos del cambio climático con objeto de identificar las medidas de adaptación que los minimicen. El proyecto en su primera fase tiene por objetivo primordial el de evaluar la vulnerabilidad y los posibles impactos del cambio climático sobre la fauna de vertebrados terrestres de la Península Ibérica a lo largo del siglo XXI, identificando las áreas y taxones más amenazados, realizando propuestas de adaptación y proponiendo futuras líneas de I+D. Los objetivos del proyecto son:

- Elaborar mapas de distribución potencial actual y futura de un conjunto de taxones de la fauna de vertebrados terrestres de la Península Ibérica.
- Identificar las especies “ganadoras” y “perdedoras”, en términos de distribución potencial, bajo determinadas proyecciones de cambio climático, así como cuantificar esa pérdida/ganancia potencial.
- Identificar las áreas geográficas “ganadoras” y “perdedoras” de especies y diversidad de vertebrados terrestres bajo determinadas proyecciones de cambio climático, así como cuantificar esa pérdida/ganancia potencial.
- Identificar opciones de adaptación al cambio climático que orienten las políticas y acciones de conservación de la fauna de vertebrados analizada en la Península Ibérica.

Este proyecto que se ha denominado *IBERIA-CHANGE* tiene una importante relevancia internacional y constituye una de las primeras iniciativas internacionales entre dos países vecinos para abordar de forma conjunta un problema con evidentes efectos transfronterizos.

Por otro lado, se ha establecido una plataforma abierta para la captura y el intercambio de datos e información sobre el cambio global en la Red de Parques Nacionales. El programa de seguimiento del cambio global en la Red de Parques Nacionales se basa en un convenio de colaboración entre el Organismo Autónomo Parques Nacionales, la Secretaría de Estado de Cambio Climático del Ministerio de Medio Am-

biente y Medio Rural y Marino, la Agencia Estatal de Meteorología y la Fundación Biodiversidad.

El objetivo del programa es crear una infraestructura de toma, almacenaje y procesamiento de datos, además de su intercambio con la Comunidad Científica, que permita el desarrollo de un sistema de evaluación y seguimiento de los impactos que se pueden generar en la Red de Parques Nacionales españoles como consecuencia del Cambio Global, basándose en información obtenida a partir de la toma de datos “*in situ*”.

Del conjunto de los catorce espacios incluidos en la Red de Parques Nacionales, se han seleccionado tres para el desarrollo del proyecto (sin perjuicio de que en el futuro se sumen otros Parques Nacionales al sistema) por sus especiales características y por ser considerados como representativos de la posible afección del Cambio Global y Climático<sup>7</sup>. Son éstos:

- Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera.
- Parque Nacional de los Picos de Europa.
- Parque Nacional de Sierra Nevada.

En cada uno de estos Parques se han instalado una serie de estaciones meteorológicas cuyos datos se ponen a disposición de la comunidad científica a través de la página web. Paralelamente a la instalación de las estaciones meteorológicas, distintos equipos de investigación están recogiendo una serie de datos físico-químicos y biológicos.

## VI. ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES

El cambio climático es una de las mayores amenazas para la biodiversidad. Junto con la acción concertada a nivel internacional y la cooperación solidaria con terceros países, es imprescindible la acción a nivel local: conociendo mejor los efectos, integrando respuestas coherentes en un momento temprano y reduciendo al máximo el origen del problema.

Las actividades para la adaptación al cambio climático pueden fomentar la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, y reducir el impacto sobre la biodiversidad tanto de los cambios climáticos como de los fenómenos climáticos extremos. La eficacia de las actividades para adaptación y mitigación se puede mejorar cuando se integran con estrategias más amplias de desarrollo sostenible.

Evitar las pérdidas de biodiversidad causadas por los impactos del cambio climático, requiere respuestas globales. Algunas estrategias sectoriales que se elaboren requieren un marco geográfico más amplio que el de las administraciones regionales o locales. Entre estas estrategias se pueden incluir el establecimiento de un mosaico interconectado de reservas terrestres, de agua dulce y marinas de uso múltiple diseñado para responder a los cambios estimados en el clima, y actividades de manejo integrada de tierras y aguas para reducir las presiones no climáticas sobre la biodiversidad y, por lo tanto, hacer que el sistema sea menos vulnerable a los cambios climáticos. Algunas de estas actividades para la adaptación también pueden reducir la vulnerabilidad humana frente a fenómenos climáticos extremos.

Existen sinergias potenciales ambientales y sociales e intercambios entre la adaptación climática y actividades para la mitigación (proyectos y políticas), y los objetivos de los acuerdos multilaterales ambientales (por ejemplo, la conservación y uso sostenible que son los objetivos del Convenio sobre la Diversidad Biológica) además de otros aspectos del desarrollo sostenible. Estas sinergias e intercambios se pueden evaluar en lo que se refiere a la gama completa de actividades potenciales (entre otras cosas, la energía y el uso de los suelos, el cambio en el uso de los suelos, y los proyectos y políticas de silvicultura) a través de la aplicación de las evaluaciones del impacto social y ambiental en el ámbito de proyectos, sectores y regiones, y se pueden comparar con un conjunto de criterios e indicadores mediante el empleo de una serie de marcos para la toma de decisiones.

La restauración ecológica, la planificación y gestión forestal, y la regulación de los usos ganadero y cinegético en sistemas forestales deben jugar un papel en la mitigación de los impactos previsibles.

La evaluación ambiental tiene que asumir también el nuevo marco de interacciones; las evaluaciones ambientales estratégicas deben extenderse para contribuir al cambio de perspectiva, en el que la educación ambiental tendrá que potenciarse para hacer asumibles las políticas sectoriales capaces de atenuar los impactos y para involucrar a las administraciones y a los ciudadanos en su desarrollo y aplicación.

La ordenación del territorio debe incorporar la consideración de los impactos del cambio climático cuando menos para tratar de minimizar sus interacciones negativas con los cambios de uso del territorio y las modalidades de uso que pueden convertirse en insostenibles.

Las políticas de gestión y ahorro del agua, la red de espacios protegidos y la política de conservación de hábitats son herramientas esenciales que necesitarán revisarse.

Las principales soluciones adaptativas deben incluir el diseño de reservas y parques naturales que permita la posibilidad de migración y cambios de distribución mediante la inclusión de corredores biológicos entre ellas. La red de áreas protegidas

debería incorporar gradientes latitudinales y altitudinales que permitieran proteger a poblaciones con distribuciones geográficas en vías de desplazamiento geográfico debido al cambio climático.

Todas estas herramientas cuentan con una dilatada tradición en nuestro ordenamiento y prácticas administrativas. Se trata de fortalecer su peso y congruencia, de garantizar una mejor coordinación entre políticas y actores responsables y de facilitar un eficaz sistema de información sólida y solvente que evite o disminuya el riesgo de incongruencias y maximice la eficacia en las respuestas.

# Naturaleza, conocimiento y política: Prometedora síntesis en la Red comunitaria Natura 2000

*Miguel Castroviejo Bolívar<sup>1</sup>*

**Sumario:** I. LA PROTECCIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN LA UNIÓN EUROPEA A VISTA DE PÁJARO. 1. Medidas legislativas. 2. Instrumentos de naturaleza política. 3. Integración biodiversidad en otras políticas. 4. Financiación. 5. Implementación de la política comunitaria en materia de naturaleza. II. LAS DIRECTIVAS “NATURALEZA” DE LA UNIÓN EUROPEA. III. LA DIRECTIVA AVES. 1. Protección de las especies. 2. Protección de los hábitats. 3. Efectos de la directiva aves. IV. LA DIRECTIVA DE HÁBITATS. 1. La protección de los hábitats. 2. Resultados en la puesta en marcha de la Red Natura 2000. 3. La protección de las especies. 4. Efectos de la directiva en el estado de conservación de hábitats y especies. V. EL DESAFÍO HACIA EL FUTURO.

Hay dos características que determinan particularmente la riqueza en biodiversidad de Europa: su diversidad geográfica y su variabilidad climática. En cuanto a la primera, baste recordar la cambiante orografía, con territorios totalmente planos y al nivel del mar o incluso por debajo, como en los Países Bajos en el oeste del continente o en las llanuras rumanas en el este y, por otra parte, con altos y extensos macizos montañosos como los Alpes, los Pirineos y tantos otros. En cuanto al clima, se puede pasar de los hielos lapones al norte de Finlandia hasta las zonas desérticas del sur, en el mediterráneo, por ejemplo en Italia y España; y se puede aún llegar al rico subtrópico de las Islas Canarias, otro continente en miniatura. También recordaremos en este recorrido las distancias entre el clima amortiguado de la mayor parte de las zonas costeras y las condiciones más extremadas del clima continental hacia el centro de la Unión Europea. Todo ello se produce, además, asentado sobre los más variados sustratos geológicos y salpicado de diversas particularidades locales, como zonas húmedas, áreas kársticas, manifestaciones volcánicas, etc., que espolvorean la variabilidad zonal del continente con todo tipo de manifestaciones azonales y que, en conjunto, generan la elevada riqueza en biodiversidad natural propia de la Unión Europea.

<sup>1</sup> Dr. Ingeniero de montes. Consejero coordinador de medio ambiente en la Representación Permanente de España ante la Unión Europea. Bruselas.

Pero además, Europa es una región también caracterizada por una larga y profunda convivencia entre el ser humano y la naturaleza durante milenios, lo que ha conformado también la evolución y aparición de muchos ecosistemas de alto valor ecológico que con seguridad hubieran sido distintos en ausencia del hombre. No se debe tampoco olvidar la aportación a la biodiversidad de los recursos agrarios seleccionados por el hombre, con más de 2.800 variedades animales y varios miles de variedades vegetales.

A título ilustrativo, y ya entrando en un poco de detalle, se puede recordar que Europa alberga una parte importante de la región mediterránea, el tercero de los veinticinco *puntos calientes* mundiales en materia de biodiversidad, con más de 13.000 especies endémicas. En ella son subregiones clave Grecia, Sicilia, la cordillera Bética (España), con más de 2.000 especies (muchas endémicas) o Madeira y las Islas Canarias. Estas últimas merecen una mención muy especial, pues con sus más de 14.000 especies silvestres (2.500 plantas, 7.500 animales) de las que 4.000 son endémicas, tiene una densidad de endemismos de 7,1 especies/100 km<sup>2</sup>, perfectamente comparable a la de las Islas Galápagos y aún ligeramente superior.

En el conjunto de España, y por hablar tan sólo de plantas, existen, unas 1 500 especies endémicas<sup>2</sup>, es decir, especies cuya área de distribución mundial se restringe exclusivamente al territorio español, y otras 500 compartidas sólo con el norte de África (endemismos ibero africanos), lo que da una idea de la riqueza de nuestro país en materia de biodiversidad y de la importancia que tiene como recurso natural.

No obstante la riqueza europea en biodiversidad, el largo contacto con el hombre, el alto nivel de desarrollo de que goza la UE y la alta densidad de población son a su vez también una seria amenaza a su conservación y causa importante de su actual tendencia de degradación, así como responsables del hecho de que apenas existan espacios vírgenes en Europa, si es que alguno se puede considerar todavía como tal. Según informa la Comisión en su Comunicación de 2006 sobre la pérdida de biodiversidad<sup>3</sup>, *el 42% de los mamíferos autóctonos, el 43% de las aves, un 45% de las mariposas, un 30% de los anfibios, un 45% de los reptiles y un 52% de los peces de agua dulce están amenazados de extinción. La mayor parte de las grandes poblaciones de peces marinos se encuentra por debajo de límites biológicos seguros. Están amenazadas de extinción total unas ochocientas especies vegetales de Europa.* Por otra parte, la Evaluación de Ecosistemas del Milenio<sup>4</sup> ha calculado que el Índice de Lista Roja<sup>5</sup> ha descendido más de ocho

2 Datos de la Estrategia española sobre biodiversidad. [http://www.mma.es/secciones/biodiversidad/banco\\_datos/info\\_disponible/descargas\\_es.htm](http://www.mma.es/secciones/biodiversidad/banco_datos/info_disponible/descargas_es.htm)

3 Comunicación de la Comisión *Detener la pérdida de biodiversidad para 2010 y más adelante*. Respaldo los servicios de los ecosistemas para el bienestar humano. COM(2006) 216 final.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0216:FIN:ES:PDF>

4 Millenium Ecosystem Assessment. Biodiversity Synthesis. <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf>

5 Este índice mide la evolución de grupos de especies hacia categorías de amenaza crecientes a lo largo del tiempo. Es decir, mide en cierto modo el empeoramiento del estado de conservación de la biodiversidad.